



Auf einen Blick

Über den Autor	7
Einleitung	19
Teil I: Mechanik	23
Kapitel 1: Mathematische Buddelkiste	25
Kapitel 2: Kräfte Schaffen Bewegung	51
Kapitel 3: Arbeit und Energie	73
Kapitel 4: Erhaltungssätze und ihre Folgen	83
Kapitel 5: Alles schwingt	93
Kapitel 6: Wellen schlagen	115
Kapitel 7: Alles ist relativ...	129
Teil II: Thermodynamik	139
Kapitel 8: Temperatur: Warm und Kalt	141
Kapitel 9: Zustände ändern sich	155
Kapitel 10: Unordnung nimmt von selber zu	167
Kapitel 11: Aus Wärme Kraft erzeugen	177
Kapitel 12: Flüssigkeiten in Bewegung	191
Teil III: Elektrizitätslehre und Magnetismus	209
Kapitel 13: Ladungen ohne Bewegung	211
Kapitel 14: Elektrische Ströme	233
Kapitel 15: Magnetfelder und Ströme	247
Kapitel 16: Elektromagnetismus	267
Teil IV: Optik	279
Kapitel 17: Licht verbiegen	281
Kapitel 18: Raffinierte Linsen	301
Kapitel 19: Licht spaltet sich auf	309
Teil V: Atomphysik	317
Kapitel 20: Die Welt der Atome	319
Kapitel 21: Kern und Kugeln	333
Kapitel 22: Atome im wirklichen Leben	339
Kapitel 23: Quantenmechanik	351
Teil VI: Kernphysik	373
Kapitel 24: Kerne: kleiner als Atome	375
Kapitel 25: Plötzlich ist der Kern weg	387
Kapitel 26: Anwendungen der Kerne	399





10 Auf einen Blick

Teil VII: Festkörperphysik	407
Kapitel 27: Atome in Festkörpern	409
Kapitel 28: Das Gitter bewegt sich	425
Kapitel 29: Elektronen im Festkörper	437
Kapitel 30: Halbleiter sind keine halben Leiter	455
Kapitel 31: p-n Übergang in der Praxis	475
Teil VIII: Der Top-Ten-Teil	489
Kapitel 32: Zehn Ratschläge um Spaß an der Physik zu haben	491
Spickzettel	495
Stichwortverzeichnis	497





Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	7
Danksagung	7
Einleitung	19
Über dieses Buch	19
Konventionen in diesem Buch	19
Törichte Annahmen über die Leser	19
Wie dieses Buch aufgebaut ist	20
Teil I: Mechanik	20
Teil II: Thermodynamik	20
Teil III: Elektrizitätslehre und Magnetismus	20
Teil IV: Optik	20
Teil V: Atomphysik	21
Teil VI: Kernphysik	21
Teil VII: Festkörperphysik	21
Teil VIII: Der Top-Ten-Teil	21
Anhang	21
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	21
Wie es weitergeht	22
TEIL I	
MECHANIK	23
Kapitel 1	
Mathematische Buddelkiste	25
Physikalische Größen und Einheiten	25
Welche Einheit hat die Größe	26
Rechnen mit Skalaren	27
Mit Vektoren rechnen	28
Addition von Vektoren	29
Zerlegung von Vektoren	30
Länge eines Vektors	31
Skalarprodukt von Vektoren	31
Vektorprodukt von Vektoren	33
Trigonometrische Funktionen	35
Komplexe Zahlen	37
Differentiation	40
Integration	43
Einige theoretische Betrachtungen	43
Praktisches Integrieren	46
Reihenentwicklungen	48





12 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 2	
Kräfte Schaffen Bewegung	51
Bewegungen – gerade und im Kreis.....	51
Wie schnell darf es sein?.....	51
Alles dreht sich im Kreis.....	53
Vektoren können Kreisbewegungen beschreiben.....	55
Bewegung im Schwerfeld.....	56
Newton und Kepler waren genial.....	58
Das newtonsche Gravitationsgesetz.....	59
Keplers Gesetze.....	60
Kräfte und Axiome bestimmen die Mechanik.....	62
Erstes newtonsche Axiom.....	63
Zweites newtonsches Axiom.....	63
Der Drehimpuls.....	66
Drittes newtonsches Axiom.....	70
Kapitel 3	
Arbeit und Energie	73
Arbeit müssen alle leisten.....	73
Leistung ist Arbeit pro Zeit.....	78
Energie geht uns alle an.....	78
Potenzielle Energie.....	78
Kinetische Energie.....	79
Rotationsenergie.....	79
Energie einer gespannten Feder.....	80
Kapitel 4	
Erhaltungssätze und ihre Folgen	83
Energieerhaltung... ..	83
... und Impulserhaltung... ..	85
Elastischer Stoß.....	85
Inelastischer Stoß.....	86
Managpendel.....	87
Stoßprobleme in einer Ebene.....	88
... und Drehimpulserhaltung auch.....	90
Kapitel 5	
Alles schwingt	93
Ungedämpfte Schwingungen.....	93
Pendel als Prototyp für Schwingungen.....	93
Anfangsbedingungen sind manchmal mühsam.....	100
Wenn das Pendel mal weit ausschlägt.....	103
Gedämpfte Schwingung berechnen.....	104
Schwingungen können auch erzwungen werden.....	108





