

Inhaltsverzeichnis

Einführung	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	20
Teil I: Die Grundlagen	20
Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein	20
Teil III: Energie und Arbeit	21
Teil IV: Alles über Wärme	21
Teil V: Elektrischer Strom und Magneten	21
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	21
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	21
Wie es weitergeht	22
Teil I	
Die Grundlagen	23
Kapitel 1	
Mit Physik die Welt verstehen	25
Womit sich die Physik beschäftigt	25
Mit Bewegung fängt es an	26
Überall ist Energie	27
Warm und gemütlich	28
Vom Blitzschlag zum Laserstrahl	28
Verrückt, verrückter, ... Physik!	29
Kapitel 2	
Die Grundlagen verstehen	31
Nicht erschrecken, es ist nur Physik	31
Messen und Voraussagen	33
Behalten Sie die Einheiten im Auge	34
Von Meter zu Ellen und zurück: Einheiten umrechnen	34
Nieder mit den Nullen: Die wissenschaftliche Schreibweise	37
Die Genauigkeit von Messwerten	38
Welche Ziffern zählen	38
Geben Sie Ihre Fehler zu	39
Etwas einfache Algebra	39
... und noch ein bisschen Trigonometrie	40

Kapitel 3	
<i>Geschwindigkeit ist keine Hexerei</i>	43
Strecken und Entfernungen	43
Achsen gliedern die Welt	45
Von der Strecke zur Geschwindigkeit	46
Was ist eigentlich Geschwindigkeit?	47
Ein Blick auf den Tacho: Die Momentangeschwindigkeit	47
Gleichmäßig voran: konstante Geschwindigkeit	48
Stop and Go: wechselnde Geschwindigkeit	48
Mittelmaß: Durchschnittsgeschwindigkeit	48
Mittlere gegen konstante Geschwindigkeit	49
Schneller oder langsamer: Beschleunigung	50
Die Definition der Beschleunigung	50
Die Einheit der Beschleunigung	51
Positive und negative Beschleunigungen	52
Mittlere und momentane Beschleunigung	53
Konstante und variable Beschleunigung	54
Die Beziehung zwischen Beschleunigung, Zeit und Strecke	54
Eine nahe liegende Beziehung	55
Noch mehr Geschwindigkeit	56
Die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Strecke	57
 Kapitel 4	
<i>Richtungsweisend: Wo geht's lang?</i>	59
Vektoren verstehen	59
Orientierungshilfe: Das Prinzip von Vektoren	60
Von A nach B: Vektoren addieren	61
Neue Wege gehen: Vektoren subtrahieren	62
Zahlenspiele mit Vektoren	63
Vektoren und ihre Komponenten	65
Komponenten von Vektoren aus Beträgen und Winkeln bestimmen	65
Beträge und Winkel aus Vektorkomponenten bestimmen	67
Vektoren enträtseln	68
Strecken sind auch Vektoren	69
Noch ein Vektor: Geschwindigkeit	70
Einer geht noch: Beschleunigung	71
Im Bann der Schwerkraft: Der freie Fall	72

Teil II

Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein **75**

Kapitel 5

Ziehen und Schieben: Kräfte **77**

Kräfte walten überall	77
Bühne frei für das erste Newtonsche Gesetz	78
In Schwung kommen: Masse und Trägheit	79
Maße für Masse	79
Darf ich vorstellen: Das zweite Newtonsche Gesetz	80
Krafteinheit	81
Resultierende Kräfte	81
Das große Finale: Das dritte Newtonsche Gesetz	86
Reibung und das dritte Newtonsche Gesetz	87
Winkel und Kräfte im dritten Newtonschen Gesetz	89
Im Gleichgewicht	91

