

Inhalt

Kap. 1 Atome in Bewegung

1–1 Einleitung	19
1–2 Materie ist aus Atomen aufgebaut	21
1–3 Atomare Prozesse	25
1–4 Chemische Reaktionen	28

Kap. 2 Grundlagenphysik

2–1 Einleitung	32
2–2 Physik vor 1920	34
2–3 Quantenphysik	38
2–4 Kerne und Teilchen	41

Kap. 3 Die Beziehung der Physik zu den anderen Wissenschaften

3–1 Einführung	46
3–2 Chemie	46
3–3 Biologie	47
3–4 Astronomie	53
3–5 Geologie	55
3–6 Psychologie	56
3–7 Wie ist es so geworden?	57

Kap. 4 Energieerhaltung

4–1 Was ist Energie?	59
4–2 Potentielle Gravitationsenergie	60
4–3 Kinetische Energie	66
4–4 Andere Energieformen	67

Kap. 5 Zeit und Entfernung

5–1 Bewegung	71
5–2 Zeit	72
5–3 Kurze Zeiten	72
5–4 Lange Zeiten	74
5–5 Einheiten und Zeitnormale	77
5–6 Große Entfernungen	78
5–7 Kurze Entfernungen	82

Kap. 6 Wahrscheinlichkeit

6–1	Chance und Möglichkeit	86
6–2	Schwankungen	88
6–3	Die zufällige Wanderung	92
6–4	Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung	95
6–5	Das Unbestimmtheitsprinzip	99

Kap. 7 Die Gravitationstheorie

7–1	Planetenbewegungen	102
7–2	Die Keplerschen Gesetze	103
7–3	Die Entwicklung der Dynamik	104
7–4	Newton's Gravitationsgesetz	105
7–5	Universale Gravitation	108
7–6	Cavendishs Experiment	113
7–7	Was ist Gravitation?	114
7–8	Gravitation und Relativität	117

Kap. 8 Bewegung

8–1	Beschreibung von Bewegung	118
8–2	Geschwindigkeit	120
8–3	Geschwindigkeit als eine Ableitung	124
8–4	Entfernung als ein Integral	126
8–5	Beschleunigung	128

Kap. 9 Die Newtonschen Gesetze der Dynamik

9–1	Impuls und Kraft	132
9–2	Schnelligkeit und Geschwindigkeit	134
9–3	Komponenten von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft	134
9–4	Was ist Kraft?	136
9–5	Die Bedeutung der dynamischen Gleichungen	137
9–6	Numerische Lösungen der Gleichungen	138
9–7	Planetenbewegungen	141

Kap. 10 Die Impulserhaltung

10–1	Das Dritte Newtonsche Gesetz	146
10–2	Die Impulserhaltung	147
10–3	Der Impuls <i>bleibt</i> erhalten!	151
10–4	Impuls und Energie	155
10–5	Relativistischer Impuls	157

Kap. 11 Vektoren

11–1	Symmetrie in der Physik	159
11–2	Translationen	160

11–3	Drehungen	162
11–4	Vektoren	164
11–5	Vektoralgebra	166
11–6	Die Newtonschen Gesetze in Vektorschreibweise	168
11–7	Das Skalarprodukt von Vektoren	170
 Kap. 12 Eigenschaften der Kraft		
12–1	Was ist eine Kraft?	174
12–2	Reibung	177
12–3	Molekulare Kräfte	180
12–4	Elementarkräfte. Felder	182
12–5	Scheinkräfte	187
12–6	Kernkräfte	189
 Kap. 13 Arbeit und potentielle Energie (A)		
13–1	Die Energie eines fallenden Körpers	191
13–2	Durch Gravitation geleistete Arbeit	195
13–3	Summierung der Energie	198
13–4	Das Gravitationsfeld großer Objekte	200
 Kap. 14 Arbeit und potentielle Energie (Ende)		
14–1	Arbeit	204
14–2	Zwangsbewegung	206
14–3	Konservative Kräfte	207
14–4	Nichtkonservative Kräfte	211
14–5	Potentiale und Felder	212
 Kap. 15 Die spezielle Relativitätstheorie		
15–1	Das Relativitätsprinzip	217
15–2	Die Lorentz-Transformation	219
15–3	Das Michelson-Morley-Experiment	220
15–4	Die Transformation der Zeit	223
15–5	Die Lorentz-Kontraktion	226
15–6	Gleichzeitigkeit	226
15–7	Vierervektoren	227
15–8	Relativistische Dynamik	228
15–9	Äquivalenz von Masse und Energie	230
 Kap. 16 Relativistische Energie und Impuls		
16–1	Die Relativität und die Philosophen	232
16–2	Das Zwillingsparadoxon	235
16–3	Die Transformation von Geschwindigkeiten	235

