

Auf einen Blick

Über den Autor	9
Einführung	23
Teil I: Die Grundlagen	27
Kapitel 1: Mit Physik die Welt verstehen	29
Kapitel 2: Die Grundlagen verstehen	35
Kapitel 3: Geschwindigkeit ist keine Hexerei	47
Kapitel 4: Richtungsweisend: Wo geht es lang?	63
Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein	81
Kapitel 5: Ziehen und Schieben: Kräfte	83
Kapitel 6: Auf der schiefen Bahn: Geneigte Ebenen und Reibung	101
Kapitel 7: Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen	119
Teil III: Energie und Arbeit	137
Kapitel 8: Physik in Aktion	139
Kapitel 9: Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß	157
Kapitel 10: Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen	173
Kapitel 11: Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen	191
Kapitel 12: Hin und her, hin und her: Harmonische Bewegungen	207
Teil IV: Alles über Wärme	223
Kapitel 13: Heiß auf Thermodynamik	225
Kapitel 14: Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung	237
Kapitel 15: Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik	253
Teil V: Elektrischer Strom und Magnete	269
Kapitel 16: Wie elektrisiert	271
Kapitel 17: Ständig unter Strom	289
Kapitel 18: Überaus anziehend: Magnetismus	305
Kapitel 19: Spannende Ströme	321
Kapitel 20: Linsen und Spiegel im Rampenlicht	339
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	355
Kapitel 21: Alles ist relativ(istisch)	357
Kapitel 22: Zehn wilde Theorien	365
Anhang: Lösungen	371
Glossar	387
Stichwortverzeichnis	393

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	9
Einführung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	23
Was Sie nicht lesen müssen.....	24
Törichte Annahmen über den Leser	24
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	24
Teil I: Die Grundlagen	24
Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein	25
Teil III: Energie und Arbeit	25
Teil IV: Alles über Wärme	25
Teil V: Elektrischer Strom und Magnete	25
Teil VI: Der Top-Ten-Teil.....	25
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26
Wie es weitergeht.....	26
 TEIL I	
DIE GRUNDLAGEN	27
Kapitel 1	
Mit Physik die Welt verstehen.....	29
Womit sich die Physik beschäftigt	29
Mit Bewegung fängt es an	30
Überall ist Energie	31
Warm und gemütlich	32
Vom Blitzschlag zum Laserstrahl	32
Verrückt, verrückter ... Physik!	33
 Kapitel 2	
Die Grundlagen verstehen	35
Nicht erschrecken, es ist nur Physik.....	36
Messen und Voraussagen	37
Die Einheiten im Auge behalten	38
Von Meter zu Ellen und zurück: Einheiten umrechnen	39
Nieder mit den Nullen: Die wissenschaftliche Schreibweise	41
Die Genauigkeit von Messwerten	42
Ziffern, die zählen	42
Fehler zugeben.....	43
Etwas einfache Algebra	44
... und noch ein bisschen Trigonometrie	45

Kapitel 3

Geschwindigkeit ist keine Hexerei.....

47

Strecken und Entfernungen.....

48

Achsen gliedern die Welt

49

Von der Strecke zur Geschwindigkeit.....

50

Was ist eigentlich Geschwindigkeit?.....

51

Ein Blick auf den Tacho: Momentangeschwindigkeit.....

52

Gleichmäßig voran: Konstante Geschwindigkeit

52

Stop-and-go: Wechselnde Geschwindigkeit.....

52

Mittelmaß: Durchschnittsgeschwindigkeit

52

Mittlere gegen konstante Geschwindigkeit.....

53

Schneller oder langsamer: Beschleunigung.....

54

Die Definition der Beschleunigung.....

55

Die Einheit der Beschleunigung.....

55

Positive und negative Beschleunigungen.....

57

Mittlere und momentane Beschleunigung.....

57

Konstante und variable Beschleunigung.....

57

Die Beziehung zwischen Beschleunigung, Zeit und Strecke

58

Eine nahe liegende Beziehung.....

58

Noch mehr Geschwindigkeit

59

Die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Strecke

61

Kapitel 4

Richtungsweisend: Wo geht es lang?

63

Vektoren verstehen

63

Orientierungshilfe: Das Vektorprinzip

64

Von A nach B: Vektoren addieren.....

65

Neue Wege gehen: Vektoren subtrahieren.....

66

Zahlenspiele mit Vektoren.....

67

Vektoren und ihre Komponenten.....

