

Aufgabe 49: Freiheitsgrade

Wie viele physikalische Freiheitsgrade (bzw. Polarisationszustände) tragen W^\pm , Z und die Skalarpartikel in $\hat{\Phi}$

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

Aufgabe 50: SM-Parameter

- (a) 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 .
- (b) Sogenannte "supersymmetrische" Theorien sagen aus, dass $\lambda \lesssim g_w^2/2$. Welche Vorhersage erhalten Sie daraufhin für m_H ?

Aufgabe 51: Matrizen

- (a) Wie viele unabhängige Parameter gibt es in der allgemeinen (reellen) orthogonalen 3×3 -Matrix $Q \in O(3)$? [Also $O^T = O^{-1}$.] Wie viele sind es im Fall $N \times N$?
- (b) Wie viele unabhängige reelle Parameter gibt es in der allgemeinen unitären 3×3 -Matrix $U \in U(3)$? [Also $U^\dagger = U^{-1}$.] Wie viele sind es im Fall $N \times N$?
- (c) Zeigen Sie, dass die durch vier reelle Parameter $\{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \delta\}$ parametrisierte CKM-Matrix

$$V_{\text{CKM}} \equiv \begin{pmatrix} c_1 c_3 & s_1 c_3 & s_3 e^{-i\delta} \\ -s_1 c_2 - c_1 s_2 s_3 e^{i\delta} & c_1 c_2 - s_1 s_2 s_3 e^{i\delta} & s_2 c_3 \\ s_1 s_2 - c_1 c_2 s_3 e^{i\delta} & -c_1 s_2 - s_1 c_2 s_3 e^{i\delta} & c_2 c_3 \end{pmatrix}, \quad \begin{aligned} c_i &= \cos(\theta_i) \\ s_i &= \sin(\theta_i) \end{aligned}$$

(vgl. PDG Booklet, S.181) ein Element der Gruppe $SU(3)$ ist. [Also $V^\dagger = V^{-1}$, $\det V = 1$.]

Aufgabe 52: Higgs-Zerfall

Nehmen Sie an, dass Higgs-Teilchen eine Masse von 120 GeV besitzen und durch Yukawa-Wechselwirkungen zerfallen. Was wäre der wichtigste Zerfallskanal?

Aufgabe 53: Chirale Transformation

Betrachten Sie einen Massenterm der Form

$$\delta \hat{\mathcal{L}} = -\frac{v}{\sqrt{2}} [h_u \hat{u}_L \hat{u}_R + h_u^* \hat{u}_R \hat{u}_L].$$

Mit welcher Phasentransformation des Quarkoperators \hat{u} kann man h_u als eine reelle Kopplungskonstante redefinieren? [Diese Phasentransformation wird *chirale Transformation* genannt.]