Kapitel 6

Auf der schiefen Bahn: Schiefe Ebenen und Reibung **95**

Lassen Sie sich nicht runterziehen: Gravitation	95
Es geht aufwärts: Die schiefe Ebene	96
Winkelzüge	97
Beschleunigung macht Spaß	98
Reibereien	99
Reibung und Normalkraft	99
Der Reibungskoeffizient	100
Haften und Gleiten	101
Mit Reibung bergauf	103
Schwerkraft und Flugbahnen	107
Hoch hinaus: Die Maximalhöhe	107
Luftikus: Flugzeit	108
Hin und zurück: Die gesamte Flugdauer	108
Ein Schuss in einem beliebigen Winkel	109

Kapitel 7

Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen **111**

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung	111
Richtungsänderung: Die Zentripetalbeschleunigung	112
Unter dem Einfluss der Zentripetalbeschleunigung	113
Der Betrag der Zentripetalbeschleunigung	114
Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft	114
Mit Vollgas durch die Kurve: Die Zentripetalkraft hilft	115
Winkelkoordinaten: Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung	117

Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das Newtonsche Gravitationsgesetz	119
Gravitation an der Erdoberfläche: Die Erdbeschleunigung	120
Kreisbahnen und das Gravitationsgesetz	121
Rundherum: Vertikale Kreisbewegung	125

Teil III

Energie und Arbeit **127**

Kapitel 8 **129**

Physik in Aktion

Es ist nicht so, wie Sie denken ...	129
Arbeit messen	129
Gewichte stemmen	130
Zug um Zug	131
Negative Arbeit	132
Mit Schwung voran: Kinetische Energie	133
Eine Formel für die kinetische Energie	134
Kinetische Energie in der Praxis	135
Das wahre Leben: Resultierende Kräfte	136
Energievorrat: Potentielle Energie	138
Der Kampf gegen die Schwerkraft	138
Bäumchen wechsel dich! Die Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie	139
Am Scheideweg: Konservative und nicht konservative Kräfte	140
Vorwärts, rückwärts, rundherum: Energieerhaltung	141
Wie im freien Fall	143
Hoch hinaus	143
Arbeite schneller, Leistung zählt!	144
Leistung messen	144
Was Leistung sonst noch bedeutet	145

Kapitel 9 **147**

Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß

Rempelei: Der Kraftstoß	147
Impulse geben	148
Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß	149
Noch einmal Poolbillard: Kraftstoß und Impuls	150
Kraftvoll durch den Regen	151
Impulserhaltung	152
Geschwindigkeit im Griff: Impulserhaltung in der Praxis	153
Impulserhaltung und Schlussgeschwindigkeit	154
Auto gegen Auto: Elastische und inelastische Stöße	156
Gummibälle: Elastische Stöße	156
Kneteklumpen: Inelastische Stöße	157

Stöße in einer Dimension	157
Stöße in zwei Dimensionen	159

Kapitel 10

Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen **161**

Von der geradlinigen Bewegung zur Rotation	161
Die Tangentialbewegung	162
Die Tangentialgeschwindigkeit	162
Die Tangentialbeschleunigung	164
Die Zentripetalbeschleunigung	164
Vektoren und Rotationsbewegungen	166
Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit	166
Der Vektor der Winkelbeschleunigung	167
Drehen und wenden: Das Drehmoment	168
Die Drehmomentgleichung	169
Hebelarme verstehen	171
Drehmomente bestimmen	172
Das Drehmoment als Vektor	173
Nicht wackeln: Rotationsgleichgewicht	173
Flagge zeigen: Immer schön im Gleichgewicht	174
Ein Rotationsgleichgewicht mit Reibung	175

Kapitel 11

Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen **179**

Das zweite Newtonsche Gesetz in Rotation	179
Tangentialbeschleunigung und Winkelbeschleunigung	180
Das Trägheitsmoment	181
Das Trägheitsmoment unter der Lupe	181
Drehmomente im CD-Player: Trägheit in der Praxis	183
Winkelbeschleunigung und Drehmoment: Noch ein Beispiel	184
Arbeit und kinetische Energie in Rotationsbewegungen	186
In der Tretmühle: Arbeit bei Rotationen	186
Kinetische Energie in Rotationsbewegungen	188
Die kinetische Energie der Rotation auf einer Rampe	189
Nicht zu bremsen: Der Drehimpuls	191
Die Drehimpulserhaltung	191
Satellitenbahnen: Die Drehimpulserhaltung in der Praxis	192

