

Aufgabe 1: Schwache Wechselwirkung (8 Punkte)

Betrachten Sie die Prozesse $\nu_\mu e^- \rightarrow \nu_e \mu^-$ und $\bar{\nu}_e e^- \rightarrow \bar{\nu}_\mu \mu^-$ im $V - A$ Modell.

- Berechnen Sie $|\overline{\mathcal{M}}|^2$ für den ersten Prozess und drücken Sie das Ergebnis in Abhängigkeit der Mandelstam-Variablen aus. Vernachlässigen Sie m_e für das Endergebnis.
- Berechnen Sie für beide Prozesse den differentiellen und totalen Wirkungsquerschnitt im Schwerpunktsystem für den Grenzfall $s \gg m_\mu^2$.
- Bilden Sie das Verhältnis der beiden Wirkungsquerschnitte und erklären Sie das Ergebnis an Hand von Drehimpulsargumenten.

Aufgabe 2: Higgs-Zerfallskanäle im Standard Model (8 Punkte)

Die Kopplung des massiven, skalaren Higgs-Teilchens h_0 an Fermionen ist proportional zu deren Masse. Die Feynman-Regel für einen $\bar{f} f h_0$ Vertex ist also m_f / v .

- Berechnen Sie für festes f die Zerfallsbreite $h_0 \rightarrow \bar{f} f$ für die Fälle
 - f ist ein Lepton.
 - f ist ein Quark.
- Nehmen Sie an, dass das aktuelle Signal für ein higgsartiges Teilchen mit Masse 125 – 126 GeV tatsächlich h_0 ist. Welcher Zerfallskanal ist dann bevorzugt?
- Ist der Zerfall $h_0 \rightarrow \gamma\gamma$ erlaubt?

Aufgabe 3: Eichinvarianz der Proca-Gleichung (4 Punkte)

Zeigen Sie, dass der Massenterm

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4} F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} + \frac{1}{2} M^2 A^\mu A_\mu - A_\mu j^\mu \quad (1)$$

der Proca-Gleichung die lokale Eichinvarianz der elektroschwachen Theorie bricht.