

Inhaltsverzeichnis

1. Großes und Kleines im Universum	1
Die Grundlagen: Newton und Kepler	1
Das Sonnensystem	3
Entfernte Sterne und Galaxien	6
Das expandierende Universum	10
Der heiße Urknall	12
Fernrohr und Mikroskop	16
Das Auflösungsvermögen des Mikroskops	18
Über das optische Mikroskop hinaus	20
Mikroskopische Vorgänge im heißen Urknall	23
2. Die beiden Säulen: Relativität und Quantentheorie	25
Relativität: Woher kommt $E = mc^2$?	25
Noch mehr Relativität: Gravitation und Geometrie	37
Was unterscheidet einen fallenden Körper von einem beschleunigten?	37
Metrik und Linienelement	40
Krümmung	43
Und es stimmt!	50
Quanten, Teilchen und Felder	56
Plancks Strahlungsformel	56
Diskrete Zustände in Atomen	61
Ein erster Versuch: Bohrs Atommodell	62
Auf dem Weg zur Quantenmechanik: Wellenfunktionen, Operatoren und die Unbestimmtheitsrelation	64
Der Formalismus: Zustandsvektoren, bra's und ket's	67
Erwartungswerte und Ströme	70
Formaler Beweis der Unbestimmtheitsrelation	74
Der quantenmechanische Drehimpuls	77
Ein intrinsischer Drehimpuls: der Spin	83
Zusammengesetzte Wellenfunktionen	86
Zwischenspiel: Das Heisenberg-Bild	87
Äquidistante Zustände: Der harmonische Oszillator	89

Teilchenerzeugung und -vernichtung in relativistischen	
Wellengleichungen: Klein-Gordon und Dirac	92
Eichinvarianz und Kopplungen	101
Quantisierung des Klein-Gordon-Felds	106
... und des Dirac-Felds	112
Noch ein Zwischenspiel: Spins und Drehungen	117
Von Feldoperatoren zu Erwartungswerten	120
Wechselwirkende Felder: Elektronen-Streuung als Beispiel	124
Allgemeine Baupläne für Amplituden	132
Eine Komplikation: Höhere Ordnungen	136
Schleifendiagramme oder Wie man aus der Not	
eine Tugend macht	137
Renormierung	139
3. Das Standardmodell der Teilchenphysik	143
Einstieg: Der Isospin als innere Quantenzahl	143
Die Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung	145
Seltsamkeit und $SU(3)$	150
Partonen in der tiefinelastischen Streuung	159
Quarks und Gluonen	168
Eine andere Wechselwirkung, ein anderer Prozess: der β -Zerfall	183
Rechtsherum und links herum sind nicht dasselbe	193
Genaueres über die schwache Wechselwirkung zwischen Quarks	200
Eine neue Theorie: schwache und elektromagnetische	
Wechselwirkung unter einem Dach	204
Endliche Massen: der Higgs-Mechanismus	212
Die Bestätigung im Experiment	220
Quarks im Standardmodell	224
CP -Verletzung: drei Quark-Generationen passen ins Bild	229
Eine mögliche Modifikation: Neutrino-Oszillationen	234
Zum Schluss: eine Standortbestimmung	
und einige Spekulationen	242
4. Kosmologie	253
Das expandierende Universum:	
von Newton zu Einstein und Friedmann	254
Dichte, Temperatur und Wellenlängen	
im Laufe der Entwicklung	261
Chemie im Urknall: Wie sind Atome	
und Atomkerne entstanden?	268
Das erste Rätsel: Dunkle Materie	274
„Exotische“ Kandidaten für Dunkle Materie	280
Weitere Fragen: Horizonte und Flachheit	285
Die mögliche Antwort: Eine kosmologische Konstante	287
Inflation!	290

Szenenwechsel: Kosmische Strahlung	302
Fermis Beschleunigungs-Mechanismus	307
Was geschieht im Sterntod?	311
A. Einige mathematische Werkzeuge	317
Der Cauchysche Integralsatz,	
die δ -Funktion und Fourier-Transformationen	317
Gruppen	320
B. Grundbegriffe der klassischen Elektrodynamik	327
Elektrizität	327
Magnetismus	330
Magnetische Induktion	335
Die Konsequenzen der Verschiebung: elektromagnetische Wellen	336
C. Thermodynamik und Statistische Mechanik	343
Das ideale Gas	343
Kinetische Theorie der Gase	345
Erster Hauptsatz und statistische Mechanik	347
Quantenstatistik	350
Zum Abschluss: Thermischer Mittelwert	
von bosonischen Feldern	354
D. Wahrscheinlichkeiten und Verteilungen	357
Binomial-Verteilung	359
Poisson-Verteilung	359
Gauß-Verteilung	362
Negative Binomial- und Exponential-Verteilung	363
E. Zerfallsraten und Wirkungsquerschnitte	367
Literaturverzeichnis	373
Index	381

Teilchenphysik und Kosmologie

Eine Einführung in Grundlagen und Zusammenhänge

Treichel, M.

2000, XV, 389 S. 78 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-540-67711-6