

Übungen, Blatt 13

34) Higgs-Doublet im SM

Warum ist mit $\Phi = \begin{pmatrix} \phi^+ \\ \phi^0 \end{pmatrix}$ auch $\Phi^C = i\tau^2\Phi^*$ ein $SU(2)$ Doublet? Wie sehen die Yukawa-Kopplungen dieser Doublets an die Quark- und Leptonfelder aus?

35) Majorana- und Dirac-Massenterme

a) Schreiben Sie für einen Dirac-Spinor $\Psi = \begin{pmatrix} \psi_\alpha \\ \bar{\chi}^{\dot{\alpha}} \end{pmatrix}$ mit $\Psi_L = \begin{pmatrix} \psi_\alpha \\ 0 \end{pmatrix}$ folgende Spinoren in Weyl-Notation auf:

$$\Psi_R, \quad \overline{\Psi}_L, \quad \overline{\Psi}_R, \quad \Psi_L^C, \quad \Psi_R^C, \quad \overline{\Psi}_L^C, \quad \overline{\Psi}_R^C.$$

b) Schreiben Sie Dirac- und Majorana-Massenterme sowohl in 2-er als auch in 4-er Notation auf.

c) Schreiben Sie alle drei Typen von Massentermen für Neutrinos (im Fall einer Generation) in der folgenden Form

$$\mathcal{L}_{\nu\text{Masse}} = -\frac{1}{2} (\overline{\nu}_L, \overline{\nu}_L^C) \begin{pmatrix} m_M^{(I)} & m_D \\ m_D & m_M^{(II)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \nu_R^C \\ \nu_R \end{pmatrix} + \text{k.K.}$$

36) R-Parität \mathbf{R}_P

a) Schreiben Sie für die $MSSM$ -Superfelder $\mathbf{Q}, U, D, \mathbf{L}, E, N, \mathbf{H}_u, \mathbf{H}_d, V^r, \vec{V}$ und V die $\mathbf{R}_P := (-1)^{3(\mathbf{B}-\mathbf{L})+2\mathbf{S}}$ Eigenwerte auf, wobei \mathbf{B} die Baryonenzahl, \mathbf{L} die Leptonenzahl und \mathbf{S} den Spin bezeichnen.

b) Welche Gruppe bildet diese diskrete Symmetrietransformation?

c) Welche R -Parität haben die Superraumkoordinaten θ und $\bar{\theta}$, damit $\mathbf{R}_P = +1$ für Standardmodellteilchen und $\mathbf{R}_P = -1$ für deren Supersymmetriepartner gilt?

d) Hängt die R -Parität mit einer diskreten R -symmetrie (z.B. mit Parameter $\alpha = \pi$ oder $\alpha = 2\pi$) zusammen?