Inhaltsverzeichnis 13

Kapitel 6	
Wellen schlagen	115
Die Wellengleichung macht's	115
Wellen machen sich breit	117
Wenn Wellen sich überlagern	122
Konstruktiv oder destruktiv	122
Stehende Wellen	123
Wellen reisen in Gruppen	124
Fourier	126
Kapitel 7	
Alles ist relativ...	129
Transformationen machen fit	129
Schneller geht's nicht	131
Gleichzeitigkeit geht verloren	134
Länge, Geschwindigkeit, Masse und Energie	135
Längen verkürzen sich	135
Geschwindigkeiten addieren sich seltsam	135
Massen nehmen zu	137
TEIL II	
THERMODYNAMIK	139
Kapitel 8	
Temperatur: Warm und Kalt	141
Celsius, Fahrenheit und Kelvin	141
Das ideale Gas	143
Die Freiheit eines Moleküls	145
Ein, zwei, ..., ganz viele Teilchen	145
Druck, Volumen und Temperatur halten zusammen	147
Jeder mit seiner Geschwindigkeit	149
Reale Gase: so sieht die Wirklichkeit aus	152
Kapitel 9	
Zustände ändern sich	155
... in idealen Gasen...	155
Temperaturveränderungen	156
Isochoren: gleiche Volumina – keine Arbeit	157
Isothermen: die Temperatur verändert sich nicht	158
Adiabatische Prozesse	159
Isobarer Prozess: der Druck bleibt konstant	160
... und in realen Gasen	161
Wärmekapazität: je kleiner desto wärmer	163





14 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 10	
Unordnung nimmt von selber zu	167
Entropie als thermodynamische Größe	167
Entropie als statistische Größe	171
Mit Enthalpie Gase verschieben	173
Kapitel 11	
Aus Wärme Kraft erzeugen	177
Der Otto-Motor läuft rund	177
Der Carnot-Prozess ist optimal	179
Der Stirling-Motor ohne interne Verbrennung	186
Kapitel 12	
Flüssigkeiten in Bewegung	191
Druckveränderung durch Schwerkraft	191
Statische Flüssigkeiten	191
Schweredruck in Gasen	194
Sich gemeinsam fortbewegen: Viskosität und Strömungen	195
Brownsche Bewegung in Flüssigkeiten	195
Strömende Flüssigkeiten	198
Strömungen mit Reibung	200
Strömungen mit höherer Geschwindigkeit	205
TEIL III	
ELEKTRIZITÄTSLEHRE UND MAGNETISMUS	209
Kapitel 13	
Ladungen ohne Bewegung	211
Coulombgesetz	211
Elektrische Felder	215
Elektrischer Fluss	219
Elektrische Felder in Materie	223
Mit Spannung zur Spannung	225
Kondensator	226
Kapitel 14	
Elektrische Ströme	233
Ströme <i>panda rei</i> (alles fließt)	233
Kirchhoffsche Gesetze	237
Auf- und Entladen von Kondensatoren	242
Kapitel 15	
Magnetfelder und Ströme	247
Magnetfelder	247
... im Vakuum	247
... und in Materie	249





Inhaltsverzeichnis 15

Ströme erzeugen Magnetfelder	251
Ampèresches Durchflutungsgesetz	253
Kräfte zwischen Strömen	255
Leiterschaukel	255
Biot–Savartsches Gesetz	257
Magnetfelder erzeugen Ströme	258
Wechselspannung und Wechselströme	261
Ohmsches Gesetz bei Wechselspannungen	262
Der LC Schwingkreis	264

Kapitel 16 **Elektromagnetismus** **267**

Elektrische und magnetische Felder	267
Ein Transformator für Wechselspannungen	269
Generatoren erzeugen Strom	271
Elektromagnetische Felder im Wechselspiel	273
Maxwells geniale Gleichungen	276

TEIL IV **OPTIK** **279**

Kapitel 17 **Licht verbiegen** **281**

Licht – Welle oder Teilchen?	281
Licht als Welle	282
Licht und Medien	285
Reflexion	285
Snelliussches Brechungsgesetz	287
Totalreflexion	291
Farbzerlegung mit Hilfe des Prismas	292
Linsen und Abbildungen	293
Listingsche Strahlenkonstruktion	296

Kapitel 18 **Raffinierte Linsen** **301**

Aus der Ferne heranholen	301
Winziges ganz groß machen	302
Ganz Winziges ganz groß machen	304

