

Theoretische Teilchenphysik II

Prof. Dr. D. Zeppenfeld
Dr. B. Jäger

WS 2005/06
Übungsblatt 7

Aufgabe 9: *Supersymmetrische QCD*

In supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells wird jedem Fermion ein skalares Pendant (Sfermion) zugewiesen. Im folgenden wollen wir die Wechselwirkung dieser Partnerpartikeln der Quarks und Antiquarks, \tilde{q} und \tilde{q}^* (*Squarks*), mit Gluonen betrachten. Sie wird durch die Lagrange-Funktion

$$\mathcal{L}_{squark} = igT_{rs}^a A_\mu^a \tilde{q}_r^* \overleftrightarrow{\partial}^\mu \tilde{q}_s + \frac{1}{2} g^2 \left(\frac{1}{3} \delta_{ab} + d_{abc} T^c \right) A_\mu^a A^{b\mu} \tilde{q}^* \tilde{q} \quad (1)$$

beschrieben, wobei A , \tilde{q} und \tilde{q}^* Gluon- und (Anti-)Squarkfelder sind, g für die starke Kopplungskonstante, griechische und lateinische Buchstaben für Lorentz- und Farbindizes stehen.

- a) Leiten Sie die Feynmanregeln für die zwei verschiedenen Möglichkeiten, Squarks und Antisquarks an Gluonen zu koppeln, aus Glg.(1) her. Benutzen Sie dazu die Identität

$$B \overleftrightarrow{\partial}^\mu C = B(\partial_\mu C) - (\partial_\mu B)C .$$

- b) Geben Sie alle Feynman-Diagramme für den Streuprozess $g(p_1)g(p_2) \rightarrow \tilde{q}(p_3)\tilde{q}^*(p_4)$ an. Bestimmen Sie mithilfe der in Aufgabe a) hergeleiteten Feynmanregeln die Streuamplitude \mathcal{M} für $gg \rightarrow \tilde{q}\tilde{q}^*$. Überprüfen Sie Ihr Ergebnis, indem Sie testen, ob es invariant unter QCD-Eichtransformationen ist. Berechnen Sie nun das spingemittelte Amplitudenquadrat und drücken Sie $|\mathcal{M}|^2$ durch Mandelstamvariablen aus. Beachten Sie dabei, daß die Squarkmasse $m_{\tilde{q}}$ nicht vernachlässigbar ist.
- c) Vergleichen Sie das in Aufgabe b) erhaltene Resultat mit dem entsprechenden Ergebnis für die verwandte Reaktion $gg \rightarrow q\bar{q}$ im Limes *sehr* großer Energien ($s \gg m_{\tilde{q}}^2$). Sie können hierfür das in Aufgabe 5 (Übungsblatt 4) berechnete Amplitudenquadrat für $q\bar{q}$ Annihilation benutzen, indem Sie Crossing-Symmetrien ausnutzen. Diskutieren Sie insbesondere die Winkelabhängigkeit der beiden Streuprozesse.