69

Komponenten von Vektoren aus Beträgen und Winkeln bestimmen

69

Beträge und Winkel aus Vektorkomponenten bestimmen.....

71

Vektoren enträtseln.....

73

Strecken sind auch Vektoren

74

Noch ein Vektor: Geschwindigkeit.....

75

Einer geht noch: Beschleunigung.....

75

Im Bann der Schwerkraft: Der freie Fall.....

77

TEIL II

MÖGEN DIE KRÄFTE DER PHYSIK MIT IHNEN SEIN.....

81

Kapitel 5

Ziehen und Schieben: Kräfte

83

Kräfte walten überall

83

Bühne frei für das erste newtonsche Gesetz

84

In Schwung kommen: Masse und Trägheit.....

85

Maße für Masse.....

86

Darf ich vorstellen: Das zweite newtonsche Gesetz..... 86

 Krafteinheit..... 87

 Resultierende Kräfte 87

Das große Finale: Das dritte newtonsche Gesetz..... 92

 Reibung und das dritte newtonsche Gesetz..... 93

 Winkel und Kräfte im dritten newtonschen Gesetz 95

 Im Gleichgewicht..... 97

Kapitel 6

Auf der schiefen Bahn: Geneigte Ebenen und Reibung 101

Nur nicht runterziehen lassen: Gravitation..... 101

Rolltreppe abwärts: Die schiefe Ebene..... 102

 Winkelzüge 103

 Beschleunigung macht Spaß..... 105

Reibereien..... 105

 Reibung und Normalkraft..... 106

 Der Reibungskoeffizient 106

 Haften und Gleiten 108

 Mit Reibung bergauf 109

Schwerkraft und Flugbahnen..... 114

 Hoch hinaus: Die Maximalhöhe..... 114

 In höchste Höhen: Flugzeit..... 115

 Hin und zurück: Die gesamte Flugdauer..... 115

 Ein Schuss in einem beliebigen Winkel 116

Kapitel 7

Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen 119

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung..... 120

Richtungsänderung: Die Zentripetalbeschleunigung 121

 Unter dem Einfluss der Zentripetalbeschleunigung..... 122

 Der Betrag der Zentripetalbeschleunigung..... 122

 Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft..... 122

Mit Vollgas durch die Kurve: Die Zentripetalkraft hilft..... 124

Winkelkoordinaten: Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung..... 126

Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das newtonsche Gravitationsgesetz..... 128

 Gravitation an der Erdoberfläche: Die Erdbeschleunigung..... 129

 Kreisbahnen und das Gravitationsgesetz..... 130

Rundherum: Vertikale Kreisbewegung 134

TEIL III

ENERGIE UND ARBEIT 137

Kapitel 8

Physik in Aktion 139

Es ist nicht so, wie Sie denken 139

 Arbeit messen..... 140

16 Inhaltsverzeichnis

Gewichte stemmen.....	140
Zug um Zug.....	141
Negative Arbeit.....	142
Mit Schwung voran: Kinetische Energie.....	143
Eine Formel für die kinetische Energie	144
Kinetische Energie in der Praxis.....	145
Das wahre Leben: Resultierende Kräfte.....	147
Energievorrat: Potenzielle Energie.....	148
Der Kampf gegen die Schwerkraft	149
Bäumchen, wechsle dich! Die Umwandlung von kinetischer in potenzielle Energie	150
Am Scheideweg: Konservative und nicht-konservative Kräfte.....	150
Vorwärts, rückwärts, rundherum: Energieerhaltung.....	152
Wie im freien Fall.....	153
Hoch hinaus.....	154
Arbeite schneller, die Leistung zählt!	154
Leistung messen.....	155
Was Leistung sonst noch bedeutet.....	156

Kapitel 9

Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß..... 157

Rempelei: Der Kraftstoß.....	157
Impulse geben.....	159
Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß.....	160
Noch einmal Poolbillard: Kraftstoß und Impuls	161
Kraftvoll durch den Regen.....	162
Impulserhaltung.....	163
Geschwindigkeit im Griff: Impulserhaltung in der Praxis.....	164
Impulserhaltung und Schussgeschwindigkeit.....	165
Auto gegen Auto: Elastische und inelastische Stöße.....	167

Kapitel 10

Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen..... 173

Von der geradlinigen Bewegung zur Rotation	173
Die Tangentialbewegung.....	174
Die Tangentialgeschwindigkeit.....	174
Die Tangentialbeschleunigung.....	176
Die Zentripetalbeschleunigung.....	177
Vektoren und Rotationsbewegungen.....	178
Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit	178
Der Vektor der Winkelbeschleunigung	179
Drehen und Wenden: Das Drehmoment.....	180
Die Drehmomentgleichung.....	181
Hebelarme verstehen	183
Drehmomente bestimmen	183
Das Drehmoment als Vektor	185