16–4	Die relativistische Masse	239
16–5	Die relativistische Energie	242
Kap. 17 Raum-Zeit		
17–1	Die Geometrie von Raum-Zeit	245
17–2	Raum-Zeit-Intervalle	247
17–3	Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft	249
17–4	Mehr über Vierervektoren	250
17–5	Vierervektor-Algebra	254
Kap. 18 Drehung in zwei Dimensionen		
18–1	Der Massenmittelpunkt	257
18–2	Die Drehung eines starren Körpers	259
18–3	Der Drehimpuls	263
18–4	Die Erhaltung des Drehimpulses	265
Kap. 19 Massenmittelpunkt; Trägheitsgesetz		
19–1	Eigenschaften des Massenmittelpunktes	268
19–2	Bestimmung des Massenmittelpunktes	272
19–3	Bestimmung des Trägheitsmomentes	273
19–4	Kinetische Energie der Drehbewegung	277
Kap. 20 Drehbewegung im Raum		
20–1	Drehmomente in drei Dimensionen	281
20–2	Die Gleichungen der Drehbewegung bei Anwendung des Vektorproduktes	286
20–3	Der Kreisel	287
20–4	Der Drehimpuls eines festen Körpers	291
Kap. 21 Der harmonische Oszillator		
21–1	Lineare Differentialgleichungen	293
21–2	Der harmonische Oszillator	294
21–3	Harmonische Bewegung und Kreisbewegung	297
21–4	Anfangsbedingungen	298
21–5	Erzwungene Schwingungen	300
Kap. 22 Algebra		
22–1	Addition und Multiplikation	302
22–2	Die inversen Operationen	303
22–3	Abstraktion und Verallgemeinerung	304
22–4	Die Approximation von Irrationalzahlen	306
22–5	Komplexe Zahlen	310
22–6	Imaginäre Exponenten	313

Kap. 23 Resonanz

23–1	Komplexe Zahlen und harmonische Bewegung	316
23–2	Der erzwungene Oszillator mit Dämpfung	318
23–3	Elektrische Resonanz	321
23–4	Resonanz in der Natur	325

Kap. 24 Einschwingvorgänge

24–1	Die Energie eines Oszillators	330
24–2	Gedämpfte Schwingungen	332
24–3	Elektrische Einschwingvorgänge	335

Kap. 25 Lineare Systeme und Übersicht

25–1	Lineare Differentialgleichungen	339
25–2	Superposition von Lösungen	341
25–3	Schwingungen in linearen Systemen	345
25–4	Analogien in der Physik	347
25–5	Serien- und Parallelimpedanzen	350

Kap. 26 Optik: Das Prinzip der kürzesten Zeit

26–1	Licht	352
26–2	Reflexion und Brechung	353
26–3	Das Fermatsche Prinzip der kürzesten Zeit	355
26–4	Anwendungen des Fermatschen Prinzips	358
26–5	Eine genauere Formulierung des Fermatschen Prinzips	362
26–6	Wie es passiert	364

Kap. 27 Geometrische Optik

27–1	Einleitung	366
27–2	Die Brennweite einer sphärischen Fläche	367
27–3	Die Brennweite einer Linse	370
27–4	Vergrößerung	373
27–5	Linsensysteme	374
27–6	Aberrationen	375
27–7	Auflösungsvermögen	376

