

# Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	9
Danksagung	9
<b>Einleitung</b>	<b>21</b>
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	21
Törichte Annahmen über die Leser	21
Wie dieses Buch aufgebaut ist	21
Teil I: Mechanik	22
Teil II: Thermodynamik	22
Teil III: Elektrizitätslehre und Magnetismus	22
Teil IV: Optik	22
Teil V: Atomphysik	22
Teil VI: Kernphysik	23
Teil VII: Festkörperphysik	23
Teil VIII: Der Top-Ten-Teil	23
Anhang	23
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	23
Wie es weitergeht	24
<b>Teil I</b>	
<b>Mechanik</b>	<b>25</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Mathematische Buddelkiste</b>	<b>27</b>
Physikalische Größen und Einheiten	27
Welche Einheit hat die Größe	28
Rechnen mit Skalaren	29
Mit Vektoren rechnen	30
Addition von Vektoren	31
Zerlegung von Vektoren	32
Länge eines Vektors	33
Skalarprodukt von Vektoren	33
Vektorprodukt von Vektoren	35
Trigonometrische Funktionen	37
Komplexe Zahlen	39
Differentiation	42

## *Physik für Ingenieure für Dummies*

Integration	45
Einige theoretische Betrachtungen	45
Praktisches Integrieren	48
Reihenentwicklungen	50

### ***Kapitel 2***

#### ***Kräfte schaffen Bewegung*** **53**

Bewegungen – gerade und im Kreis	53
Wie schnell darf es sein?	53
Alles dreht sich im Kreis	55
Vektoren können Kreisbewegungen beschreiben	57
Bewegung im Schwerfeld	58
Newton und Kepler waren genial	61
Das newtonsche Gravitationsgesetz	61
Keplers Gesetze	63
Kräfte und Axiome bestimmen die Mechanik	65
Erstes newtonsche Axiom	65
Zweites newtonsches Axiom	66
Der Drehimpuls	68
Drittes newtonsches Axiom	72

### ***Kapitel 3***

#### ***Arbeit und Energie*** **75**

Arbeit müssen alle leisten	75
Leistung ist Arbeit pro Zeit	80
Energie geht uns alle an	80
Potenzielle Energie	80
Kinetische Energie	81
Rotationsenergie	81
Energie einer gespannten Feder	82

### ***Kapitel 4***

#### ***Erhaltungssätze und ihre Folgen*** **85**

Energieerhaltung ...	85
... und Impulserhaltung ...	87
Elastischer Stoß	87
Inelastischer Stoß	88
Managerpendel	88
Stoßprobleme in einer Ebene	89
... und Drehimpulserhaltung auch	92

**Kapitel 5**

**Alles schwingt 95**

Ungedämpfte Schwingungen	95
Pendel als Prototyp für Schwingungen	95
Anfangsbedingungen sind manchmal mühsam	102
Wenn das Pendel mal weit ausschlägt	104
Gedämpfte Schwingung berechnen	105
Schwingungen können auch erzwungen werden	109

**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	133
Länge, Geschwindigkeit, Masse und Energie	135
Längen verkürzen sich	135
Geschwindigkeiten addieren sich seltsam	135
Massen nehmen zu	136

**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

## ***Physik für Ingenieure für Dummies***

Druck, Volumen und Temperatur halten zusammen	147
Jeder mit seiner Geschwindigkeit	149
Reale Gase: so sieht die Wirklichkeit aus	151

### ***Kapitel 9***

#### ***Zustände ändern sich*** **155**

... in idealen Gasen ...	155
Temperaturveränderungen	155
Isochoren: gleiche Volumina – keine Arbeit	156
Isothermen: die Temperatur verändert sich nicht	157
Adiabatische Prozesse	159
Isobarer Prozess: der Druck bleibt konstant	160
... und in realen Gasen	161
Wärmekapazität: je kleiner desto wärmer	162

### ***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	206

**Teil III**

**Elektrizitätslehre und Magnetismus** **209**

**Kapitel 13**

**Ladungen ohne Bewegung** **211**

Coulombgesetz	211
Elektrische Felder	215
Elektrischer Fluss	219
Elektrische Felder in Materie	222
Mit Spannung zur Spannung	225
Kondensator	226

**Kapitel 14**

**Elektrische Ströme** **233**

Ströme: <i>panta rhei</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
Ströme erzeugen Magnetfelder	251
Ampèresches Durchflutungsgesetz	253
Kräfte zwischen Strömen	255
Leiterschaukel	255
Biot-Savartsches Gesetz	256
Magnetfelder erzeugen Ströme	257
Wechselspannung und Wechselströme	260
Ohmsches Gesetz bei Wechselspannungen	261
Der LC-Schwingkreis	263

**Kapitel 16**

**Elektromagnetismus** **267**

Elektrische und magnetische Felder	267
Ein Transformator für Wechselspannungen	269
Generatoren erzeugen Strom	270
Elektromagnetische Felder im Wechselspiel	272
Maxwells geniale Gleichungen	276

