

Übung Nr. 11

Diskussionsthemen:

- Symmetrieverletzungen der schwachen Wechselwirkung
- Fermi- und $V-A$ -Modell

Aufgabe 41. CP -Eigenzustände

Für die zu den zwei neutralen Kaonen $K^0 = d\bar{s}$ und $\bar{K}^0 = s\bar{d}$ gehörigen Zustände gelten die Beziehungen

$$\begin{aligned}\hat{P}|K^0\rangle &= -|K^0\rangle, & \hat{P}|\bar{K}^0\rangle &= -|\bar{K}^0\rangle, \\ \hat{C}|K^0\rangle &= |\bar{K}^0\rangle, & \hat{C}|\bar{K}^0\rangle &= |K^0\rangle.\end{aligned}$$

- i. Können Sie durch Linearkombinationen von $|K^0\rangle$ und $|\bar{K}^0\rangle$ $\hat{C}\hat{P}$ -Eigenzustände konstruieren?
- ii. Welcher dieser Zustände könnte in zwei, welcher in drei Pionen zerfallen, falls CP erhalten bleibt?
- iii. Warum können diese Reaktionen nicht innerhalb der QCD auftreten?

Aufgabe 42. K^+ -Lebensdauer

Was erhalten Sie, ausgehend von Aufgabe 19 iii., dem Fermi-Modell und dimensionaler Analyse, für die Größenordnung der Lebensdauer des K^+ ? Vergleichen Sie mit dem Resultat der Aufgabe 21 i., in der wir starke Zerfälle betrachtet hatten.

Hinweis: Betrachten Sie Zerfälle wie $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ und vernachlässigen Sie m_π .

Aufgabe 43. Pion-Zerfall

Nehmen Sie an, dass die Elektronmasse m_e gleich null ist. Warum kann der Zerfall $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ dann nicht stattfinden?

Dies ist eine Erklärung dafür, dass der Zerfall $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ ($\Gamma_i/\Gamma = 99,99\%$) sehr viel häufiger als $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ ($\Gamma_i/\Gamma = 0,01\%$) auftritt.

Aufgabe 44. Links- und rechtshändige Spinoren

Seien $\mathcal{P}_L \equiv \frac{\mathbb{1}_4 - \gamma_5}{2}$ und $\mathcal{P}_R \equiv \frac{\mathbb{1}_4 + \gamma_5}{2}$. Zeigen Sie, dass

- i. $\bar{\psi}_1 \gamma^\mu \mathcal{P}_L \psi_2 = \bar{\psi}_1 \mathcal{P}_R \gamma^\mu \mathcal{P}_L \psi_2$;
- ii. $\bar{\psi}_1 \mathcal{P}_R \gamma^\mu \mathcal{P}_L \psi_2 = \bar{\psi}_{1L} \gamma^\mu \psi_{2L}$, mit $\psi_{iL} \equiv \mathcal{P}_L \psi_i$.