

[Übungsgruppen Donnerstag 15.01. 08-10 und 16-18 in D6-135]

Aufgabe 10.1: Links- und rechtshändige Spinoren

Zeigen Sie, dass für die beiden Projektionsoperatoren

$$P_L = \frac{1}{2}(I_4 - \gamma_5) \text{ und } P_R = \frac{1}{2}(I_4 + \gamma_5) \text{ gilt:}$$

1. $\bar{\psi}_1 \gamma^\mu P_L \psi_2 = \bar{\psi}_1 P_R \gamma^\mu P_L \psi_2$
2. $\bar{\psi}_1 P_R \gamma^\mu P_L \psi_2 = \bar{\psi}_{1L} \gamma^\mu \psi_{2L}$ mit $\psi_{iL} = P_L \psi_i$ für $i = 1, 2$
3. Zerlegung der Dirac-Wirkung:

$$\mathcal{L}_D = \bar{\psi}(i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi = \bar{\psi}_L i\gamma^\mu \partial_\mu \psi_L + \bar{\psi}_R i\gamma^\mu \partial_\mu \psi_R + m(\bar{\psi}_R \psi_L + \bar{\psi}_L \psi_R)$$

Aufgabe 10.2: Pion-Zerfall

Nehmen Sie an, dass Elektronen (ebenso wie die Neutrinos) masselos sind. Warum kann dann der Zerfall $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ in der schwachen WW nicht stattfinden? [Dies ist eine Erklärung dafür, warum der Zerfall $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ mit $\Gamma_i/\Gamma = 99,99\%$ sehr viel häufiger auftritt.]

Aufgabe 10.3: K^+ Lebensdauer

Bestimmen Sie ausgehend von der Aufgabe 5.3, dem Fermi-Modell und einer dimensionalen Analyse die Größenordnung der Lebensdauer des K^+ -Mesons. Vergleichen Sie diese mit der Zerfallsrate aus Aufgabe 6.1, wo wir die starke WW betrachtet haben. [Hinweis: Betrachten Sie Zerfälle wie $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ und vernachlässigen Sie m_π .]

Aufgabe 10.4: Die schwache Feinstrukturkonstante und σ_{tot}

Welchen Wert erhalten Sie für die schwache Feinstrukturkonstante $\alpha_w \equiv g_w^2/(4\pi)$, unter Benutzung der Werte für die Fermi-Kopplung G_F und W -Boson Masse m_W aus der Vorlesung sowie der Relation $G_F = g_w^2/(4\sqrt{2}m_W^2)$ dort? Vergleichen Sie dies mit den entsprechenden Werten für α_{em} und α_s .

Bei welcher Schwerpunktsenergie sind der (näherungsweise) Wirkungsquerschnitt für $e^- + e^+ \rightarrow q + \bar{q}$ aus der QED, $\sigma_{tot} \approx \frac{4\pi Q^2 \alpha_{em}^2}{3s}$, und der des konkurrierenden Zerfalls der schwachen WW, $\sigma_{tot} \approx \frac{G_F^2 s}{3\pi} \left(\frac{m_Z^2}{s - m_Z^2} \right)^2$, gleich? Ist die Näherung für ersteren dann gerechtfertigt?