

Inhalt

- 1 Überblick 1
 - 1.1 Das Universum 1
 - 1.2 Der Aufbau der Materie 3
 - 1.2.1 Der Aufbau der Atome 3
 - 1.3 Der Aufbau der Kerne 6
 - 1.3.1 Radioaktivität 6
 - 1.3.2 Die α -Strahlung 7
 - 1.3.3 Die β -Strahlung 8
 - 1.3.4 Die γ -Strahlung 9
 - 1.4 Der Aufbau der Baryonen 9
 - 1.5 Vorläufige Zusammenfassung 11
 - 1.6 Übungsaufgabe 12
- 2 Die Entwicklung des Universums 13
 - 2.1 Die Ausdehnung des Universums in der allgemeinen Relativitätstheorie 13
 - 2.2 Die Geschichte des Universums 16
 - 2.3 Die dunkle Materie und die dunkle Energie 19
 - 2.4 Inflation 22
 - 2.5 Zusammenfassung und offene Fragen 23
 - 2.6 Übungsaufgaben 25
- 3 Elemente der Relativitätstheorie 27
 - 3.1 Die spezielle Relativitätstheorie 27
 - 3.1.1 Energie und Impuls 34
 - 3.2 Die allgemeine Relativitätstheorie: gekrümmte Räume 36
 - 3.2.1 Das schwarze Loch 40
 - 3.3 Übungsaufgaben 42
- 4 Die Feldtheorie 43
 - 4.1 Die Klein–Gordon–Gleichung 43
 - 4.2 Die Wellenlösung 44

4.3	Die Coulomb-Lösung	48
4.4	Gravitationswellen	48
4.5	Übungsaufgaben	51
5	Die Elektrodynamik	53
5.1	Die klassische Elektrodynamik	53
5.2	Die Elektron-Elektron-Streuung	56
5.3	Die Quantenelektrodynamik	58
5.4	Der innere Drehimpuls	66
5.5	Das Bohr'sche Atommodell	68
5.6	Übungsaufgaben	71
6	Die starke Wechselwirkung	73
6.1	Zusammenfassung	80
6.2	Übungsaufgabe	80
7	Die schwache Wechselwirkung	81
7.1	W- und Z-Bosonen	81
7.2	Die Paritätsverletzung	87
7.3	Das Higgs-Boson	89
7.4	Die CP-Verletzung	95
7.5	Neutrino-Oszillationen	96
7.6	Übungsaufgaben	101
8	Die Produktion von Elementarteilchen	103
8.1	Der Aufbau von Ringbeschleunigern und Detektoren	106
8.2	Die Entdeckung neuer Elementarteilchen	111
8.3	Übungsaufgabe	122
9	Symmetrien	123
9.1	Äußere Symmetrien	123
9.2	Innere Symmetrien	125
9.3	Eichsymmetrien und Eichfelder	129
9.4	Übungsaufgaben (Anspruchsvoll!)	138
10	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	139
11	Quantenkorrekturen und die Renormierungsgruppengleichungen ...	143
11.1	Übungsaufgabe	151
12	Jenseits des Standardmodells	153
12.1	Die große Vereinheitlichung	153
12.2	Das Hierarchieproblem und die Supersymmetrie	156
12.3	Quantengravitation, Stringtheorie und zusätzliche Dimensionen	162
12.4	Übungsaufgabe	175

Anhang	177
A.1 Wichtige Konstanten und Abkürzungen	177
A.2 Nützliche Internetadressen	178
Lösungen der Übungsaufgaben	179
Literatur	187
Sachverzeichnis	189