Kapitel 12

Hin und her, hin und her: Harmonische Bewegungen **193**

Federkraft: Das Hookesche Gesetz	193
Immer schön nachfedern	194
Das Hookesche Gesetz und die Richtung der Kraft	194

Die einfache harmonische Bewegung	195
Senkrecht und waagrecht	195
Ein genauerer Blick auf die harmonische Bewegung	197
Die Kreisfrequenz einer Masse an einer Feder	203
Die Energie in einfachen harmonischen Bewegungen	204
Schwingende Pendel	206

Teil IV

Alles über Wärme

209

Kapitel 13

Einheizen mit Thermodynamik

211

Der Sprung ins heiße Wasser	211
Das Thermometer sagt Celsius	212
Das Thermometer sagt Fahrenheit	212
Das Thermometer sagt Kelvin	212
Es wird warm: Längenausdehnung	213
Wieder ein Koeffizient	214
Ein Beispiel für Gleisarbeiter	215
Es bleibt warm: Volumenausdehnung	215
Mit dem (Wärme-)Strom schwimmen	216
Die Phase ändert sich, die Temperatur nicht	218
Phasenumwandlung: Das Eis ist gebrochen!	219
Gut versteckt: Latente Wärme	220

Kapitel 14

Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung

221

Im Wasserkocher: Konvektion	221
Autsch, das war heiß! Wärmeleitung	222
Wovon die Wärmeleitung abhängt	223
Die Gleichung für die Wärmeleitung anwenden	225
Licht senden, Licht empfangen: Strahlung	226
Die Strahlung ist da, auch wenn man sie nicht sieht	226
Ganz Schwarze Körper	228
Das Geheimnis der Avogadro-Zahl	229
Das Gasgesetz wird geschmiedet	230
Ein Beispiel: Der Druck eines idealen Gases	232
Alternativen: Die Gesetze von Boyle und Charles	232
Gasmoleküle haben's eilig	233
Die Geschwindigkeit von Luftmolekülen	233
Die kinetische Energie eines idealen Gases	234

Kapitel 15

Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik 237

Das thermische Gleichgewicht erreichen: Nullter Hauptsatz	237
Wärme und Arbeit erhalten: Der Erste Hauptsatz	238
Energieerhaltung mit Zahlen	239
Isobar, isochor, isotherm, adiabatisch – und was noch ...?	239
Vom Umgang mit spezifischen Wärmekapazitäten	246
Wärme fließen lassen: Der Zweite Hauptsatz	248
Arbeit aus Wärme mit Wärmekraftmaschinen	248
Vom Wirkungsgrad einer Dampfmaschine	248
Man kann nicht alles haben, sagt Carnot	249
Jetzt wird's kalt: Der Dritte (und absolut letzte) Hauptsatz	251

Teil V

Elektrischer Strom und Magneten 253

Kapitel 16

Die Luft mit Elektrostatik knistern lassen 255

Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton	255
Ziehen und schieben: Elektrische Kräfte	256
Das Coulombsche Gesetz	256
Bälle auf Distanz halten	257
Die Geschwindigkeit von Elektronen	257
Kräfte zwischen mehreren Ladungen	258
Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder	259
Aus allen Richtungen: Felder von Punktladungen	261
Schön gleichmäßig geladen: Das elektrische Feld im Plattenkondensator	262
Dreh die Spannung hoch! Das elektrische Potential	264
Berechnung der elektrischen potentiellen Energie	264
Spannung ist Potential	265
Das elektrische Potential bleibt erhalten	266
Das elektrische Potential von Punktladungen	267
Aufladen, was die Kapazität hergibt	269