Kapitel 19 **Licht spaltet sich auf** **309**

Beugung am Spalt	309
Interferenz am Doppelspalt	312
Optische Gitter zur Analyse	315





16 Inhaltsverzeichnis

TEIL V

ATOMPHYSIK.....317

Kapitel 20

Die Welt der Atome 319

Streuversuche an Atomen	319
Die Entdeckung des Photons	322
Diskrete Strahlung	327
Compton-Effekt	329

Kapitel 21

Kern und Kugeln 333

Bohrsches Atommodell	333
Elektronen treffen auf Atome	337

Kapitel 22

Atome im wirklichen Leben 339

Energiesparlampen	339
Wie viel Uhr ist es, bitte?	341
Die Grundlage des Laserschwerts	343
Mit Röntgenstrahlen durchsehen	346
Klein aber fein: die Mikrosonde	348

Kapitel 23

Quantenmechanik 351

Und wieder die Frage: Welle oder Teilchen?	352
Wellenpakete und Unschärferelation	353
Schrödingergleichung: die Königsklasse	357
Elektronen im Wasserstoffatom	362
Die Bedeutung der Quantenzahlen l und m_l	368
Pauli-Prinzip und Periodensystem	369
Stern-Gerlach Experiment	371

TEIL VI

KERNPHYSIK.....373

Kapitel 24

Kerne: kleiner als Atome 375

Kernform	375
Sie bauen sich Atomkerne	379
Wieso hält ein Kern zusammen?	381
Ein Kern wiegt zu wenig	383

Kapitel 25

Plötzlich ist der Kern weg 387

Der Kern spuckt ein großes Teilchen aus	387
Zwei kleine Teilchen entfliehen dem Kern	389



Inhaltsverzeichnis 17

Kerne entsenden Photonen	392
Energie von Alpha, Beta oder Gamma Strahlen	393
Countdown zum Zerfall.....	394
Kernspaltung und Kernfusion – jetzt wird es heiß	396

Kapitel 26**Anwendungen der Kerne.....399**

Energieerzeugung mit Kernen.....	399
Kernspaltung oder »leichter-werdende« Kerne	399
Kernfusion oder »schwerer-werdende« Kerne	402
Strahlungseinheiten.....	402
Wirkung der Kernstrahlung.....	403
Zerfälle zählen	404

TEIL VII**FESTKÖRPERPHYSIK.....407****Kapitel 27****Atome in Festkörpern.....409**

Alles hat seine Ordnung.....	409
Ungeordnete Festkörper	411
Einkristalle und Einheitszellen.....	412
Basis mit nur einem Atom.....	414
Basis mit mehr als einem Atom	418
Strukturbestimmung mit Röntgenstrahlung.....	418
Konstruktive Interferenzen mit der Bragg-Bedingung	420
Auswahlregeln bei der Röntgenstreuung	422

Kapitel 28**Das Gitter bewegt sich.....425**

Reziproker Raum – eine geniale Erfindung.....	425
Lineare Kette mit einem Atom in der Basis.....	428
Lineare Kette mit zwei Atomen in der Basis.....	431
Ein wirklicher Kristall.....	435

Kapitel 29**Elektronen im Festkörper.....437**

So tun als ob es nur Elektronen gäbe.....	437
Jedes Elektron hat einen Zustand für sich.....	439
Gefangene Elektronen.....	443
Elektronen spüren die Atome	444
Elektronen bewegen sich.....	447
Elektrischer Widerstand.....	447



18 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 30

Halbleiter sind keine halben Leiter	455
Löcher: das Gegenteil von Elektronen	455
Direkt oder indirekt	456
Zu Gast beim Halbleiter	458
Dotierte Halbleiter werden aufgewärmt	462
Alle wollen mobil sein	467
Der p-n Übergang	468
Mit Spannung wird's spannend	471

Kapitel 31

p-n Übergang in der Praxis	475
Diode – Einbahnstraße für Ströme	475
Sonnenlicht in Strom verwandeln	477
Transistor: elektronischer Schalter für Ströme	480
Eine »umgekehrte« Solarzelle	483
Kohärentes Licht aus Dioden: Halbleiterlaser	485

TEIL VIII

DER TOP-TEN-TEIL	489
-------------------------------	------------

Kapitel 32

Zehn Ratschläge um Spaß an der Physik zu haben	491
Studieren geht über Probieren	491
Nur das Experiment zählt	491
Selber experimentieren	491
Applets: mit dem Internet arbeiten	491
Experimentieren von zuhause aus	492
Einblick in die theoretische Physik	492
Bücherwürmer	492
Physik vertiefen	492
In andere Dimensionen gehen	492
Für den Kaminsessel	493

Spickzettel	495
--------------------------	------------

Stichwortverzeichnis	497
-----------------------------------	------------

