

Higgs-Phänomenologie

Dr. M. Rauch, Prof. Dr. D. Zeppenfeld

Übungsblatt 1

Besprechung: Mo, 25.04.16

Webseite zur Vorlesung: <http://www.itp.kit.edu/~rauch/Higgs/>

Aufgabe 1: Goldstone-Bosonen in $O(3)$

Wir betrachten ein Modell, das aus einem skalaren Feld $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)^T$ besteht, welches in der fundamentalen Darstellung der $O(3)$ lebt. Die zugehörige Lagrangedichte lautet

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}(\partial_\mu \sigma)^\dagger (\partial^\mu \sigma) - \lambda(\sigma^2 + \mu^2)^2$$

mit reellen Parametern μ^2 und λ .

Berechnen Sie jeweils das Massenspektrum für folgende Fälle:

(a) $\mu^2 > 0$,

(b) $\mu^2 < 0$. Starten Sie mit dem Ansatz $\sigma \rightarrow \sigma' + (0, 0, v)^T$. Welchen Wert besitzt v ?

Nun wollen wir das Modell „eichen“, d.h. eine Eichwechselwirkung mit einem Vektorfeld W_μ^a einführen ($a = 1 \dots 3$). Dazu ersetzen wir wie gewohnt die partielle Ableitung in \mathcal{L} durch die kovariante

$$\partial_\mu \rightarrow D_\mu = \partial_\mu + i g t_{kl}^a W_\mu^a,$$

wobei die $t_{kl}^a = -i\varepsilon_{akl}$ die Generatoren der $O(3)$ bezeichnen.

Berechnen Sie wieder die beiden Fälle (Massen der Skalare und Vektorbosonen):

(c) $\mu^2 > 0$,

(d) $\mu^2 < 0$. Im Grundzustand lässt sich σ folgendermaßen entwickeln:

$$\sigma = e^{\frac{i}{v} t^\Theta} (\sigma_0 + \eta')$$

mit $v = \sqrt{-\mu^2}$, $\sigma_0 = (0, 0, v')^T$, $\eta' = (0, 0, \eta)^T$, $\Theta = (\vartheta_1, \vartheta_2, 0)$.

Hinweis: Eichtransformationen können \mathcal{L} vereinfachen.

(e) Welcher Fall entspricht dem Higgsfeld im Standardmodell? Vergleichen Sie.

Hinweis: Die Masse m_i lässt sich als Koeffizient des quadratischen Terms $-\frac{m_i^2}{2}\sigma_i\sigma_i$ aus der Lagrangedichte ablesen.