

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	7
Widmung	7
Danksagung	7
Über die Übersetzer	7
Einleitung	19
Über dieses Buch	19
Schreibweisen in diesem Buch	20
Was Sie nicht unbedingt lesen müssen	20
Voraussetzungen	20
Der Aufbau dieses Buches	21
Teil I: Grundlagen der Physik	21
Teil II: Arbeit hält warm: Mechanik und Wärmelehre	21
Teil III: Feldarbeit: Elektrizität und Magnetismus	21
Teil IV: Wellenreiten: Licht und Schall	21
Teil V: Moderne Physik	22
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	22
Symbole in diesem Buch	22
Nun kann es losgehen!	22
Teil I	
Grundlagen der Physik	23
Kapitel 1	
Die Welt verstehen: Physik II, die Fortsetzung	25
Mechanik und Wärmelehre	25
Elektrizität und Magnetismus	25
Elektrische Ladungen und elektrische Felder	26
Einen Schritt weiter: der Magnetismus	26
Wechselstromkreise: Wechselspiel zwischen elektrischen und magnetischen Feldern	27
Das ist die perfekte Welle	27
Alles über Schallwellen	28
Die Natur des Lichts	28
Spielen mit Licht: Reflexion und Brechung	29
Bilderzeugung: Linsen und Spiegel	29
Interferenz: wenn Licht mit Licht wechselwirkt	30
Die moderne Physik: ein weit verzweigtes Feld	31

Die Schwarzkörperstrahlung: Wärme bedeutet Helligkeit	31
Die Relativitätstheorie: natürlich gilt $E = mc^2$	31
Identitätsprobleme: der Welle-Teilchen-Dualismus	32
Das $\alpha\beta\gamma$ der Strahlung	32
Kapitel 2	
Startvorbereitungen	33
Mathematik und Messungen: Überblick über die grundlegenden Kenntnisse	33
Die Maßsysteme MKS und CGS	33
Einheiten umrechnen	34
Vereinfachung durch Exponentialschreibweise	37
Auffrischung der Algebra-Kenntnisse	38
Verwendung der Trigonometrie	38
Beschränkung auf signifikante Stellen	40
Auffrischung Ihrer Physik-Kenntnisse	41
Mit Vektoren den Weg weisen	41
Bewegung: Geschwindigkeit und Beschleunigung	42
Zwang ausüben: eine Frage der Kraft	43
Karussell fahren: die Kreisbewegung	43
Strömende Elektronen: Schaltkreise	45
Teil II	
Arbeit hält warm: Mechanik und Wärmelehre	47
Kapitel 3	
Mechanik	49
Bewegung pur: Kinematik	49
Geradeaus: Translationsbewegungen	50
Immer dasselbe: Energie- und Impulserhaltungssatz	51
Beispiel: Stöße	52
Kreisverkehr: Kreisbewegungen	54
Auf die Kraft kommt es an: Dynamik	59
Arbeit und weitere Größen	63
Drehbewegungen	67
Vergleich von Translation und Rotation	73
Kapitel 4	
Manche mögen's heiß: Wärmelehre	75
Brauchen wir dicke Pullover? Temperatur und Wärme	75
Temperaturmessung	75
Volumen und Längenausdehnung	77
36 Grad und es wird noch heißer: Wärme und Wärmemengen	80

Whiskey on the Rocks: Phasenübergänge	81
Gut Versteckt: latente Wärme	82
Langsam warm werden: Wärmetransport	83
Grundlagen des Wärmetransports	83
Vorsicht: der Griff ist heiß! Die Wärmeleitung	84
Nur heiße Luft: die Konvektion	86
Die Sonne spüren: Strahlung	86
Nichts als heiße Luft: Thermodynamik von Gasen	86
Nicht gerade wenig: Avogadrozahl	87
Ideal: das Gasgesetz	87
Ganz schön schnell: Energie und Geschwindigkeit von Gasmolekülen	90
Die vier Hauptsätze der Thermodynamik	92
Null, aber wichtig: der »nullte« Hauptsatz	92
Der 1. Hauptsatz	92
Der 2. Hauptsatz	98
Der 3. Hauptsatz	100

