

Inhaltsverzeichnis

Einführung	21
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	21
Was Sie nicht lesen müssen	22
Törichte Annahmen über den Leser	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist	22
Teil I: Die Grundlagen	22
Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein	22
Teil III: Energie und Arbeit	23
Teil IV: Alles über Wärme	23
Teil V: Elektrischer Strom und Magneten	23
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	23
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	23
Wie es weitergeht	24
 Teil I	
Die Grundlagen	25
 Kapitel 1	
Mit Physik die Welt verstehen	27
Womit sich die Physik beschäftigt	27
Mit Bewegung fängt es an	28
Überall ist Energie	29
Warm und gemütlich	30
Vom Blitzschlag zum Laserstrahl	30
Verrückt, verrückter, ... Physik!	31
 Kapitel 2	
Die Grundlagen verstehen	33
Nicht erschrecken, es ist nur Physik	33
Messen und Voraussagen	35
Behalten Sie die Einheiten im Auge	36
Von Meter zu Ellen und zurück: Einheiten umrechnen	36
Nieder mit den Nullen: Die wissenschaftliche Schreibweise	37
Die Genauigkeit von Messwerten	40
Welche Ziffern zählen	40
Geben Sie Ihre Fehler zu	41
Etwas einfache Algebra	41
... und noch ein bisschen Trigonometrie	42

Kapitel 3

Geschwindigkeit ist keine Hexerei

45

Strecken und Entfernungen	45
Achsen gliedern die Welt	47
Von der Strecke zur Geschwindigkeit	48
Was ist eigentlich Geschwindigkeit?	49
Ein Blick auf den Tacho: Die Momentangeschwindigkeit	49
Gleichmäßig voran: konstante Geschwindigkeit	50
Stop and Go: wechselnde Geschwindigkeit	50
Mittelmaß: Durchschnittsgeschwindigkeit	50
Mittlere gegen konstante Geschwindigkeit	51
Schneller oder langsamer: Beschleunigung	52
Die Definition der Beschleunigung	52
Die Einheit der Beschleunigung	53
Positive und negative Beschleunigungen	54
Mittlere und momentane Beschleunigung	55
Konstante und variable Beschleunigung	55
Die Beziehung zwischen Beschleunigung, Zeit und Strecke	55
Eine nahe liegende Beziehung	56
Noch mehr Geschwindigkeit	57
Die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Strecke	58

Kapitel 4

Richtungsweisend: Wo geht's lang?

63

Vektoren verstehen	63
Orientierungshilfe: Das Prinzip von Vektoren	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	72
Strecken sind auch Vektoren	73
Noch ein Vektor: Geschwindigkeit	74
Einer geht noch: Beschleunigung	75
Im Bann der Schwerkraft: Der freie Fall	76

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	85
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	93
Im Gleichgewicht	97

Kapitel 6***Auf der schiefen Bahn: Schiefe Ebenen und Reibung*****101**

Lassen Sie sich nicht runterziehen: Gravitation	101
Es geht aufwärts: Die schiefe Ebene	102
Winkelzüge	103
Beschleunigung macht Spaß	104
Reibereien	105
Reibung und Normalkraft	105
Der Reibungskoeffizient	106
Haften und Gleiten	107
Mit Reibung bergauf	109
Schwerkraft und Flugbahnen	113
Hoch hinaus: Die Maximalhöhe	113
Luftikus: Flugzeit	114
Hin und zurück: Die gesamte Flugdauer	114
Ein Schuss in einem beliebigen Winkel	115

Kapitel 7***Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen*****119**

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung	119
Richtungsänderung: Die Zentripetalbeschleunigung	120
Unter dem Einfluss der Zentripetalbeschleunigung	121
Der Betrag der Zentripetalbeschleunigung	122
Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft	122
Mit Vollgas durch die Kurve: Die Zentripetalkraft hilft	123
Winkelkoordinaten: Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung	125

Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das Newtonsche Gravitationsgesetz	127
Gravitation an der Erdoberfläche: Die Erdbeschleunigung	129
Kreisbahnen und das Gravitationsgesetz	129
Rundherum: Vertikale Kreisbewegung	133

Teil III

Energie und Arbeit

137

Kapitel 8

Physik in Aktion

139

Es ist nicht so, wie Sie denken ...	139
Arbeit messen	139
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	146
Energievorrat: Potentielle Energie	148
Der Kampf gegen die Schwerkraft	148
Bäumchen wechsel dich! Die Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie	149
Am Scheideweg: Konservative und nicht konservative Kräfte	150
Vorwärts, rückwärts, rundherum: Energieerhaltung	151
Wie im freien Fall	153
Hoch hinaus	153
Arbeite schneller, Leistung zählt!	154
Leistung messen	154
Was Leistung sonst noch bedeutet	155

Kapitel 9

Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß

157

Rempelei: Der Kraftstoß	157
Impulse geben	158
Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß	159
Noch einmal Poolbillard: Kraftstoß und Impuls	160
Kraftvoll durch den Regen	161
Impulserhaltung	162
Geschwindigkeit im Griff: Impulserhaltung in der Praxis	163
Impulserhaltung und Schlussgeschwindigkeit	164
Auto gegen Auto: Elastische und inelastische Stöße	166
Gummibälle: Elastische Stöße	166
Kneteklumpen: Inelastische Stöße	167

Stöße in einer Dimension	167
Stöße in zwei Dimensionen	169

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	176
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	184
Das Drehmoment als Vektor	185
Nicht wackeln: Rotationsgleichgewicht	185
Flagge zeigen: Immer schön im Gleichgewicht	186
Ein Rotationsgleichgewicht mit Reibung	187

