

Übung Nr. 14

Diskussionsthema: Fermi- und $V-A$ -Modell; Flavour-Mischung

Aufgabe 51. K^+ -Lebensdauer

Was erhalten Sie, ausgehend von Aufgabe **23 iii.**, dem Fermi-Modell und dimensionaler Analyse, für die Größenordnung der Lebensdauer des K^+ ? Vergleichen Sie mit dem Resultat der Aufgabe **24 i.**, in der wir starke Zerfälle betrachtet hatten.

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

Aufgabe 52. Myon-Zerfall

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

Aufgabe 53. GIM-Mechanismus

Betrachten Sie den Zerfall $K^0 \rightarrow \mu^+ + \mu^-$, wobei $K^0 = d\bar{s}$. Dieser Prozess 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 $V-A$ -Modell, dass sich die zwei genannten Kanäle gegeneinander kürzen. (Diese Tatsache wird als „GIM-Mechanismus“ bekannt, wobei GIM für Glashow–Iliopoulos–Maiani steht).

Warum ist die Kürzung in der Natur allerdings nicht exakt?

Aufgabe 54. Schwache Feinstrukturkonstante

Welchen Wert erhalten Sie für die schwache Feinstrukturkonstante $\alpha_w \equiv g_w^2/(4\pi)$, wobei g_w mit der Fermi-Kopplungskonstanten und der Masse des W -Bosons über $g_w^2 = 4\sqrt{2} m_W^2 G_F$ verknüpft ist? Vergleichen Sie diesen Wert mit α_{em} und α_s . Warum sind schwache Wechselwirkungen eigentlich „schwach“?

... und für die Studierenden, die MMP besucht haben. ...

Aufgabe 55. Tadpole-Integral

Betrachten Sie das Integral

$$A(m, \Lambda) \equiv \int_{|\vec{k}| < \Lambda} \frac{d^3\vec{k}}{(2\pi)^3} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dk_0}{2\pi} \frac{1}{k^2 - m^2 + i\varepsilon},$$

wobei $k^2 = k_0^2 - \vec{k}^2$ und $\varepsilon = 0^+$ ein infinitesimal kleiner positiver Parameter ist. Wie verhält sich $A(m, \Lambda)$ für $\Lambda \gg m$?

Hinweis: Das k_0 -Integral lässt sich am einfachsten mit dem Residuensatz berechnen.