

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Überblick</b> .....	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 .....	7
1.3.1	Radioaktivität .....	8
1.3.2	Die $\alpha$ -Strahlung .....	9
1.3.3	Die $\beta$ -Strahlung .....	9
1.3.4	Die $\gamma$ -Strahlung .....	11
1.4	Der Aufbau der Baryonen .....	11
1.5	Vorläufige Zusammenfassung .....	14
<b>2</b>	<b>Die Entwicklung des Universums</b> .....	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 Fragen .....	30
<b>3</b>	<b>Elemente der Relativitätstheorie</b> .....	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
<b>4</b>	<b>Die Feldtheorie</b> .....	53
4.1	Die Klein–Gordon–Gleichung .....	53
4.2	Die Wellenlösung .....	54

4.3	Die Coulomb-Lösung	59
4.4	Gravitationswellen	59
<b>5</b>	<b>Die Elektrodynamik</b>	<b>65</b>
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
<b>6</b>	<b>Die starke Wechselwirkung</b>	<b>89</b>
<b>7</b>	<b>Die schwache Wechselwirkung</b>	<b>99</b>
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
<b>8</b>	<b>Die Produktion von Elementarteilchen</b>	<b>125</b>
<b>9</b>	<b>Symmetrien</b>	<b>141</b>
9.1	Äußere Symmetrien	141
9.2	Innere Symmetrien	143
9.3	Eichsymmetrien und Eichfelder	148
<b>10</b>	<b>Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik</b>	<b>161</b>
<b>11</b>	<b>Quantenkorrekturen und die Renormierungsgruppengleichungen</b>	<b>165</b>
<b>12</b>	<b>Jenseits des Standardmodells</b>	<b>177</b>
12.1	Die große Vereinheitlichung	177
12.2	Das Hierarchieproblem und die Supersymmetrie	181
12.3	Quantengravitation, Stringtheorie und zusätzliche Dimensionen	188
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>207</b>
A.1	Wichtige Konstanten und Abkürzungen	207
A.2	Nützliche Internetadressen	208

<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b> .....	209
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	217
<b>Sachverzeichnis</b> .....	219