

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	Newtons 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 Vektor- produktes	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 Farbdigramm	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 Fourierkoeffizienten	703
50-5	Das Energiethorem	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	Symmetrieoperationen	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
---------------------------	-----