

[Do 01.02.2007, 16:15, D6-135]

Aufgabe 1: Wir kennen aus Aufgabe 10.4 den Wert von g_w , und aus $\alpha_{\text{EM}} = e^2/4\pi$ den Wert von e . Aus der Vorlesung wissen wir, daß $e = g_w \sin \theta_w$ gelten soll. Was erhalten Sie für $\sin \theta_w$? Vergleichen Sie mit dem PDG-Booklet.

Aufgabe 2: Was ist, ausgehend von Aufgabe 1, die Vorhersage des Standardmodells für m_Z/m_W ? Vergleichen Sie mit dem Experiment. Was erhalten Sie für den Parameter v in $m_W = g_w v/2$? (Diese Größe ist als "Vakuumerwartungswert des Higgs-Feldes" bekannt.)

Aufgabe 3: Betrachten wir ein Potential wie im Standardmodell,

$$V(\hat{\Phi}) = -\mu^2 \hat{\Phi}^\dagger \hat{\Phi} + \lambda (\hat{\Phi}^\dagger \hat{\Phi})^2, \quad (1)$$

aber jetzt im Falle einer "globalen" Symmetrie, wobei

$$\hat{\Phi} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} \hat{\phi}_2 + i\hat{\phi}_3 \\ v + \hat{\phi}_0 + i\hat{\phi}_1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Bestimmen Sie die Massen der vier Teilchen $\hat{\phi}_0, \hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2, \hat{\phi}_3$. Warum kann es in der Natur keine (bei den typischen Energieskalen der Teilchenphysik) spontan gebrochene globale Symmetrie geben?

Aufgabe 4: Wieviele physikalische Freiheitsgrade (oder Polarisationszustände) tragen W^\pm, Z und die Skalarteilchen in $\hat{\Phi}$

- (a) ohne spontane Symmetriebrechung?
- (b) mit spontaner Symmetriebrechung?

Aufgabe 5: Ausgehend von den Werten für g_w und m_W aus den Aufgaben 1 und 2:

- (a) Schreiben Sie bitte λ aus Gleichung (1) als Funktion von g_w, m_W und der Higgs-Masse m_H .
- (b) Sogenannte "supersymmetrische" Theorien prophezeihen, daß $\lambda \lesssim g_w^2/2$. Welche Vorhersage erhalten Sie daraufhin für m_H ?