

Inhalt

1	Übersicht und Einführung	
1.1	Elementarteilchenphysik – Hochenergiephysik	9
1.2	Beschleuniger und Speicherringe	13
1.2.1	Beschleuniger	13
1.2.2	Speicherringe	15
1.3	Die elektromagnetische Wechselwirkung	24
1.4	Die starke Wechselwirkung	27
1.5	Die schwache Wechselwirkung	30
1.6	Der Teilchenzoo	35
1.6.1	Leptonen	35
1.6.2	Nukleonen, Mesonen und ihre Resonanzen mit $S=0$	39
1.6.3	Seltsame Teilchen	46
1.6.4	Charme und „Bottom“	49
1.7	Erhaltungssätze und Symmetrien	53
1.7.1	Ladung	53
1.7.2	Baryonzahl	53
1.7.3	Leptonzahl	54
1.7.4	Quarksorte	55
1.7.5	Parität	56
1.7.6	Ladungskonjugation	59
1.7.7	Isospin	61
1.7.8	Energie und Impuls	66
1.7.9	Drehimpuls	67
1.7.10	Zeitumkehr – <i>CPT</i> -Theorem	68
1.7.11	Eichsymmetrie	69
2	Die elektromagnetische Wechselwirkung	
2.1	Relativistische Wellengleichungen, Dirac-Gleichung	72
2.2	Feynman-Diagramme	79
2.3	Wechselwirkung von Photonen und Elektronen	91
2.3.1	Vorbemerkung	91
2.3.2	Elastische Streuung	91
2.3.3	Annihilation	94
2.3.4	Compton-Streuung $e + \gamma \rightarrow e + \gamma$	96
2.3.5	Bremsstrahlung	96
2.3.6	Paarerzeugung	98
2.3.7	Weizsäcker-Williams-Methode	99

6	Inhalt	
2.4	Prüfung und Grenzen der Quantenelektrodynamik	103
2.4.1	Hochenergieverhalten	103
2.4.2	Elektron-Myon-Tau-Universalität in der QED	107
2.4.3	Prozesse höherer Ordnung	107
2.4.4	Grundsätzliche Probleme	111
3	Die starke Wechselwirkung	
3.1	Pion-Nukleon-Wechselwirkung	113
3.1.1	Partialwellenformalismus	113
3.1.2	Optisches Theorem, Unitaritätsgrenzen	118
3.1.3	Resonanzen	119
3.1.4	Pion-Nukleon-Streuung	120
3.2	Das Quarkmodell	126
3.2.1	Einführung der Quarks	126
3.2.2	Quarkmodell der Mesonen	130
3.2.3	Die SU_3 -Symmetrie für u-d-s-Quarks	132
3.2.4	Quarkmodell der Baryonen	135
3.2.5	Farbe	137
3.2.6	Elektron-Positron-Annihilation im Quarkmodell	138
3.2.7	Quarkonium	142
3.2.8	Quantenchromodynamik	146
3.3	Streuung von Elektronen und Myonen an Hadronen	153
3.3.1	Elastische Streuung	153
3.3.2	Der Formfaktor des Protons und Neutrons	156
3.3.3	Unelastische Elektron-Proton- und Myon-Proton-Streuung	159
3.3.4	Skalenverhalten	161
3.3.5	Das Parton-Modell	162
3.4	Phänomenologie der Hochenergieprozesse	166
3.4.1	Das optische Modell	166
3.4.2	Totale und elastische Wirkungsquerschnitte	170
3.4.3	Feynman-Skalenverhalten	173
3.4.4	Hadronphysik bei den höchsten Energien	178
4	Die schwache Wechselwirkung	
4.1	Grundlagen	180
4.1.1	Übersicht	180
4.1.2	Paritätsverletzung – experimentelle Grundlagen	182
4.1.3	Helizität	185
4.1.4	Invarianz unter Zeitumkehr	188
4.2	Geladene Ströme	189
4.2.1	Das Matrixelement	189
4.2.2	Rein leptonische Reaktionen	193
4.2.3	Kern- β -Wechselwirkung	197
4.2.4	Pion-Zerfall	201
4.2.5	Der erhaltene Vektorstrom	204

4.2.6	Zerfall seltsamer Teilchen	204
4.2.7	Zerfall von Charme- und „Bottom“-Teilchen	207
4.3	Neutrale Ströme	211
4.3.1	Evidenz für neutrale Ströme	211
4.3.2	Die elektroschwache Wechselwirkung	213
4.3.3	Der Higgs-Mechanismus	218
4.4	Physik der W- und Z-Bosonen	221
4.5	Die K-M-Matrix	226
4.6	K^0 -Physik	228
4.6.1	Die Zustände K_1^0 und K_2^0	228
4.6.2	Regeneration	231
4.6.3	CP-Verletzung	232
4.7	Neutrino-Physik	236
4.7.1	Die „elastischen“ Neutrinoreaktionen	236
4.7.2	Unelastische Neutrinoreaktionen	238
4.7.3	Hochenergieverhalten	239
4.7.4	Strukturuntersuchung des Nukleons mit Hilfe von Leptonstreuung ..	242
4.7.5	Neutrale Ströme bei der Neutrinostreuung	249
5	Das Standard-Modell	253

Anhang

A 1	Formeln zur speziellen Relativitätstheorie	257
A 1.1	Die Lorentz-Transformationsgleichungen	257
A 1.2	Vierervektoren	258
A 1.3	Allgemeine Lorentz-Transformation	259
A 1.4	Beispiele und Anwendungen	260
A 2	$SU_2 - SU_3$	262
A 3	Wichtige Konstanten	266
	Literaturverzeichnis	267
	Sachverzeichnis	279