

Steve Holzner

Physik für Dummies

*Übersetzung aus dem Amerikanischen und Fachkorrektur
von Dr. Michael Bär und Dr. Anna Schleitzer*



**WILEY-
VCH**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

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: Physik in Bewegung	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	
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	37
Welche Ziffern zählen	38
Geben Sie Ihre Fehler zu	39
Etwas einfache Algebra	39
... und noch ein bisschen Trigonometrie	40

Kapitel 3

Geschwindigkeit ist keine Hexerei

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	50
Positive und negative Beschleunigungen	52
Mittlere und momentane Beschleunigung	53
Konstante und variable Beschleunigung	53
Die Beziehung zwischen Beschleunigung, Zeit und Strecke	54
Eine nahe liegende Beziehung	54
Noch mehr Geschwindigkeit	56
Die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Strecke	57

Kapitel 4

Richtungsweisend: Wo geht's lang?

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	66
Vektoren enträtseln	68
Strecken sind 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 Newton'sche Gesetz	78
In Schwung kommen: Masse und Trägheit	79
Maße für Masse	80
Darf ich vorstellen: Das zweite Newton'sche Gesetz	80
Krafteinheit	81
Resultierende Kräfte	81
Das große Finale: Das dritte Newton'sche Gesetz	85
Reibung und das dritte Newton'sche Gesetz	86
Winkel und Kräfte im dritten Newton'schen Gesetz	87
Im Gleichgewicht	91

Kapitel 6

Auf der schiefen Bahn: Schiefe Ebenen und Reibung 93

Lassen Sie sich nicht runterziehen: Gravitation	93
Es geht aufwärts: Die schiefe Ebene	94
Winkelzüge	95
Beschleunigung macht Spaß	96
Reibereien	97
Reibung und Normalkraft	97
Der Reibungskoeffizient	98
Haften und Gleiten	99
Mit Reibung bergauf	101
Schwerkraft und Flugbahnen	105
Hoch hinaus: Die Maximalhöhe	105
Luftikus: Flugzeit	106
Hin und zurück: Die gesamte Flugdauer	106
Ein Schuss in einem beliebigen Winkel	106

Kapitel 7

Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen 109

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung	109
Richtungsänderung: Die Zentripetalbeschleunigung	110
Unter dem Einfluss der Zentripetalbeschleunigung	111
Der Betrag der Zentripetalbeschleunigung	112
Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft	112
Mit Vollgas durch die Kurve: Die Zentripetalkraft hilft	113
Winkelkoordinaten: Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung	115

Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das Newton'sche Gravitationsgesetz	117
Gravitation an der Erdoberfläche: Die Erdbeschleunigung	118
Kreisbahnen und das Gravitationsgesetz	119
Rundherum: Vertikale Kreisbewegung	122

Teil III**Energie und Arbeit****125****Kapitel 8****Physik in Aktion****127**

Es ist nicht so, wie Sie denken ...	127
Arbeit messen	127
Gewichte stemmen	128
Zug um Zug	129
Negative Arbeit	130
Mit Schwung voran: Kinetische Energie	131
Eine Formel für die kinetische Energie	132
Kinetische Energie in der Praxis	133
Das wahre Leben: Resultierende Kräfte	134
Energievorrat: Potentielle Energie	136
Der Kampf gegen die Schwerkraft	136
Bäumchen wechsel dich! Die Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie	137
Am Scheideweg: Konservative und nicht konservative Kräfte	138
Vorwärts, rückwärts, rundherum: Energieerhaltung	139
Wie im freien Fall	141
Hoch hinaus	141
Arbeite schneller, Leistung zählt!	142
Leistung messen	142
Was Leistung sonst noch bedeutet	143

Kapitel 9**Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß****145**

Rempelei: Der Kraftstoß	145
Impulse geben	146
Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß	147
Noch einmal Poolbillard: Kraftstoß und Impuls	148
Kraftvoll durch den Regen	149
Impulserhaltung	150
Geschwindigkeit im Griff: Impulserhaltung in der Praxis	151
Impulserhaltung und Mündungsgeschwindigkeit	152
Auto gegen Auto: Elastische und inelastische Stöße	154
Gummibälle: Elastische Stöße	154
Kneteklumpen: Inelastische Stöße	155