<b>Teil IV</b>	
<b>Optik</b>	<b>279</b>
 <b>Kapitel 17</b>	
<b>Licht verbiegen</b>	<b>281</b>
Licht – Welle oder Teilchen?	281
Licht als Welle	282
Licht und Medien	285
Reflexion	285
Snelliussches Brechungsgesetz	287
Totalreflexion	291
Farbzerlegung mithilfe des Prismas	292
Linsen und Abbildungen	293
Listingsche Strahlenkonstruktion	296
 <b>Kapitel 18</b>	
<b>Raffinierte Linsen</b>	<b>301</b>
Aus der Ferne heranholen	301
Winziges ganz groß machen	302
Ganz Winziges ganz groß machen	303
 <b>Kapitel 19</b>	
<b>Licht spaltet sich auf</b>	<b>307</b>
Beugung am Spalt	307
Interferenz am Doppelspalt	310
Optische Gitter zur Analyse	312
 <b>Teil V</b>	
<b>Atomphysik</b>	<b>315</b>
 <b>Kapitel 20</b>	
<b>Die Welt der Atome</b>	<b>317</b>
Streuversuche an Atomen	317
Die Entdeckung des Photons	319
Diskrete Strahlung	324
Compton-Effekt	327

**Kapitel 21**

**Kern und Kugeln 331**

Bohrsches Atommodell	331
Elektronen treffen auf Atome	334

**Kapitel 22**

**Atome im wirklichen Leben 337**

Energiesparlampen	337
Wie viel Uhr ist es, bitte?	339
Die Grundlage des Laserschwerts	340
Mit Röntgenstrahlen durchsehen	343
Klein aber fein: die Mikrosonde	345

**Kapitel 23**

**Quantenmechanik 347**

Und wieder die Frage: Welle oder Teilchen?	347
Wellenpakete und Unschärferelation	349
Schrödingergleichung: die Königsklasse	353
Elektronen im Wasserstoffatom	358
Die Bedeutung der Quantenzahlen $l$ und $m_l$	364
Pauli-Prinzip und Periodensystem	365
Stern-Gerlach-Experiment	367

**Teil VI**

**Kernphysik 369**

**Kapitel 24**

**Kerne: kleiner als Atome 371**

Kernform	371
Sie bauen sich Atomkerne	375
Wieso hält ein Kern zusammen?	376
Ein Kern wiegt zu wenig	379

**Kapitel 25**

**Plötzlich ist der Kern weg 383**

Der Kern spuckt ein großes Teilchen aus	383
Zwei kleine Teilchen entfliehen dem Kern	385
Kerne entsenden Photonen	388
Energie von Alpha-, Beta- oder Gamma-Strahlen	388
Countdown zum Zerfall	389
Kernspaltung und Kernfusion – jetzt wird es heiß	392

<b>Kapitel 26</b>	
<b>Anwendungen der Kerne</b>	<b>395</b>
Energieerzeugung mit Kernen	395
Kernspaltung oder »leichter-werdende« Kerne	395
Kernfusion oder »schwerer-werdende« Kerne	397
Strahlungseinheiten	398
Wirkung der Kernstrahlung	399
Zerfälle zählen	400
<b>Teil VII</b>	
<b>Festkörperphysik</b>	<b>403</b>
<b>Kapitel 27</b>	
<b>Atome in Festkörpern</b>	<b>405</b>
Alles hat seine Ordnung	405
Ungeordnete Festkörper	407
Einkristalle und Einheitszellen	407
Basis mit nur einem Atom	411
Basis mit mehr als einem Atom	413
Strukturbestimmung mit Röntgenstrahlung	414
Konstruktive Interferenzen mit der Bragg-Bedingung	416
Auswahlregeln bei der Röntgenstreuung	417
<b>Kapitel 28</b>	
<b>Das Gitter bewegt sich</b>	<b>421</b>
Reziproker Raum – eine geniale Erfindung	421
Lineare Kette mit einem Atom in der Basis	423
Lineare Kette mit zwei Atomen in der Basis	426
Ein wirklicher Kristall	430
<b>Kapitel 29</b>	
<b>Elektronen im Festkörper</b>	<b>433</b>
So tun als ob es nur Elektronen gäbe	433
Jedes Elektron hat einen Zustand für sich	435
Gefangene Elektronen	439
Elektronen spüren die Atome	440
Elektronen bewegen sich	443



**Kapitel 30**

***Halbleiter sind keine halben Leiter* 451**

Löcher: das Gegenteil von Elektronen	451
Direkt oder indirekt	452
Zu Gast beim Halbleiter	454
Dotierte Halbleiter werden aufgewärmt	458
Alle wollen mobil sein	463
Der p-n-Übergang	464
In einfachem Kontakt	464
Mit Spannung wird's spannend	466

**Kapitel 31**

***p-n-Übergang in der Praxis* 471**

Diode – Einbahnstraße für Ströme	471
Sonnenlicht in Strom verwandeln	473
Transistor: elektronischer Schalter für Ströme	476
Eine »umgekehrte« Solarzelle	479
Kohärentes Licht aus Dioden: Halbleiterlaser	480

**Teil VIII**

***Der Top-Ten-Teil* 483**

**Kapitel 32**

***Zehn Ratschläge, um Spaß an der Physik zu haben* 485**

Studieren geht über Probieren	485
Nur das Experiment zählt	485
Selber experimentieren	485
Applets: mit dem Internet arbeiten	485
Experimentieren von zuhause aus	485
Einblick in die theoretische Physik	486
Bücherwürmer	486
Physik vertiefen	486
In andere Dimensionen gehen	486
Für den Kaminessel	487

***Spickzettel* 489**

***Stichwortverzeichnis* 491**