
Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	1
1.1	Das Universum	1
1.2	Der Aufbau der Materie	3
1.2.1	Der Aufbau der Atome	4
1.3	Der Aufbau der Kerne	6
1.3.1	Radioaktivität	7
1.3.2	Die α -Strahlung	8
1.3.3	Die β -Strahlung	8
1.3.4	Die γ -Strahlung	9
1.4	Der Aufbau der Baryonen	10
1.5	Vorläufige Zusammenfassung	12
1.6	Übungsaufgabe	13
2	Die Entwicklung des Universums	15
2.1	Die Ausdehnung des Universums in der allgemeinen Relativitätstheorie	15
2.2	Die Geschichte des Universums	19
2.3	Die dunkle Materie und die dunkle Energie	22
2.4	Inflation	24
2.5	Zusammenfassung und offene Fragen	26
2.6	Übungsaufgaben	28
3	Elemente der Relativitätstheorie	29
3.1	Die spezielle Relativitätstheorie	29
3.1.1	Energie und Impuls	37
3.2	Die allgemeine Relativitätstheorie: gekrümmte Räume	39
3.2.1	Das schwarze Loch	43
3.3	Übungsaufgaben	45

4	Die Feldtheorie	47
4.1	Die Klein-Gordon-Gleichung	47
4.2	Die Wellenlösung	48
4.3	Die Coulomb-Lösung	52
4.4	Gravitationswellen	53
4.5	Übungsaufgaben	56
5	Die Elektrodynamik	57
5.1	Die klassische Elektrodynamik	57
5.2	Die Elektron-Elektron-Streuung	60
5.3	Die Quantenelektrodynamik	62
5.4	Der innere Drehimpuls	71
5.5	Das Bohr'sche Atommodell	73
5.6	Übungsaufgaben	76
6	Die starke Wechselwirkung	77
6.1	Zusammenfassung	84
6.2	Übungsaufgabe	85
7	Die schwache Wechselwirkung	87
7.1	W- und Z-Bosonen	87
7.2	Die Paritätsverletzung	93
7.3	Das Higgs-Boson	95
7.4	Die CP-Verletzung	101
7.5	Neutrino-Oszillationen	102
7.6	Übungsaufgaben	107
8	Die Produktion von Elementarteilchen und die Suche nach dem Higgs-Boson	109
8.1	Der Aufbau von Ringbeschleunigern und Detektoren	112
8.2	Die Entdeckung neuer Elementarteilchen	118
8.3	Die Suche nach dem Higgs-Boson	125
8.4	Übungsaufgabe	132
9	Symmetrien	133
9.1	Äußere Symmetrien	133
9.2	Innere Symmetrien	135
9.3	Eichsymmetrien und Eichfelder	139
9.4	Übungsaufgaben (Anspruchsvoll!)	148

10	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	149
11	Quantenkorrekturen und die Renormierungsgruppengleichungen	153
11.1	Übungsaufgabe	162
12	Jenseits des Standardmodells	163
12.1	Die große Vereinheitlichung	163
12.2	Das Hierarchieproblem und die Supersymmetrie	167
12.3	Quantengravitation, Stringtheorie und zusätzliche Dimensionen	172
12.4	Übungsaufgabe	186
13	Anhang	187
13.1	Wichtige Konstanten und Abkürzungen	187
13.2	Nützliche Internetadressen	188
13.2.1	Satellitenexperimente zur Messung der kosmischen Hintergrundstrahlung	188
13.2.2	Experimente zum Nachweis von Gravitationswellen	188
13.2.3	Teilchenbeschleuniger	188
13.2.4	Übersicht über die Eigenschaften bekannter Elementarteilchen	188
14	Lösungen der Übungsaufgaben	189
14.1	Kapitel 1	189
14.2	Kapitel 2	189
14.3	Kapitel 3	190
14.4	Kapitel 4	191
14.5	Kapitel 5	191
14.6	Kapitel 6	192
14.7	Kapitel 7	193
14.8	Kapitel 8	194
14.9	Kapitel 9	194
14.10	Kapitel 11	195
14.11	Kapitel 12	195
	Literatur	197
	Sachverzeichnis	199