Stöße in einer Dimension	155
Stöße in zwei Dimensionen	157
Kapitel 10	
<i>Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen</i>	159
Von der geradlinigen Bewegung zur Rotation	159
Die Tangentialbewegung	160
Die Tangentialgeschwindigkeit	160
Die Tangentialbeschleunigung	162
Die Zentripetalbeschleunigung	162
Vektoren und Rotationsbewegungen	163
Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit	164
Der Vektor der Winkelbeschleunigung	164
Drehen und wenden: Das Drehmoment	166
Die Drehmomentgleichung	167
Hebelarme verstehen	169
Drehmomente bestimmen	170
Das Drehmoment als Vektor	171
Nicht wackeln: Rotationsgleichgewicht	171
Flagge zeigen: Immer schön im Gleichgewicht	172
Ein Rotationsgleichgewicht mit Reibung	173
Kapitel 11	
<i>Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen</i>	177
Das zweite Newton'sche Gesetz in Rotation	177
Tangentialbeschleunigung und Winkelbeschleunigung	178
Das Trägheitsmoment	179
Das Trägheitsmoment unter der Lupe	180
Drehmomente im CD-Player: Trägheit in der Praxis	181
Winkelbeschleunigung und Drehmoment: Noch ein Beispiel	182
Arbeit und kinetische Energie in Rotationsbewegungen	184
In der Tretmühle: Arbeit bei Rotationen	184
Kinetische Energie in Rotationsbewegungen	186
Die kinetische Energie der Rotation auf einer Rampe	187
Nicht zu bremsen: Der Drehimpuls	188
Die Drehimpulserhaltung	189
Satellitenbahnen: Die Drehimpulserhaltung in der Praxis	189
Kapitel 12	
<i>Hin-her, hin-her: Harmonische Bewegungen</i>	191
Federkraft: Das Hooke'sche Gesetz	191
Immer schön nachfedern	192
Das Hooke'sche Gesetz und die Richtung der Kraft	192

Die einfache harmonische Bewegung	193
Senkrecht und waagrecht	193
Ein genauerer Blick auf die harmonische Bewegung	195
Die Kreisfrequenz einer Masse an einer Feder	201
Die Energie in einfachen harmonischen Bewegungen	202
Schwingende Pendel	204

Teil IV

Alles über Wärme

207

Kapitel 13

Einheizen mit Thermodynamik

209

Der Sprung ins heiße Wasser	209
Das Thermometer sagt Celsius	210
Das Thermometer sagt Fahrenheit	210
Das Thermometer sagt Kelvin	210
Es wird warm: Längenausdehnung	211
Wieder ein Koeffizient	212
Ein Beispiel für Gleisarbeiter	213
Es bleibt warm: Volumenausdehnung	213
Mit dem (Wärme-)Strom schwimmen	214
Die Phase ändert sich, die Temperatur nicht	216
Phasenumwandlung: Das Eis ist gebrochen!	217
Gut versteckt: Latente Wärme	218

Kapitel 14

Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung

219

Im Wasserkocher: Konvektion	219
Autsch, das war heiß! Wärmeleitung	220
Wovon die Wärmeleitung abhängt	221
Die Gleichung für die Wärmeleitung anwenden	223
Licht senden, Licht empfangen: Strahlung	224
Die Strahlung ist da, auch wenn man sie nicht sieht	224
Ganz schwarze Körper	226
Das Geheimnis der Avogadro-Zahl	227
Das Gasgesetz wird geschmiedet	228
Ein Beispiel: Der Druck eines idealen Gases	230
Alternativen: Die Gesetze von Charles und Boyle	230
Gasmoleküle haben's eilig	231
Die Geschwindigkeit von Luftmolekülen	231
Die kinetische Energie eines idealen Gases	232

