

Vorlesung: Quantenfeldtheorie I

Department Physik, Universität Hamburg
Übungsblatt 7

Wintersemester 2012/2013
Abgabetermin 17.12.12, 12:00h
Besprechung 19.12.12, 14:00h

- Aufgabe 1 (6 Punkte)

Geben Sie in der QED das Matrix-Element für den Zerfall eines Photons in ein Fermion-Anti-Fermion-Paar, $\gamma(p) \rightarrow \bar{\psi}(k_1)\psi(k_2)$, zu führender Ordnung in der Kopplungskonstanten an und zeigen Sie, dass Ihr Ausdruck eichinvariant ist.

Hinweis: Verwenden Sie die Lorentz-Eichung $\partial \cdot A = 0$ und ersetzen Sie im amputierten Feynman-Diagramm den Polarisationsstensor $\epsilon_\mu(p)$ durch den Impuls p_μ .

- Aufgabe 2 (4 Punkte)

Gegeben sei der $2 \rightarrow 2$ Streuprozess mit den Teilchen i, j, k, l und Impulsen p_i ,

$$i(p_1) + j(p_2) \rightarrow k(p_3) + l(p_4),$$

wobei das invariante Matrix-Element $\mathcal{M}_{ij \rightarrow kl}$ der Reaktion eine Funktion der Mandelstam-Variablen $s = (p_1 + p_2)^2$, $t = (p_1 - p_3)^2$, $u = (p_1 - p_4)^2$ und den Teilchenmassen m_i^2 ist, also $\mathcal{M}_{ij \rightarrow kl}(s, t, u, m_i^2)$.

Betrachten Sie nun die gekreuzte Reaktion

$$i(p_1) + \bar{k}(-p_3) \rightarrow \bar{j}(-p_2) + l(p_4),$$

wobei \bar{j}, \bar{k} die den Teilchen j, k entsprechenden Anti-Teilchen bezeichnen und berechnen Sie das invariante Matrix-Element $\mathcal{M}_{i\bar{k} \rightarrow \bar{j}l}$ als Funktion von $\mathcal{M}_{ij \rightarrow kl}$.

- Aufgabe 3 (10 Punkte)

Berechnen Sie den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\cos\theta^*$ für die Bhabha-Streuung, also den Prozess

$$e^+(p_1) + e^-(p_2) \rightarrow e^+(p_3) + e^-(p_4),$$

zu führender Ordnung in der Kopplungskonstanten im Limes $s \gg m_e^2$.

Hinweis: Berechnen Sie das quadrierte Matrix-Element $|\mathcal{M}_{e^+e^- \rightarrow e^+e^-}|^2$ und verwenden Sie das Ergebnis von Übungsblatt 6, Aufgabe 1.