Teil III

Feldarbeit: Elektrizität und Magnetismus

103

Kapitel 5

Ganz schön geladen: die Elektrizität

105

Elektrische Ladungen	105
Nichts geht verloren: Ladung bleibt erhalten	105
Messung elektrischer Ladung	106
Gegensätze ziehen sich an: abstoßende und anziehende Kräfte	106
Ganz schön geladen	108
Statische Elektrizität: Aufbau überschüssiger Ladung	108
Auflademethoden	109
Eine Frage des Materials: Leiter und Isolatoren	111
Das Coulomb'sche Gesetz: die Berechnung der Kräfte zwischen Ladungen	111
Elektrische Felder: eine Einführung	112
Geladene Flächen: Grundlegendes über Felder	112
Elektrische Felder von geladenen Körpern	114
Gleichmäßige elektrische Felder: der Parallel-Platten-Kondensator	115
Abschirmung: das elektrische Feld innerhalb von Leitern	117
Spannung: das Potential erkennen	118
Die Grundlagen elektrischer Potentiale	119
Arbeit aufwenden, um Ladungen zu bewegen	120
Berechnung des elektrischen Potentials von Ladungen	121
Äquipotentialflächen von Punktladungen und geladenen Flächen	122
Gespeicherte Ladung: Kondensatoren und Dielektrika	124
Die gespeicherte Ladung eines Kondensators	124
Zusätzliche Kapazität durch Dielektrika	124
Berechnung der Energie von Kondensatoren mit Dielektrika	125

Kapitel 6

Magnetismus ist anziehend 127

Alles über Magnetismus: die Verbindung zwischen Magnetismus und Elektrizität	127
Elektronenschleifen: Permanentmagnete und magnetische Materialien	128
Von Norden nach Süden oder von Pol zu Pol	129
Die Definition des magnetischen Feldes	131
Sie müssen sich schon bewegen: magnetische Kräfte auf Ladungen	132
Die Größe der magnetischen Kraft	132
Die Rechte-Hand-Regel	133
Pure Faulheit: Magnetfelder vermeiden Arbeit	134
Im Kreis herum: geladene Teilchen in Magnetfeldern	134
Magnetische Kräfte auf elektrische Ströme	139
Von der Geschwindigkeit zum Strom: Strom in die Formel für die magnetische Kraft bringen	139
Das Drehmoment: in Elektromotoren Strom den Dreh geben	141
Zurück zur Quelle: Erzeugung von Magnetfeldern durch elektrischen Strom	143
Erzeugung eines Magnetfeldes durch einen Leitungsdraht	144
In das Zentrum rücken: Magnetfelder von Stromschleifen	146
Schleifen aneinanderreihen: die Erzeugung von gleichmäßigen Feldern durch Zylinderspulen	148

Kapitel 7

Wechselströme und Wechselspannungen 151

Wechselstromkreise und Widerstände	151
Das Ohm'sche Gesetz für Wechselspannung	152
Durchschnittlich: der quadratische Mittelwert von Strom und Spannung	153
In Phase: die Verbindung von Widerständen und Wechselspannungsquellen	154
Wechselspannung und Kondensatoren: Speicherung von Ladung im elektrischen Feld	155
Der Blindwiderstand	156
Nicht in Phase: der Strom eilt der Spannung voraus	157
Erhaltung der Leistung	159
Wechselspannung und Induktionsspulen: im magnetischen Feld Energie speichern	159
Das Faraday'sche Gesetz: das Prinzip der Induktion	160
Der induktive Widerstand	164
Hintendran: der Strom eilt der Spannung nach	165
Wettrennen zwischen Strom und Spannung: die RLC-Reihenschaltung	166
Die Impedanz: das Verhältnis von Strom und Spannung bei Bauelementen	167
Nacheilen oder Vorauseilen: die Größe der Phasenverschiebung	170
Das ist Spitze: Berechnung des maximalen Stromes in einer RLC-Reihenschaltung	172
Den Blindwiderstand ausschalten	172
Bestimmung der Resonanzfrequenz	173

Halbleiter und Dioden	174
Dotierung von Halbleitern	174
Teil IV	
Wellenreiten: Licht und Schall	175
Kapitel 8	
Erforschung der Wellen	177
Wellen: Transport von Energie	177
Auf und ab: Transversalwellen	178
Vorwärts und wieder zurück: Longitudinalwellen	179
Eigenschaften von Wellen: so arbeitet eine Welle	179
Bestandteile einer Welle	179
Mathematische Beschreibung einer Welle	181
Den Sinus betrachten: graphische Darstellung von Wellen	183
Wenn Wellen zusammenstoßen: das Verhalten von Wellen	186
Kapitel 9	
Hören Sie sich das an	187
Schwingen, um gehört zu werden: Schallwellen als Schwingungen	187
Die Lautstärke vergrößern: Druck, Kraft und Intensität	189
Unter Druck: Messung der Amplitude von Schallwellen	190
Die Intensität des Schalls	191
Berechnung der Schallgeschwindigkeit	193
Schnell: die Schallgeschwindigkeit in Gasen	194
Schneller: die Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten	196
Am schnellsten: die Schallgeschwindigkeit in Festkörpern	197
Das Verhalten von Schallwellen	198
Ein Echo zurückwerfen: Reflexion von Schallwellen	199
Im selben Raum: die Interferenz von Schallwellen	200
Die Beugung von Schallwellen	208
Kommen und Gehen mit dem Doppler-Effekt	209
Die Schallgrenze durchbrechen: Druckwellen	211
Kapitel 10	
Es werde Licht: wenn sich Elektrizität und Magnetismus vereinen	215
Es werde Licht: Erzeugung und Empfang von Wellen	215
Erzeugung eines elektrischen Wechselfeldes	215
Ein entsprechendes magnetisches Wechselfeld hinzufügen	217
Der Empfang von Radiowellen	219
Den Regenbogen betrachten: das elektromagnetische Spektrum	221

