

[ Übungsgruppen Donnerstag 04.12. 12-14 und 16-18 in D6-135 ]

**Aufgabe 7.1:** Betrachten Sie eine Theorie mit drei unterschiedlichen Spin-0 Teilchensorten, welche durch die folgende Lagrangedichte gekoppelt sind  $\widehat{\mathcal{L}}_{\text{int}} = g\widehat{\phi}_A\widehat{\phi}_B\widehat{\phi}_C$ . Es gelte für die Massen  $m_A > m_B + m_C$  mit  $m_B \neq m_C$  und  $m_B, m_C > 0$ , so dass der Zerfall  $A \rightarrow B + C$  kinematisch erlaubt ist.

- Zeichnen Sie alle zusammenhängenden Feynman-Diagramme der Wechselwirkung  $\widehat{\mathcal{L}}_{\text{int}}$  für die Ordnungen  $\mathcal{O}(g)$ ,  $\mathcal{O}(g^2)$  und  $\mathcal{O}(g^3)$ . Beachten Sie hierbei, welche Feynman Diagramme kinematisch erlaubt sind und welche nicht.
- Wie lautet die Amplitude des Zerfallsprozesses  $A \rightarrow B + C$  bis zur Ordnung  $\mathcal{O}(g^3)$ ?

**Aufgabe 7.2:** Identifizieren Sie die Kanäle, welche in der Streuung  $A + B \rightarrow 1 + 2$  den einzelnen Mandelstam-Variablen  $s = (Q_A + Q_B)^2$ ,  $t = (Q_A - P_1)^2$  und  $u = (Q_A - P_2)^2$  entsprechen. Hierbei ist die Wechselwirkung gegeben durch  $\mathcal{L}_I = g_{ijk}\Phi^i\Psi^j\Sigma^k$  von drei beliebigen Teilchensorten (insbesondere können sie unterschiedlichen Spin besitzen). *Hinweis:* Der Erhalt des Viererimpulses  $Q_A + Q_B - P_1 - P_2 = 0$  ist hierbei sehr hilfreich sowie die folgende Interpretation des Feynman Diagramms, bei dem die Hauptverbindungen der externen Feldlinien als die Mandelstam Variablen interpretiert werden können.

**Aufgabe 7.3:** Berechnen Sie die Amplituden der folgenden Prozesse in der QED.

- Bhabha Streuung:  $e^-(\vec{q}_A, \vec{s}_A) + e^+(\vec{q}_B, \vec{s}_B) \rightarrow e^-(\vec{p}_1, \vec{s}_1) + e^+(\vec{p}_2, \vec{s}_2)$   
Geben Sie die Amplitude in den Spinoren  $\bar{u}(\vec{p}_1, \vec{s}_1)$ ,  $v(\vec{p}_2, \vec{s}_2)$ ,  $u(\vec{q}_A, \vec{s}_A)$  und  $\bar{v}(\vec{q}_B, \vec{s}_B)$  an.
- Paarerzeugung:  $\gamma(\vec{q}_A, \vec{\lambda}_A) + \gamma(\vec{q}_B, \vec{\lambda}_B) \rightarrow e^-(\vec{p}_1, \vec{s}_1) + e^+(\vec{p}_2, \vec{s}_2)$   
Geben Sie die Amplitude in den Spinoren  $\bar{u}(\vec{p}_1, \vec{s}_1)$ ,  $v(\vec{p}_2, \vec{s}_2)$  und den elektromagnetischen Vektorfeldern  $A^\mu(\vec{q}_A, \vec{\lambda}_A)$ ,  $A^\mu(\vec{q}_B, \vec{\lambda}_B)$  an.