

Theoretische Physik

Band 10

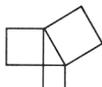
Walter Greiner
Andreas Schäfer

Quanten- chromo- dynamik

Ein Lehr- und Übungsbuch

Mit zahlreichen Abbildungen, Beispielen
und Aufgaben mit ausführlichen Lösungen

1989



Verlag Harri Deutsch

Inhalt:

1.	Die Einführung von Quarks	1
1.1	Das Hadronenspektrum	1
1.2	Wiederholung: Die Symmetriegruppen $SU(2)$ und $SU(3)$	6
2.	Wiederholung der relativistischen Feldtheorie	32
2.1	Spinor Quantenelektrodynamik	32
2.1.1	Die freie Dirac-Gleichung und ihre Lösungen	32
2.1.2	Dichte und Stromdichte	37
2.1.3	Kovariante Schreibweise	39
2.1.4	Normierung der Dirac-Spinoren	40
2.1.5	Wechselwirkung mit einem Viererpotential A^μ	44
2.1.6	Übergangsamplituden	45
2.1.7	Diskrete Symmetrien	46
2.2	Skalare Quantenelektrodynamik	47
2.2.1	Die freie Klein Gordon-Gleichung und ihre Lösungen	47
2.2.2	Die Wechselwirkung eines π^+ mit einem Potential A^μ	54
2.2.3	Die $\pi^+ - K^+$ -Streuung	61
2.2.4	Der Wirkungsquerschnitt	67
2.2.5	Spin-1-Teilchen und ihre Polarisation	86
2.2.5.1	Massive Spin-1-Teilchen	86
2.2.5.2	Masselose Spin-1-Teilchen: Photonen	93
2.2.6	Propagator für virtuelle Pionen	98

2.3	Fermion–Boson und Fermion–Fermion Streuung	107
2.3.1	Spuren und Spinsummation	110
2.3.2	Struktur der Formfaktoren aufgrund von Invarianzüberlegungen	127
3.	Streureaktionen und die innere Struktur der Baryonen	138
3.1	Einfache Quarkmodelle im Vergleich	138
3.2	Die Beschreibung von Streureaktionen	143
3.3	Das MIT Bag Modell	204
4.	Eichtheorien und Quantenchromodynamik	239
4.1	Das Standard Modell als typisches Beispiel einer Eichtheorie	239
4.2	Die Eichtheorie der Quark–Quark Wechselwirkung	256
4.3	Störungstheoretische QCD	279
4.4	Die Renormierungsgruppe und die Entwicklung noch lokaler Operatoren	309
4.5	Tests der störungstheoretischen QCD	339
5.	Nicht–störungstheoretische QCD	351
5.1	Gitter Eich Theorien	351
6.	Quasiphänomenologische Anwendungen	410
6.1	Der QCD–Grundzustand	410
6.2	Das Quark–Gluon–Plasma	437

Aufgaben und Beispiele:

1.1:	Die Fundamentaldarstellung einer Lie–Algebra	21
1.2:	Die reguläre Darstellung der $SU(3)$	28
2.1:	Das Matrixelement der Pion–Potentialstreuung	58
2.2:	Der Flußfaktor	70
2.3:	Die Mandelstam Variable s	72
2.4:	Der Lorentz–invariante Phasenraumfaktor	73
2.5:	Die $\pi^+\pi^+$ – und $\pi^+\pi^-$ –Streuung	75
2.6:	Die Pion–Kaon Streuung	79
2.7:	Die Polarisationszustände eines massiven Spin–1 Teilchens	91
2.8:	Comptonstreuung an Pionen	99
2.9:	Elastische $e^-\pi^+$ –Streuung	107
2.10:	Eigenschaften der Dirac–Matrizen	118
2.11:	Die Pion–Elektron–Streuung	122
2.12:	Zur Positron–Pion–Streuung	125
2.13:	Elektron–Myon–Streuung	133
3.1:	Tief inelastische Elektron–Nukleon Streuung	155
3.2:	Der nukleonische Streutensor	156
3.3:	Der nukleonische Streutensor bei schwacher Wechselwirkung	159
3.4:	Die inklusive schwache Lepton–Nukleon–Streuung	163
3.5:	Die Variablen x und y	170
3.6:	Das Breit–System	186
3.7:	Strukturfunktionen für skalare Teilchen	190

3.8:	Skalare und transversale Wirkungsquerschnitte für Photon–Nukleon–Streuung	191
3.9:	Einfache Modellrechnung für die Strukturfunktionen der Elektron–Nukleon–Streuung	195
3.10:	Antiquark–Lösungen im Bag	208
3.11:	Der Normierungsfaktor der massiven Bag–Wellenfunktionen	218
3.12:	Mittlerer Ladungsradius des Protons	230
3.13:	Das magnetische Moment des Protons	233
4.1:	Die geometrische Formulierung von Eichsymmetrien	243
4.2:	Die Feynman–Regeln der QCD	265
4.3:	Die gleitende Kopplungskonstante	272
4.4:	QCD–Korrekturen zur Elektron–Nukleon–Streuung	286
4.5:	Der Bremsstrahlungsanteil der Altarelli–Parisi–Gleichung	304
4.6:	Ein Integral	319
4.7:	Die β –Funktion in niedrigster Ordnung	327
4.8:	Die Momente der Strukturfunktionen	336
5.1:	Die Fermion Verdopplung	366
5.2:	Anomalien in Gittereichtheorien	368
5.3:	Die Hochtemperatur–Näherung für die gemittelte Plaquettefunktion	381
5.4:	Sattelpunktnäherung für die mittlere Plaquette– funktion	383
5.5:	Der Wilson–Loop der QED	392

5.6:	Starke-Kopplungs-näherung für den Wilson-Loop	396
5.7:	Die Schwache-Kopplungs-näherung für den Wilson-Loop	400
6.1:	Der QCD-Grundzustand	420
6.2:	Der QCD-Grundzustand und die Renormierungsgruppe	428
6.3:	Der QCD-Grundzustand und spontane Symmetriebrechung	431
6.4:	Das QGP als freies Gas	444