Nicht wackeln: Rotationsgleichgewicht.....	186
Flagge zeigen: Immer schön im Gleichgewicht	186
Ein Rotationsgleichgewicht mit Reibung	188

Kapitel 11

Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen..... 191

Das zweite newtonsche Gesetz in Rotation	191
Tangentialbeschleunigung und Winkelbeschleunigung.....	193
Das Trägheitsmoment.....	193
Das Trägheitsmoment unter der Lupe	194
Angewandte Trägheit: Drehmomente im CD-Player	195
Winkelbeschleunigung und Drehmoment: Noch ein Beispiel	197
Arbeit und kinetische Energie bei Rotationsbewegungen.....	198
In der Tretmühle: Arbeit bei Rotationen.....	198
Kinetische Energie bei Rotationsbewegungen	200
Die kinetische Energie der Rotation auf einer Rampe.....	201
Nicht zu bremsen: Der Drehimpuls	203
Die Drehimpulserhaltung	204
Satellitenbahnen: Die Drehimpulserhaltung in der Praxis.....	204

Kapitel 12

Hin und her, hin und her: Harmonische Bewegungen..... 207

Federkraft: Das hookesche Gesetz	207
Immer schön nachfedern	208
Das hookesche Gesetz und die Richtung der Kraft.....	209
Die einfache harmonische Bewegung.....	209
Senkrecht und waagrecht	210
Ein genauerer Blick auf die harmonische Bewegung.....	211
Die Kreisfrequenz einer Masse an einer Feder	217
Die Energie in einfachen harmonischen Bewegungen	219
Schwingende Pendel	221

TEIL IV

ALLES ÜBER WÄRME 223

Kapitel 13

Heiß auf Thermodynamik..... 225

Der Sprung ins warme Wasser.....	225
Das Thermometer sagt Celsius.....	226
US-Thermometer sagen Fahrenheit	226
Das Thermometer sagt Kelvin	226
Es wird warm: Längenausdehnung.....	227
Noch ein Koeffizient.....	228
Ein Beispiel für Gleisarbeiter	229
Es bleibt warm: Volumenausdehnung.....	230
Mit dem (Wärme-)Strom schwimmen	230

18 Inhaltsverzeichnis

Die Phase ändert sich, die Temperatur nicht..... 233
 Phasenumwandlung: Das Eis ist gebrochen!..... 233
 Gut versteckt: Latente Wärme..... 234

Kapitel 14

Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung..... 237

In Wallung versetzt: Konvektion..... 237
Autsch, das war heiß! Wärmeleitung..... 239
 Wovon die Wärmeleitung abhängt..... 239
 Die Gleichung für die Wärmeleitung anwenden..... 241
Warme Strahlung..... 242
 Die Strahlung ist da, auch wenn man sie nicht sieht..... 242
 Schwarze Körper..... 244
Das Geheimnis der Avogadro-Zahl..... 245
Das Gasgesetz wird geschmiedet..... 246
 Ein Beispiel: Der Druck eines idealen Gases..... 248
 Alternativen: Die Gesetze von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac..... 248
Gasmoleküle haben's eilig..... 249
 Die Geschwindigkeit von Luftmolekülen..... 250
 Die kinetische Energie eines idealen Gases..... 250

Kapitel 15

Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik.... 253

Das thermische Gleichgewicht erreichen: Nullter Hauptsatz..... 253
Wärme und Arbeit erhalten: Der erste Hauptsatz..... 254
 Energieerhaltung mit Zahlen..... 255
 Die Zustände ändern sich..... 256
 Vom Umgang mit spezifischen Wärmekapazitäten..... 262
Wohin die Wärme fließt: Der zweite Hauptsatz..... 263
 Arbeit aus Wärme mit Wärmekraftmaschinen..... 264
 Vom Wirkungsgrad einer Dampfmaschine..... 264
 Man kann nicht alles haben, sagt Carnot..... 265
Kälter geht's nicht: Der dritte (und absolut letzte) Hauptsatz..... 267

