

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
Eine Landkarte der Physik	2
Zur Bedeutung der Mathematik in der Physik	4
Messung und Experiment	6
Einheitensysteme und Dimensionen	8
Die Naturkonstanten	10
2 Klassische Mechanik	13
Die Newton'schen Axiome	14
Konservative Kräfte, Gleichgewichte, Energiesatz	16
Das Gravitationsgesetz	18
Messung der Erdbeschleunigung	20
Grundaufgaben der Mechanik	22
Starre Körper, Trägheit und rotierende Systeme	24
Zwei-Körper- und Mehr-Körperprobleme	26
Zwangsbedingungen und virtuelle Verrückungen	28
Generalisierte Koordinaten und Lagrange-Mechanik	30
Symmetrien und das Noether-Theorem	32
Hamilton'sche Mechanik	34
Das Hamilton'sche Prinzip	36
Konfigurations- und Phasenraum	38
Kontinuumsmechanik deformierbarer Körper	40
Fluidmechanik	42
Reibung	44
Chaotische Systeme	46
3 Elektrizität und Magnetismus	49
Elektrische und magnetische Erscheinungen; Felder	50
Ströme und Induktion	52
Elektrische Bauelemente und Messtechnik	54
Die Maxwell-Gleichungen	56
Dielektrika und magnetische Materialien	58
Elektrostatische Grundaspekte	60
Dipole und Multipolentwicklung	62
Vektorpotenzial und Eichungen	64
Plasmaphysik	66

4 Wellen, Optik und Akustik	69
Schwingungen	70
Wellen	72
Interferenz, Beugung, Streuung	74
Akustik	76
Das elektromagnetische Spektrum	78
Strahlung und Photometrie	79
Absorption und Emission	80
Der Laser	82
Der Doppler-Effekt	84
Geometrische Optik	85
5 Thermodynamik	87
Wärme und Temperatur	88
Zustandsgleichungen und Zustandsänderungen	90
Kreisprozesse	92
Statistik und Ensembles	94
Reversibilität und Entropie	96
Thermodynamische Potenziale	98
Wärmekapazität	100
Diffusion und Wärmetransport	102
Strahlungsgesetze	104
Phasenübergänge und kritische Phänomene	106
Verteilungsfunktionen und Transportgleichungen	108
Maxwells Dämon und das Rekurrenztheorem	110
6 Atome, Kerne, Elementarteilchen	113
Die Elementarladung und das Millikan-Experiment	114
Atommodelle	116
Rutherford-Streuung und Wirkungsquerschnitt	118
Kernmodelle	120
Radioaktivität	122
Kernspaltung und Kernfusion	124
Teilchenbeschleuniger	126
Teilchendetektoren	128
Vom Teilchenzoo zum Standardmodell	130
Kernkräfte und fundamentale Wechselwirkungen	132
Hypothetische Teilchen	134

7 Quantenmechanik	137
Vom Doppelspalt zur Quantenmechanik	138
Wellenmechanik und Schrödinger-Gleichung	140
Einfache Potenzialprobleme	142
Abstrakte Formulierung der QM	144
Quantenstreuung und Tunneleffekt	146
Der harmonische Oszillator	148
Impulse und Drehimpulse in der QM	150
Das Wasserstoffatom und Orbitale	152
Der Spin; das Stern-Gerlach-Experiment	154
Magnetismus	156
Verschränkte Zustände	158
Die Grenzen des Kopierens	159
Quantencomputer und Quantenkryptographie	160
Rechenmethoden in der Quantenmechanik	162
Atom-Photon-Wechselwirkung	164
Das Feynman'sche Pfadintegral	166
Der Aharonov-Bohm-Effekt	168
Bosonen und Fermionen	170
Quantenstatistik	172
Viel-Teilchen-Formalismus	174
Bose-Einstein-Kondensation und Suprafluidität	176
Zur Mathematik der Quantenmechanik	178
EPR-Paradoxon und Bell'sche Ungleichung	180
Das Messproblem und Schrödingers Katze	182
Interpretation und Status der Quantenmechanik	184
8 Festkörperphysik	187
Kristallgitter	188
Defekte in Festkörpern	190
Dynamik des Festkörpers	192
Normalschwingungen und Phononen	194
Fermi-Fläche und Bloch'sches Theorem	196
Elektronenbänder und Bandstrukturmethoden	198
Transportvorgänge im Festkörper	200
Kollektiver Magnetismus	202
Supraleitung	204
Spezielle Effekte der Festkörperphysik	206

9 Spezielle Relativitätstheorie	209
Der Weg zur Relativitätstheorie	210
Der relativistische Formalismus	212
Relativistische Effekte und Paradoxa	214
Čerenkov-Strahlung	216
Lorentz- und Poincaré-Gruppe	218
Relativistische Quantenmechanik	220
Antiteilchen	222
10 Gravitation und Kosmologie	225
Grundidee der ART und klassische Tests	226
Der Formalismus der ART	228
Die Schwarzschild-Lösung	230
Schwarze Löcher	232
Dunkle Materie und dunkle Energie	234
Grundüberlegungen zur Kosmologie	236
Kosmologische Modelle	238
Gravitationswellen und unkonventionelle Lösungen	240
11 Quantenfeldtheorie	243
Grundideen der Quantenfeldtheorie	244
Zum Formalismus der Quantenfeldtheorie	246
Symmetrien in der QFT	248
Quantenelektrodynamik und Eichinvarianz	250
Quantenchromodynamik	252
Dynamische Symmetriebrechung	254
Elektroschwache Theorie und Higgs-Mechanismus	256
Feynman-Diagramme	258
Renormierung	260
Rechenmethoden in der QFT	262
Das Vakuum in der QFT	264
12 Vereinheitlichung und Quantengravitation	267
Hawking-Strahlung	268
Entropieschranken und das holographische Prinzip	270
Vereinheitliche Theorien und Quantengravitation	272
Supersymmetrie	274
Stringtheorie	276
Anthropisches Prinzip und Cosmic Landscape	278

13 Ausklang	281
Einige Grundannahmen der Physik	282
Zur Methodik der Physik	284
Konzepte der Wissenschaftstheorie	286
Das Physikstudium	288
Der Wissenschaftsbetrieb	290
Physik, Technik und Gesellschaft	292
Anmerkungen und Quellen	295
Einführung	295
Klassische Mechanik	299
Elektrizität und Magnetismus	310
Wellen, Optik und Akustik	315
Thermodynamik	320
Atome, Kerne, Elementarteilchen	329
Quantenmechanik	336
Festkörperphysik	351
Spezielle Relativitätstheorie	360
Gravitation und Kosmologie	364
Quantenfeldtheorie	369
Vereinheitlichung und Quantengravitation	376
Ausklang	382
Kurzbiographien	388
Literaturverzeichnis	401
Symbol- und Abkürzungsverzeichnis	406
Index	413