

Theoretische Teilchenphysik I

V: Prof. Dr. M.M. Mühlleitner, Ü: Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 8

Abgabe: Mi., 24.6.'13, 14.00 Uhr, EG Physikhochhaus.

Aufgabe 14: Spinsummen

[5]

Zeigen Sie mit Hilfe der Orthogonalitätsrelationen aus Aufgabe 6 die folgenden Identitäten für Spinsummen von Spinoren:

$$\sum_{s=1,2} u(p,s)\bar{u}(p,s) = \not{p} + m, \quad \sum_{s=1,2} v(p,s)\bar{v}(p,s) = \not{p} - m.$$

Hinweis: Zeigen Sie zunächst die Projektoreigenschaft der Spinsummen.

Aufgabe 15: Strahlungskorrekturen zur $e^- - \mu^+$ -Streuung

[5]

Wir untersuchen die Streuung eines Elektrons an einem schwereren Antilepton der Ladung $+1$, dem μ^+ . Die Feynman-Regeln für Myonen sind identisch mit denen für Elektronen, es müssen nur die korrekten Massen m_e bzw. m_μ in den Propagatoren verwendet werden. Des weiteren verschwinden gemischte Propagatoren vom Typ $\langle 0 | T \psi_e \bar{\psi}_\mu | 0 \rangle$. Der Prozess niedrigster Ordnung ($n = 2$ Einschübe der Wechselwirkungs-Lagrangedichte) ist in Peskin/Schroeder, Kap. 5.4 beschrieben. Wir wollen nun den $n = 3$ Prozess

$$e^-(p_1) + \mu^+(p_2) \longrightarrow e^-(p'_1) + \mu^+(p'_2) + \gamma(k)$$

untersuchen.

- Zeichnen Sie alle Feynman Diagramme der Ordnung $n = 3$. Geben Sie die Impulse der internen Propagatoren und die externen Wellenfunktionsfaktoren explizit an.
- Verwenden Sie die Feynman-Regeln der QED, um den Beitrag jedes Diagramms zur Streuamplitude hinzuschreiben. (Ihr Ergebnis soll in der Form $\bar{u}(p) \frac{1}{\not{p} + \not{k} - m} \cdots$ bleiben, es sind keine weiteren Vereinfachungen notwendig.)
- Die Struktur des Resultats für die gesamte Streuamplitude ist

$$\mathcal{M} = \mathcal{M}^\mu \epsilon_\mu(k).$$

Die Eichinvarianz der Amplitude bedingt, dass

$$\mathcal{M}^\mu k_\mu = 0,$$

d.h. die Amplitude verschwindet, wenn wir den Polarisationsvektor $\epsilon_\mu(k)$ des Photons durch den Photonimpuls k_μ ersetzen. Zeigen Sie durch eine explizite Rechnung, dass diese Bedingung an \mathcal{M} für die Amplitude aus (b) erfüllt ist.