Das elektromagnetische Spektrum unter der Lupe	221
Frequenz und Wellenlänge des Lichts	222
Unschlagbar: die Spitzengeschwindigkeit des Lichts	223
Das erste erfolgreiche Experiment zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit	224
Die theoretische Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit	226
Die Energiedichte von Licht	228
Bestimmung der momentanen Energie	228
Die durchschnittliche Energiedichte des Lichts	231

Kapitel 11

Brechung und Linsen **233**

Mit Strahlen geht es einfacher	233
Die Verlangsamung des Lichts: der Brechungsindex	235
Berechnung der Verlangsamung	235
Die Ablenkung berechnen: das Snellius'sche Brechungsgesetz	236
Der Regenbogen: Wellenlängen trennen	238
Lichtbrechung und Reflexion nach innen	239
Es kommt wieder zurück: die Totalreflexion	240
Polarisiertes Licht: es wird teilweise reflektiert	242
Linsen erzeugen Bilder	244
Gegenstände und Bilder	245
Im Brennpunkt: Sammell- und Zerstreuungslinsen	245
Darstellung von Strahlengängen	248
Mathematische Beschreibung von Abbildung und Vergrößerung	251
Die Linsengleichung	252
Die Gleichung für die Vergrößerung	254
Stärkere Vergrößerung durch die Kombination von Linsen	256
Mikroskope und Fernrohre	257
Winkelvergrößerung	259

Kapitel 12

Der Schein fällt zurück: Reflexion und Spiegel **261**

Reflexion an ebenen Spiegeln	261
Bestimmung der Winkel	262
Erzeugung von Bildern durch ebene Spiegel	262
Die Größe eines Spiegels	264
Gekrümmte Spiegel	266
Der Hohlspiegel	267
Kleiner und kleiner: konvexe Spiegel	270
Zusammenfassung in Zahlen: Gleichungen zur Beschreibung sphärischer Spiegel	272
Die Spiegelgleichung	272
Größer oder kleiner: die Vergrößerung	274

Kapitel 13	
Licht und Schatten: Interferenz und Beugung	277
Wenn Wellen zusammentreffen: die Interferenz von Licht	277
Wellen in Phase: konstruktive Interferenz	278
Es wird dunkel: destruktive Interferenz	280
Interferenz: Erzeugung von kohärentem Licht	282
Der Doppelspalt	282
Benzintropfen in einer Pfütze: Interferenzen an dünnen Schichten	286
Beugung am Einzelspalt: Interferenz von Elementarwellen	290
Das Huygens'sche Prinzip: die Beugung am Spalt	290
Die Streifen im Beugungsmuster	292
Berechnung eines Beugungsmusters	294
Viele Spalte: das Beugungsgitter	295
Trennung der Farben anhand von Beugungsgittern	295
Beugung am Gitter: ein Beispiel	296
Sehen Sie klar: Auflösungsvermögen und Beugung an einem Loch	297
Teil V	
Moderne Physik	301
Kapitel 14	
Hören Sie auf Einstein: die spezielle Relativitätstheorie	303
Los geht's: Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie	304
Betrachten Sie Ihren Ausgangspunkt: Bezugssysteme	304
Die Postulate der speziellen Relativitätstheorie	306
Die spezielle Relativitätstheorie	307
Die Zeit verlangsamen: Zeitdilatation	308
Die Länge verkürzen: Längenkontraktion	313
Der Impuls nahe der Lichtgeschwindigkeit	316
Es ist soweit: $E = mc^2$	318
Die Ruheenergie: die Energie, die auf der Masse beruht	318
Die kinetische Energie eines Körpers	320
Die potentielle Energie übergehen	322
Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit addieren	323
Kapitel 15	
Energie und Materie: sowohl Wellen als auch Teilchen	325
Die Strahlung schwarzer Körper: Entdeckung der Teilchennatur des Lichts	325
Die Aufregung um die Schwarzkörperstrahlung	326
Diskret werden: das Planck'sche Wirkungsquantum	327
Lichtpakete: Fortschritt durch den photoelektrischen Effekt	327
Die Erklärung des photoelektrischen Effekts	328
Einstein als Retter: die Einführung der Photonen	329