Kapitel 11

Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen **191**

Das zweite Newtonsche Gesetz in Rotation	191
Tangentialbeschleunigung und Winkelbeschleunigung	192
Das Trägheitsmoment	193
Das Trägheitsmoment unter der Lupe	193
Drehmomente im CD-Player: Trägheit in der Praxis	195
Winkelbeschleunigung und Drehmoment: Noch ein Beispiel	196
Arbeit und kinetische Energie in Rotationsbewegungen	198
In der Tretmühle: Arbeit bei Rotationen	198
Kinetische Energie in Rotationsbewegungen	200
Die kinetische Energie der Rotation auf einer Rampe	201
Nicht zu bremsen: Der Drehimpuls	203
Die Drehimpulserhaltung	203
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	208

Die einfache harmonische Bewegung	209
Senkrecht und waagrecht	209
Ein genauerer Blick auf die harmonische Bewegung	211
Die Kreisfrequenz einer Masse an einer Feder	217
Die Energie in einfachen harmonischen Bewegungen	218
Schwingende Pendel	220

Teil IV

Alles über Wärme

223

Kapitel 13

Einheizen mit Thermodynamik

225

Der Sprung ins heiße Wasser	225
Das Thermometer sagt Celsius	226
Das Thermometer sagt Fahrenheit	226
Das Thermometer sagt Kelvin	226
Es wird warm: Längenausdehnung	227
Wieder ein Koeffizient	228
Ein Beispiel für Gleisarbeiter	229
Es bleibt warm: Volumenausdehnung	229
Mit dem (Wärme-)Strom schwimmen	230
Die Phase ändert sich, die Temperatur nicht	232
Phasenumwandlung: Das Eis ist gebrochen!	233
Gut versteckt: Latente Wärme	234

Kapitel 14

Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung

237

Im Wasserkocher: Konvektion	237
Autsch, das war heiß! Wärmeleitung	238
Wovon die Wärmeleitung abhängt	239
Die Gleichung für die Wärmeleitung anwenden	241
Licht senden, Licht empfangen: 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	249
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
Isobar, isochor, isotherm, adiabatisch – und was noch ...?	255
Vom Umgang mit spezifischen Wärmekapazitäten	262
Wärme fließen lassen: Der Zweite Hauptsatz	264
Arbeit aus Wärme mit Wärmekraftmaschinen	264
Vom Wirkungsgrad einer Dampfmaschine	264
Man kann nicht alles haben, sagt Carnot	265
Jetzt wird's kalt: Der Dritte (und absolut letzte) Hauptsatz	267

Teil V**Elektrischer Strom und Magneten 269****Kapitel 16****Die Luft mit Elektrostatik knistern lassen 271**

Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton	271
Ziehen und schieben: Elektrische Kräfte	272
Das Coulombsche Gesetz	272
Bälle auf Distanz halten	273
Die Geschwindigkeit von Elektronen	273
Kräfte zwischen mehreren Ladungen	274
Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder	275
Aus allen Richtungen: Felder von Punktladungen	277
Schön gleichmäßig geladen: Das elektrische Feld im Plattenkondensator	278
Dreh die Spannung hoch! Das elektrische Potential	280
Berechnung der elektrischen potentiellen Energie	280
Spannung ist Potential	281
Das elektrische Potential bleibt erhalten	282
Das elektrische Potential von Punktladungen	283
Aufladen, was die Kapazität hergibt	285

Kapitel 17**Elektronen mit Stromkreisen schubsen 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
Es wird was geleistet	292

Schön der Reihe nach: Reihenschaltungen	293
Alles auf einmal: Parallelschaltungen	294
Knoten und Schleifen binden: 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	301

Kapitel 18

Überaus anziehend: Magnetismus **305**

Anziehen und abstoßen	305
Zwang auf bewegte Ladungen	307
Die Stärke magnetischer Kräfte	308
Jeder auf seiner Bahn: Geladene Teilchen im Magnetfeld	309
Magnetfelder arbeiten nicht ...	309
... aber sie wirken trotzdem!	310
Ströme verbiegen	311
Kräfte auf Ströme	311
Ströme werden gedreht	313
Das Magnetfeld eines Drahts	314
Magnetfelder in Leiterschleifen	316
Schön gleichmäßig: Magnetfelder von Spulen	318

Kapitel 19

Ströme mit Spannung fließen lassen **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	328
Wie die Wechselspannung aussieht	329
Dem Widerstand ist alles egal	330
Am Kondensator beeilt sich der Strom	331
An der Spule trödelt der Strom	334
Die dreifache Herausforderung: RCL-Stromkreise	336

Kapitel 20

Ein Lichtstrahl auf Linsen und Spiegeln **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	342
Hohlspiegel wirken vergrößernd	343
Konvexe Spiegel wirken verkleinernd	348
Mit Linsen sieht man besser	349
Sammellinsen wirken vergrößernd	349
Zerstreuungslinsen wirken verkleinernd	352

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	358
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 als das Licht	361
Und Newton hat trotzdem Recht!	362

Kapitel 22

Zehn wilde Theorien 365

Klein, kleiner ... und ganz anders	365
Man kann nie sicher sein, sagt Heisenberg	366
Gravitation krümmt den Raum	366
Schwarze Löcher halten Licht fest	367
Geht's noch kleiner?	367
Explosive Mischung: Materie und Antimaterie	368
Noch explosiver: Supernovae	368
Vom Urknall zum Endknall	368
Jetzt wird es dunkel	369
Ich weiß, dass ich nichts weiß	369

Lösungen 371

Glossar 387

Stichwortverzeichnis 393