Kap. 28 Elektromagnetische Strahlung

28–1	Elektromagnetismus	378
28–2	Strahlung	381
28–3	Der Dipol-Strahler	383
28–4	Interferenz	385

Kap. 29 Interferenz

29–1	Elektromagnetische Wellen	387
29–2	Strahlungsenergie	388
29–3	Sinusförmige Wellen	389
29–4	Zwei Dipol-Strahler	391
29–5	Die Mathematik der Interferenz	394

Kap. 30 Beugung

30–1	Die resultierende Amplitude n gleicher Oszillatoren	399
30–2	Das Beugungsgitter	402
30–3	Das Auflösungsvermögen eines Gitters	406
30–4	Die Parabolantenne	407
30–5	Farbige Schichten; Kristalle	409
30–6	Beugung an undurchsichtigen Schirmen	410
30–7	Das Feld einer Ebene aus schwingenden Ladungen	412

Kap. 31 Der Ursprung des Brechungsindex

31–1	Der Brechungsindex	417
31–2	Das vom Material erzeugte Feld	421
31–3	Dispersion	424
31–4	Absorption	427
31–5	Die von einer elektrischen Welle transportierte Energie	428
31–6	Beugung des Lichts durch einen Schirm	430

Kap. 32 Strahlungsdämpfung. Lichtstreuung

32–1	Strahlungswiderstand	433
32–2	Die Geschwindigkeit der Strahlungsenergie	434
32–3	Strahlungsdämpfung	436
32–4	Unabhängige Quellen	438
32–5	Lichtstreuung	440

Kap. 33 Polarisation

33–1	Der elektrische Vektor des Lichts	446
33–2	Polarisation des gestreuten Lichts	448
33–3	Doppelbrechung	448
33–4	Polarisatoren	451
33–5	Optische Aktivität	453
33–6	Die Intensität des reflektierten Lichts	454
33–7	Anomale Brechung	457

Kap. 34 Relativistische Strahlungseffekte

34-1	Bewegte Quellen	460
34-2	Das Auffinden der „scheinbaren“ Bewegung	462
34-3	Synchrotronstrahlung	464
34-4	Kosmische Synchrotronstrahlung	467
34-5	Bremsstrahlung	469
34-6	Der Dopplereffekt	469
34-7	ω , k Vierer-Vektor	472
34-8	Aberration	474
34-9	Der Impuls des Lichts	475

Kap. 35 Farbensehen

35-1	Das menschliche Auge	477
35-2	Farbe hängt von der Intensität ab	479
35-3	Messung der Farbempfindlichkeit	480
35-4	Das Farbdiagramm	485
35-5	Der Mechanismus des Farbensehens	486
35-6	Physiochemie des Farbensehens	489

Kap. 36 Mechanismus des Sehens

36-1	Die Farbempfindung	492
36-2	Die Physiologie des Auges	495
36-3	Die Stäbchenzellen	499
36-4	Das Facetten-(Insekten-)Auge	501
36-5	Andere Augen	504
36-6	Neurologie des Sehens	506

Kap. 37 Quantenverhalten

37-1	Atommechanik	511
37-2	Ein Experiment mit Kugeln	512
37-3	Ein Experiment mit Wellen	514
37-4	Ein Experiment mit Elektronen	516
37-5	Die Interferenz von Elektronenwellen	517
37-6	Beobachtung der Elektronen	519
37-7	Grundprinzipien der Quantenmechanik	523
37-8	Das Unbestimmtheitsprinzip	525

Kap. 38 Die Beziehung zwischen dem Wellen- und Teilchenbild

38-1	Wahrscheinlichkeitsamplituden	527
38-2	Messung von Ort und Impuls	528
38-3	Beugung an Kristallen	532
38-4	Die Größe eines Atoms	534
38-5	Energieniveaus	536
38-6	Philosophische Konsequenzen	538

Kap. 39 Die kinetische Gastheorie

39–1	Eigenschaften der Materie	541
39–2	Der Druck des Gases	543
39–3	Kompressibilität der Strahlung	548
39–4	Temperatur und kinetische Energie	549
39–5	Das Gesetz des idealen Gases	554

