

[ Do 18.01.2007, 16:15, D6-135 ]

**Aufgabe 1:** Seien  $P_L \equiv (1 - \gamma_5)/2$ ,  $P_R \equiv (1 + \gamma_5)/2$ . Zeigen Sie, daß gilt:

$$(a) \bar{\psi}_1 \gamma_\mu P_L \psi_2 = \bar{\psi}_1 P_R \gamma_\mu P_L \psi_2$$

$$(b) \bar{\psi}_1 P_R \gamma_\mu P_L \psi_2 = \bar{\psi}_{1L} \gamma_\mu \psi_{2L}, \text{ mit } \psi_{iL} \equiv P_L \psi_i.$$

**Aufgabe 2:** Was erhalten Sie, ausgehend von Aufgabe 5.3(c), dem Fermi-Modell und dimensionaler Analyse, für die Größenordnung der Lebensdauer des  $K^+$ ? Vergleichen Sie mit dem Resultat der Aufgabe 6.1(a), in der wir starke Zerfälle betrachtet hatten.

[Hinweis: betrachten Sie Zerfälle wie  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$ , und vernachlässigen Sie  $m_\pi$ .]

**Aufgabe 3:** 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 4:** Aus der Vorlesung wissen wir, daß  $g_w^2 = 4\sqrt{2}m_W^2 G_F$  gilt. Was erhalten Sie für die schwache Feinstrukturkonstante  $\alpha_w = g_w^2/(4\pi)$ ? Vergleichen Sie diesen Wert mit  $\alpha_{EM}$  und  $\alpha_s$ . Warum sind schwache Wechselwirkungen eigentlich "schwach"?

**Aufgabe 5:** Nehmen wir 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  $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$  sehr viel häufiger als  $\pi^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$  auftritt.]

**Aufgabe 6:** Betrachten wir den Zerfall  $K^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ , wobei  $K^0 = d\bar{s}$ . Diese Reaktion verlangt eine Umwandlung  $d \rightarrow u \rightarrow s$  oder  $d \rightarrow c \rightarrow s$ , so daß sich  $s$  und  $\bar{s}$  gegenseitig vernichten können, um am Ende nur Leptonen zu haben. Zeigen Sie, ausgehend vom V-A Fermi-Modell, daß sich die zwei genannten Kanäle gegeneinander kürzen.

[Diese Tatsache ist als "GIM-Mechanismus" (Glashow-Iliopoulos-Maiani) bekannt: das vierte Quark  $c$  wird eingeführt, um die sehr kleine Zerfallsrate  $\Gamma(K^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$  zu erklären.]

Warum ist die Kürzung in der Natur allerdings nicht exakt?