TEIL V

ELEKTRISCHER STROM UND MAGNETE..... 269

Kapitel 16

Wie elektrisiert..... 271

Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton..... 271
Ziehen und Schieben: Elektrische Kräfte..... 272
 Das coulombsche Gesetz..... 272
 Abstand halten..... 273
 Die Geschwindigkeit von Elektronen..... 274
 Kräfte zwischen mehreren Ladungen..... 274

Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder 276

 Aus allen Richtungen: Felder von Punktladungen 277

 Ganz schön geladen: Das elektrische Feld im Plattenkondensator 278

Die Spannung hochdrehen 280

 Berechnung der elektrischen potenziellen Energie 280

 Spannung ist Potenzial 282

 Das elektrische Potenzial bleibt erhalten 283

 Das elektrische Potenzial von Punktladungen 284

 Aufladen, was die Kapazität hergibt 285

Kapitel 17

Ständig unter Strom 289

 Der lange Marsch der Elektronen: Strom 289

 Strom definieren 290

 Strom in Batterien berechnen 290

Widerstandsfähig: Das ohmsche Gesetz 291

 Der Strom durch einen Widerstand 291

 Ganz spezifische Widerstände 292

Leistung lohnt sich 293

Schön der Reihe nach: Reihenschaltungen 293

Alles auf einmal: Parallelschaltungen 294

Maschendraht und Knoten: Die kirchhoffschen Regeln 295

 Anwendung der Maschenregel 296

 Rechnen mit vielen Maschen 297

Kondensatoren im Kreis 299

 Kondensatoren in Parallelschaltung 299

 Kondensatoren in Reihenschaltung 300

Kondensator plus Widerstand gleich RC-Schaltkreis 302

Kapitel 18

Überaus anziehend: Magnetismus 305

 Anziehen und Abstoßen 305

 Die Wirkung auf bewegte Ladungen 307

 Die Stärke magnetischer Kräfte 308

 Gebogene Bahnen: Ladungen im Magnetfeld 309

 Magnetfelder arbeiten nicht 310

 ... aber sie wirken trotzdem! 310

Ströme verbiegen 312

 Kräfte auf Ströme 312

 Rotierende Schleifen 313

Das Magnetfeld eines Drahts 315

Magnetfelder in Leiterschleifen 317

Schön gleichmäßig: Magnetfelder von Spulen 319

Kapitel 19	
Spannende Ströme	321
Eine Spannung wird induziert	321
Spannende Bewegung im Magnetfeld	322
Induktionsspannung und Fläche	323
Faraday und der Fluss	324
Richtige Vorzeichen: Die lenzsche Regel	326
Induktivitäten	328
Auf und ab: Wechselstromkreise	329
Harmonische Sinusspannung	330
Im Gleichschritt durch den Widerstand	330
Am Kondensator eilt der Strom voraus	331
An der Spule trödelt der Strom	334
Dreifache Herausforderung: RCL-Stromkreise	336
 Kapitel 20	
Linsen und Spiegel im Rampenlicht	339
Alles über Spiegel – legeipS rebü sella	339
Licht wird abgelenkt	340
Licht brechen mit Snellius	340
Gemessene und gefühlte Tiefe	341
Spieglein, Spieglein an der Wand	343
Hohlspiegel wirken vergrößernd	343
Konvexe Spiegel wirken verkleinernd	348
Mit Linsen sieht man besser	349
Sammellinsen wirken vergrößernd	349
Zerstreuungslinsen wirken verkleinernd	353
 TEIL VI	
DER TOP-TEN-TEIL	355
 Kapitel 21	
Alles ist relativ(istisch)	357
Die Natur behandelt alle gleich	357
Licht ist immer gleich schnell	358
Bei hoher Geschwindigkeit dehnt sich die Zeit	359
Raumfahrer altern langsamer	359
Bei hoher Geschwindigkeit schrumpft die Länge	360
Materie ist gleich Energie	360
Materie plus Antimaterie gleich ... bumm	361
Die Sonne verliert an Masse	361
Es geht nicht schneller	362
Und Newton hat trotzdem recht!	362

Kapitel 22

Zehn wilde Theorien 365

 Ganz klein ... und ganz anders..... 365

 Hier und da zugleich..... 366

 Gravitation krümmt den Raum 367

 Schwarze Löcher halten Licht fest..... 367

 Geht's noch kleiner? 368

 Explosive Mischung: Materie und Antimaterie 368

 Auch nicht schlecht: Supernovae..... 369

 Vom Urknall zum Endknall..... 369

 Dunkle Bedrohung 369

 Zukunftsphysik 370

Anhang: Lösungen 371

Glossar..... 387

Stichwortverzeichnis 393