Kern– und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt–Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Präsenzübung 15

Aufgabe 1: Mischung neutraler Mesonen

1. Welche anderen neutralen Meson-Antimeson-Paare mit von Null verschiedenen Flavourquantenzahlen könnten ebenfalls wie das $K^0 - \bar{K}^0$-Paar mischen?
   Hinweis: Meson bzw. Antimeson müssen in gleiche Endzustände zerfallen können. Daraus folgt, dass diese Mesonen nur über die schwache Wechselwirkung zerfallen können.

2. Warum können ein K^{*0}- und ein $\bar{K}^{*0}$-Meson nicht mischen?

3. Zeichnen Sie für eines dieser Meson-Antimeson-Paare ein Feynman-Diagramm, das für die Meson-Antimeson-Oszillation verantwortlich ist.

Aufgabe 2: Zeitabhängige Oszillationen und CP-Verletzung

1. Setzen Sie zunächst CP-Erhaltung im System der neutralen Kaonen voraus. Berechnen Sie unter dieser Annahme die Wahrscheinlichkeit, zum Zeitpunkt t ein K^0 ($\bar{K}^0$) anzutreffen, wenn zum Zeitpunkt $t = 0$ ein K^0 vorlag. (Die Ergebnisse wurden in der Vorlesung angegeben.)

2. Machen Sie sich klar, dass unter den selben Vorausetzungen gilt:
   $| < \bar{K}^0|\bar{K}^0(t) > |^2 = | < K^0|K^0(t) > |^2$, $| < K^0|\bar{K}^0(t) > |^2 = | < \bar{K}^0|K^0(t) > |^2$.

3. Zeigen Sie, dass unter diesen Voraussetzungen für große t gilt:
   $\frac{R(K^0_{t=0} \to \pi^- e^+ \nu_e, t) - R(K^0_{t=0} \to \pi^+ e^- \bar{\nu}_e, t)}{R(K^0_{t=0} \to \pi^- e^+ \nu_e, t) + R(K^0_{t=0} \to \pi^+ e^- \bar{\nu}_e, t)} = A(t) \cos(\Delta m \cdot t)$,
   mit einer Oszillationsamplitude $A(t)$, die mit etwa $e^{-\frac{\Gamma_1}{2} \cdot t}$ abfällt, wenn Sie für die Lebensdauern von K_1 und K_2 die von K_S und K_L annehmen.

4. Zeigen Sie, dass für die CP-Eigenzustände K_1 und K_2 gilt: $< K_1|K_2 >= 0$, aber für die physikalisch beobachteten Zustände aufgrund der beobachteten CP-Verletzung in der Mischung ($\delta_L = 3,32 \cdot 10^{-3}$) gilt: $< K_S|K_L > \approx \frac{1}{2}\delta_L$.