Kapitel 17

Elektronen mit Stromkreisen schubsen 271

Der lange Marsch der Elektronen: Strom	271
Strom definieren	272
Strom in Batterien berechnen	272
Widerstandsfähig: Das Ohmsche Gesetz	273
Der Strom durch einen Widerstand	273
Ganz spezifische Widerstände	274
Es wird was geleistet	274
Schön der Reihe nach: Reihenschaltungen	275

Alles auf einmal: Parallelschaltungen	276
Knoten und Schleifen binden: Kirchhoffsche Regeln	277
Anwendung der Maschenregel	278
Rechnen mit vielen Maschen	279
Kondensatoren im Kreis	281
Kondensatoren in Parallelschaltung	281
Kondensatoren in Reihenschaltung	282
Kondensator plus Widerstand gleich RC-Schaltkreis	283

Kapitel 18

Überaus anziehend: Magnetismus **285**

Anziehen und abstoßen	285
Zwang auf bewegte Ladungen	287
Die Stärke magnetischer Kräfte	288
Jeder auf seiner Bahn: Geladene Teilchen im Magnetfeld	289
Magnetfelder arbeiten nicht ...	289
... aber sie wirken trotzdem!	290
Ströme verbiegen	291
Kräfte auf Ströme	291
Ströme werden gedreht	293
Das Magnetfeld eines Drahts	294
Magnetfelder in Leiterschleifen	296
Schön gleichmäßig: Magnetfelder von Spulen	298

Kapitel 19

Ströme mit Spannung fließen lassen **301**

Eine Spannung wird induziert	301
Spannende Bewegung im Magnetfeld	302
Induktionsspannung und Fläche	303
Faraday und der Fluss	304
Richtige Vorzeichen: Die Lenzsche Regel	306
Induktivitäten	308
Auf und ab: Wechselstromkreise	308
Wie die Wechselspannung aussieht	309
Dem Widerstand ist alles egal	310
Am Kondensator beeilt sich der Strom	311
An der Spule trödelt der Strom	314
Die dreifache Herausforderung: RCL-Stromkreise	316

Kapitel 20

Ein Lichtstrahl auf Linsen und Spiegeln **319**

Alles über Spiegel – legeipS rebü sella	319
Licht wird abgelenkt	320
Licht brechen mit Snellius	320

Gemessene und »gefühlte« Tiefe	321
Spieglein, Spieglein an der Wand	322
Hohlspiegel wirken vergrößernd	323
Konvexe Spiegel wirken verkleinernd	328
Mit Linsen sieht man besser	329
Sammellinsen wirken vergrößernd	329
Zerstreuungslinsen wirken verkleinernd	332

Teil VI

Der Top-Ten-Teil

335

Kapitel 21

Alles ist relativ(istisch)

337

Die Natur behandelt alle gleich	337
Licht ist immer gleich schnell	338
Bei hoher Geschwindigkeit dehnt sich die Zeit	338
Raumfahrer altern langsamer	339
Bei hoher Geschwindigkeit schrumpft die Länge	340
Materie ist gleich Energie	340
Materie plus Antimaterie gleich ... bumm	341
Die Sonne verliert an Masse	341
Es geht nicht schneller als das Licht	341
Und Newton hat trotzdem Recht!	342

Kapitel 22

Zehn wilde Theorien

345

Klein, kleiner ... und ganz anders	345
Man kann nie sicher sein, sagt Heisenberg	346
Gravitation krümmt den Raum	346
Schwarze Löcher halten Licht fest	347
Geht's noch kleiner?	347
Explosive Mischung: Materie und Antimaterie	348
Noch explosiver: Supernovae	348
Vom Urknall zum Endknall	348
Jetzt wird es dunkel	349
Ich weiß, dass ich nichts weiß	349

Glossar

351

Stichwortverzeichnis

357