Kap. 40 Die Prinzipien der statistischen Mechanik

40–1	Die exponentielle Atmosphäre	557
40–2	Das Boltzmannsche Gesetz	559
40–3	Verdampfung einer Flüssigkeit	560
40–4	Die Verteilung der Molekülgeschwindigkeiten	562
40–5	Die spezifischen Wärmen von Gasen	567
40–6	Das Versagen der klassischen Physik	569

Kap. 41 Die Brownsche Bewegung

41–1	Gleichverteilung der Energie	573
41–2	Thermisches Strahlungsgleichgewicht	576
41–3	Gleichverteilung und der Quantenoszillator	581
41–4	Der statistische Weg	584

Kap. 42 Anwendungen der kinetischen Theorie

42–1	Verdampfung	588
42–2	Glühemission	592
42–3	Thermische Ionisation	593
42–4	Chemische Kinetik	596
42–5	Die Einsteinschen Strahlungsgesetze	598

Kap. 43 Diffusion

43–1	Kollisionen zwischen Molekülen	602
43–2	Die mittlere freie Weglänge	605
43–3	Die Driftgeschwindigkeit	607
43–4	Ionenleitfähigkeit	609
43–5	Molekulardiffusion	611
43–6	Thermische Leitfähigkeit	614

Kap. 44 Die Gesetze der Thermodynamik

44–1	Wärmemaschinen; der erste Hauptsatz	616
44–2	Der zweite Hauptsatz	619
44–3	Reversible Maschinen	621
44–4	Der Wirkungsgrad einer idealen Maschine	625
44–5	Die thermodynamische Temperatur	628
44–6	Entropie	630

Kap. 45 Erläuterungen zur Thermodynamik

45–1	Innere Energie	636
45–2	Anwendungen	640
45–3	Die Clausius-Clapeyronsche Gleichung	643

Kap. 46 Knarre und Sperrhaken

46–1	Wie eine Knarre arbeitet	648
46–2	Die Knarre als Maschine	650
46–3	Reversibilität in der Mechanik	653
46–4	Irreversibilität	655
46–5	Ordnung und Entropie	657

Kap. 47 Schall. Die Wellengleichung

47–1	Wellen	660
47–2	Die Schallausbreitung	663
47–3	Die Wellengleichung	664
47–4	Lösungen der Wellengleichung	667
47–5	Die Schallgeschwindigkeit	668

Kap. 48 Schwebungen

48–1	Die Addition zweier Wellen	671
48–2	Schwebungstöne und Modulation	673
48–3	Seitenbänder	675
48–4	Lokalisierte Wellenzüge	677
48–5	Wahrscheinlichkeitsamplituden für Teilchen	680
48–6	Wellen in drei Dimensionen	682
48–7	Normalschwingungen	684

Kap. 49 Schwingungsformen

49–1	Die Reflexion von Wellen	686
49–2	Begrenzte Wellen mit Eigenfrequenzen	688
49–3	Schwingungstypen in zwei Dimensionen	690
49–4	Gekoppelte Pendel	694
49–5	Lineare Systeme	695

Kap. 50 Oberschwingungen

50–1	Musikalische Töne	697
50–2	Die Fourierreihe	699
50–3	Qualität und Konsonanz	700
50–4	Die Fourierkoefizienten	703
50–5	Das Energietheorem	706
50–6	Nichtlineare Effekte	707

Kap. 51 Wellen

51–1	Bugwellen	711
51–2	Schockwellen	713
51–3	Wellen in Festkörpern	716
53–4	Oberflächenwellen	721

Kap. 52 Die Symmetrie in physikalischen Gesetzen

52–1	Symmetrieeoperationen	726
52–2	Symmetrie in Raum und Zeit	727
52–3	Symmetrie und Erhaltungssätze	730
52–4	Spiegelungen	731
52–5	Polare und axiale Vektoren	734
52–6	Welche Hand ist rechts?	736
52–7	Die Parität bleibt nicht erhalten!	737
52–8	Antimaterie	739
52–9	Symmetrieverletzungen	741

Register	743
-----------------	-----