

Ulrich Ellwanger

Vom Universum zu den Elementarteilchen

Eine erste Einführung in die Kosmologie
und die fundamentalen Wechselwirkungen

fyj Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	1
1.1	Das Universum . . . \wedge	1
1.2	Der Aufbau der Materie.	3
1.2.1	Der Aufbau der Atome.	4
1.3	Der Aufbau der Kerne.	7
1.3.1	Radioaktivität	8
1.3.2	Die α -Strahlung	9
1.3.3	Die β -Strahlung	9
1.3.4	Die γ -Strahlung	11
1.4	Der Aufbau der Baryonen.	11
1.5	Vorläufige Zusammenfassung	14
2	Die Entwicklung des Universums	17
2.1	Die Ausdehnung des Universums in der allgemeinen Relativitätstheorie.	17
2.2	Die Geschichte des Universums.	21
2.3	Die dunkle Materie und die dunkle Energie.	25
2.4	Inflation.	28
2.5	Zusammenfassung und offene Prägen.	30
3	Elemente der Relativitätstheorie	33
3.1	Die spezielle Relativitätstheorie.	33
3.1.1	Energie und Impuls.	42
3.2	Die allgemeine Relativitätstheorie: gekrümmte Räume ..	44
3.2.1	Das schwarze Loch.	49
4	Die Feldtheorie	53
4.1	Die Klein-Gordon-Gleichung	53
4.2	Die Wellenlösung.	54

VIII Inhaltsverzeichnis

4.3	Die Coulomb—Lösung	59
4.4	Gravitationswellen	59
5	Die Elektrodynamik	65
5.1	Die klassische Elektrodynamik	65
5.2	Die Elektron-Elektron-Streuung	68
5.3	Die Quantenelektrodynamik	71
5.4	Der innere Drehimpuls	81
5.5	Das Bohr'sche Atommodell	84
6	Die starke Wechselwirkung	89
7	Die schwache Wechselwirkung	99
7.1	W- und Z-Bosonen	99
7.2	Die Paritätsverletzung	106
7.3	Das Higgs-Boson	108
7.4	Die CP-Verletzung	116
7.5	Neutrino-Oszillationen	118
8	Die Produktion von Elementarteilchen	125
9	Symmetrien	141
9.1	Äußere Symmetrien	141
9.2	Innere Symmetrien	143
9.3	Eichsymmetrien und Eichfelder	148
10	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	161
11	Quantenkorrekturen und die Renormierungsgleichungen	165
12	Jenseits des Standardmodells	177
12.1	Die große Vereinheitlichung	177
12.2	Das Hierarchieproblem und die Supersymmetrie	181
12.3	Quantengravitation, Stringtheorie und zusätzliche Dimensionen	188
A	Anhang	207
A.1	Wichtige Konstanten und Abkürzungen	207
A.2	Nützliche Internetadressen	208

Lösungen der Übungsaufgaben.	209
Literaturverzeichnis.	217
Sachverzeichnis.	219