

Aufgabe 36: Pion-Nukleon-Streuung

Betrachten Sie die elastische Pion-Nukleon-Streuung. Es gibt sechs mögliche Prozesse:

$$\begin{aligned} \pi^+ + p &\rightarrow \pi^+ + p, & \pi^0 + p &\rightarrow \pi^0 + p, & \pi^- + p &\rightarrow \pi^- + p, \\ \pi^+ + n &\rightarrow \pi^+ + n, & \pi^0 + n &\rightarrow \pi^0 + n, & \pi^- + n &\rightarrow \pi^- + n. \end{aligned}$$

Wieviele unabhängige Amplituden gibt es in diesen Streuprozessen unter der Annahme der (exakten) Isospinsymmetrie? [Hinweis: Pionen haben $I = 1$, Nukleonen $I = 1/2$.]

Aufgabe 37: 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 $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ ($\Gamma_i/\Gamma = 99.99\%$) sehr viel häufiger als $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$ ($\Gamma_i/\Gamma = 0.01\%$) auftritt.]

Aufgabe 38: 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

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

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

Aufgabe 39: Myon-Zerfall

Was sind, laut V-A Fermi-Modell, das Feynman-Diagramm und die Amplitude \mathcal{M} für den Myon-Zerfall $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_e$?

Aufgabe 40: schwache Feinstrukturkonstante

Welchen Wert erhalten Sie für die schwache Feinstrukturkonstante $\alpha_w = g_w^2/(4\pi)$, wobei $g_w^2 = 4\sqrt{2}m_W^2 G_F$ ist? Vergleichen Sie diesen Wert mit α_{EM} und α_s . Warum sind schwache Wechselwirkungen eigentlich "schwach"?