Kapitel 15	
<i>Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik</i>	235
Das thermische Gleichgewicht erreichen: Nullter Hauptsatz	235
Wärme und Arbeit erhalten: Der Erste Hauptsatz	236
Energieerhaltung mit Zahlen	237
Isobar, isochor, isotherm, adiabatisch – und was noch ...?	237
Vom Umgang mit spezifischen Wärmekapazitäten	244
Wärme fließen lassen: Der Zweite Hauptsatz	245
Arbeit aus Wärme mit Wärmekraftmaschinen	246
Vom Wirkungsgrad einer Dampfmaschine	246
Man kann nicht alles haben, sagt Carnot	247
Jetzt wird's kalt. Der Dritte (und absolut letzte) Hauptsatz	249
Teil V	
<i>Elektrischer Strom und Magneten</i>	251
Kapitel 16	
<i>Die Luft mit Elektrostatik knistern lassen</i>	253
Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton	253
Ziehen und schieben: Elektrische Kräfte	254
Das Coulomb'sche Gesetz	254
Bälle auf Distanz halten	255
Die Geschwindigkeit von Elektronen	255
Kräfte zwischen mehreren Ladungen	256
Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder	257
Aus allen Richtungen: Felder von Punktladungen	258
Schön gleichmäßig geladen: Das elektrische Feld im Plattenkondensator	260
Dreh die Spannung hoch! Das elektrische Potenzial	261
Berechnung der elektrischen potenziellen Energie	262
Spannung ist Potenzial	263
Das elektrische Potenzial bleibt erhalten	264
Das elektrische Potenzial von Punktladungen	265
Aufladen, was die Kapazität hergibt	267
Kapitel 17	
<i>Elektronen mit Stromkreisen schubsen</i>	269
Der lange Marsch der Elektronen: Strom	269
Strom definieren	270
Strom in Batterien berechnen	270
Widerstandsfähig: Das Ohm'sche Gesetz	271
Der Strom durch einen Widerstand	271
Ganz spezifische Widerstände	272
Es wird was geleistet	272
Schön der Reihe nach: Reihenschaltungen	273

Alles auf einmal: Parallelschaltungen	274
Knoten und Schleifen binden: Kirchhoff'sche Regeln	275
Anwendung der Maschenregel	276
Rechnen mit vielen Maschen	277
Kondensatoren im Kreis	279
Kondensatoren in Parallelschaltung	279
Kondensatoren in Reihenschaltung	280
Kondensator plus Widerstand gleich RC-Schaltkreis	281

Kapitel 18

Überaus anziehend: Magnetismus **283**

Anziehen und abstoßen	283
Zwang auf bewegte Ladungen	285
Die Stärke magnetischer Kräfte	286
Jeder auf seiner Bahn: Geladene Teilchen im Magnetfeld	287
Magnetfelder arbeiten nicht...	287
...aber sie wirken trotzdem!	288
Ströme verbiegen	289
Kräfte auf Ströme	289
Ströme werden gedreht	291
Das Magnetfeld eines Drahts	292
Magnetfelder in Leiterschleifen	294
Schön gleichmäßig: Magnetfelder von Spulen	296

Kapitel 19

Ströme mit Spannung fließen lassen **299**

Eine Spannung wird induziert	299
Spannende Bewegung im Magnetfeld	300
Induktionsspannung und Fläche	301
Faraday und der Fluss	302
Richtige Vorzeichen: Die Lenz'sche Regel	304
Induktivitäten	306
Auf und ab: Wechselstromkreise	306
Wie die Wechselspannung aussieht	307
Dem Widerstand ist alles egal	308
Am Kondensator beeilt sich der Strom	309
An der Spule trödelt der Strom	312
Die dreifache Herausforderung: RCL-Stromkreise	314

Kapitel 20

Ein Lichtstrahl auf Linsen und Spiegeln **317**

Alles über Spiegel – legieps rebü sella	317
Licht knickt ab	318
Licht brechen mit Snellius	318

Gemessene und »gefühlte« Tiefe	319
Spieglein, Spieglein an der Wand	320
Hohlspiegel wirken vergrößernd	321
Konvexe Spiegel wirken verkleinernd	325
Mit Linsen sieht man besser	327
Sammellinsen wirken vergrößernd	327
Zerstreuungslinsen wirken verkleinernd	330

Teil VI
Der Top Ten-Teil 333

Kapitel 21
Alles ist relativ (istisch) 335

Die Natur behandelt alle gleich	335
Licht ist immer gleich schnell	336
Bei hoher Geschwindigkeit dehnt sich die Zeit	336
Raumfahrer altern langsamer	337
Bei hoher Geschwindigkeit schrumpft die Länge	338
Materie ist gleich Energie	338
Materie plus Antimaterie gleich ... bumm	339
Die Sonne verliert an Masse	339
Es geht nicht schneller als das Licht	340
Und Newton hat trotzdem Recht!	340

Kapitel 22
Zehn wilde Theorien 343

Klein, kleiner ... ganz klein	343
Kurz, kürzer ...?	344
Man kann nie sicher sein, sagt Heisenberg	344
Schwarze Löcher halten Licht fest	344
Gravitation krümmt den Raum	345
Explosive Mischung: Materie und Antimaterie	345
Noch explosiver: Supernovae	346
Vom Urknall zum Endknall	346
Heiße Physik: Die Mikrowelle	347
Physiker können gar nichts (absolut) messen	347

Glossar 349

Stichwortverzeichnis 355