Die kinetische Energie der Elektronen	330
Der sofortige Austritt der Elektronen	331
Ein Zahlenbeispiel zum photoelektrischen Effekt	332
Zusammenstöße: Überprüfung der Teilchennatur des Lichts anhand des Compton-Effekts	333
Die De-Broglie-Wellenlänge: Beobachtung der Wellennatur der Materie	336
Interferierende Elektronen: Bestätigung von de Broglies Vorschlag	336
Berechnung der Wellenlänge verschiedener Teilchen	337
Keine Gewissheit: die Heisenberg'sche Unschärferelation	339
Die Unschärfe bei der Elektronenbeugung	339
Herleitung der Unschärferelation	339
Berechnung von Unschärfen	342

Kapitel 16

Feine Details: die Struktur der Atome **345**

Beschreibung der Atome: das Planeten-Modell	345
Die Rutherford-Streuung: die Entdeckung des Atomkerns durch die Streuung von Alpha-Teilchen	346
Zusammenstürzende Atome: Infragestellung des Rutherford'schen Planetenmodells	347
Antwort auf die Infragestellung: diskret werden mit Linienspektren	347
Überarbeitung des Planetenmodells des Wasserstoffatoms: das Bohr'sche Modell	350
Berechnung der erlaubten Elektronenenergien	352
Berechnung der erlaubten Radien	353
Bestimmung der Rydberg-Konstante anhand des Linienspektrums von Wasserstoff	355
Darstellung im Energieniveauschema	356
Begründung für die Quantisierung: De Broglie überdenkt das Bohr'sche Modell	357
Die Elektronenkonfiguration: die Quantenphysik und das Atom	358
Die vier Quantenzahlen	358
Zahlenverarbeitung: die Anzahl der Quantenzustände	360
Mehrelektronenatome: das Pauli-Prinzip	362
Kurzschreibweise der Elektronenkonfiguration	364

Kapitel 17

Kernphysik und Radioaktivität **367**

Die Struktur des Atomkerns	367
Die Rolle der Chemie: Ordnungszahl und Massenzahl	368
Anzahl der Neutronen: Isotope eines Elementes	369
Ach, wie klein: das Volumen und der Radius des Atomkerns	370
Berechnung der Dichte des Kerns	371
Die starke Wechselwirkung: Sie hält die Kerne zusammen	371
Die abstoßende Kraft zwischen den Protonen	372

Die starke Wechselwirkung	372
Bestimmung der Bindungsenergie des Kerns	373
Von α bis γ : die verschiedenen Arten des radioaktiven Zerfalls	375
Freisetzung von Helium: der Alpha-Zerfall	376
Gewinnung von Protonen: der Beta-Zerfall	377
Emission von Photonen: der Gamma-Zerfall	378
Griff zum Geiger-Zähler: die Halbwertszeit und radioaktiver Zerfall	379
Die Halbwertszeit	380
Zerfallsraten: Aktivität eines Stoffes	381
Teil VI	
Der Top-Ten Teil	383
Kapitel 18	
Zehn Experimente, die die Welt verändert haben	385
Michelsons Messung der Lichtgeschwindigkeit	385
Das Doppelspaltexperiment von Young: Licht ist eine Welle	386
Der photoelektrische Effekt	386
Die Entdeckung von Materiewellen durch Davisson und Germer	387
Röntgenstrahlen	387
Marie Curie und die Radioaktivität	387
Rutherfords Entdeckung des Atomkerns	388
Der Stern-Gerlach-Versuch	388
Das Atomzeitalter: der erste Atommeiler	388
Bestätigung der speziellen Relativitätstheorie	389
Kapitel 19	
Zehn Online-Rechner	391
Vektor-Rechnung	391
Zentripetalbeschleunigung einer Kreisbewegung	391
Die in einem Kondensator gespeicherte Energie	392
Elektrische Resonanzfrequenz	392
Kapazitiver Blindwiderstand	392
Induktiver Blindwiderstand	393
Umrechnung von Frequenz und Wellenlänge	393
Längenkontraktion	393
Der relativistische Faktor	393
Berechnung von Halbwertszeiten	394
Stichwortverzeichnis	395

