

Übung Nr. 13

Diskussionsthemen:

- Higgs-Mechanismus;
- CKM-Matrix.

Aufgabe 48. $SU(2)_L$ -Eichtransformationen

Eine allgemeine $SU(2)$ -Transformation kann als $\hat{\Phi}(x) \rightarrow \hat{\Phi}'(x) = \mathcal{U}(x)\hat{\Phi}(x)$ geschrieben werden, wobei $\mathcal{U}(x) \equiv e^{i\beta_j(x)T_j}$ mit $\beta_j(x)$ den Komponenten eines Einheitsvektors und $T_j \equiv \frac{1}{2}\sigma_j$.

Wie transformiert sich $\hat{\Phi}(x) \equiv i\sigma_2\hat{\Phi}(x)^*$?

Aufgabe 49. $U(1)_Y$ -Eichtransformationen

Die Felder $\{\hat{Q}'_{1,L}, \hat{\psi}_{u,R}, \hat{\psi}_{d,R}, \hat{\Phi}\}$ haben jeweils die Hyperladungen $Y = \{\frac{1}{6}, \frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\}$.

Zeigen Sie, dass sowohl $\hat{Q}'_{1,L}\hat{\Phi}\hat{\psi}_{u,R}$ als auch $\hat{Q}'_{1,L}\hat{\Phi}\hat{\psi}_{d,R}$ invariant bezüglich der Eichsymmetrie $U(1)_Y$ sind.

Aufgabe 50. Weinberg-Winkel

Sie kennen aus Aufgabe 43. den Wert der Kopplungskonstante g_w , und aus $\alpha_{em} \equiv e^2/4\pi$ den Wert von e . Falls nun $e \equiv g_w \sin\theta_W$ definiert wird, erhalten Sie daraus den Wert von $\sin\theta_W$. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem in der Review of Particle Physics (<http://pdg.lbl.gov>) angegebenen Wert.

Aufgabe 51. Massen der Vektorbosonen

Was ist, ausgehend von Aufgabe 50., die Vorhersage des Standardmodells für m_Z/m_W ? Vergleichen Sie mit dem Wert der Review of Particle Physics. Was erhalten Sie für den Parameter ν in $m_W = g_w \nu/2$?

Aufgabe 52. Higgs-Potential

- i. Schreiben Sie bitte den Parameter λ des Higgs-Potentials $V(\hat{\Phi})$ als Funktion von g_w , m_W und der Higgs-Masse m_H .
- ii. Sogenannte „supersymmetrische“ Theorien sagen aus, dass $\lambda \lesssim g_w^2/2$. Welche Vorhersage erhalten Sie daraufhin für m_H ?

Aufgabe 53. Higgs-Zerfall

Nehmen Sie an, dass das Higgs-Boson eine Masse von 125 GeV besitzt und durch Yukawa-Wechselwirkungen zerfällt. Was ist dann der wichtigste Zerfallskanal?