

Theoretische Teilchenphysik II

V: Prof. Dr. D. Zeppenfeld, Ü: PD Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 1

Besprechung: Mi, 28.10.'15

Aufgabe 1: $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$

Berechnen Sie den Wirkungsquerschnitt für den Prozess

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

in führender Ordnung der QED. Wir interessieren uns für den Fall großer Schwerpunktsenergien, so dass wir die Massen vernachlässigen können, $m_e, m_\mu \rightarrow 0$. Gehen Sie wie folgt vor:

- Zeichnen Sie das relevante Feynman-Diagramm und bestimmen Sie mit den Feynman-Regeln die invariante Amplitude für den Prozess.
- Berechnen Sie das Amplitudenquadrat mit Mittelung über die einlaufenden und Summation über auslaufende Polarisierungen. Zeigen Sie, dass

$$\bar{\sum} |M|^2 = \frac{8e^2}{s^2} ((p_1 \cdot p_3)(p_2 \cdot p_4) + (p_1 \cdot p_4)(p_2 \cdot p_3))$$

- Drücken Sie e^2 durch die Feinstrukturkonstante α und die Skalarprodukte der Impulse durch Mandelstamvariablen aus.
- Zeigen Sie, dass der Zweiteilchenphasenraum durch

$$d\Phi_2 = \frac{dt}{8\pi s}$$

gegeben ist.

- Nach Integration über t finden Sie das Endergebnis

$$\sigma = \frac{4\pi\alpha^2}{3s} .$$