

Supersymmetrie an Collidern

V: Prof. Dr. M. Mühlleitner, Ü: Dr. M. Rauch

Übungsblatt 8

Besprechung: Mo, 14.01.13

Aufgabe 12: Supersymmetrische QED (SQED)

(20 Punkte)

Eines der einfachsten realistischen SUSY-Modelle ist eine supersymmetrische Erweiterung der QED, SQED. Das Elektron als vierkomponentiges Dirac-Fermion wird dabei als Linearkombination zweier entarteter Weyl-Fermionen ξ_{\pm} gebildet.

Den Startpunkt bilden daher zwei links-chirale Superfelder Φ_+ und Φ_- mit Ladung q bzw. $-q$ und Transformationsverhalten

$$\begin{aligned}\Phi'_+ &= e^{-2iq\Lambda}\Phi_+ , & \bar{D}^A\Lambda &= 0 \\ \Phi'_- &= e^{+2iq\Lambda}\Phi_- , & D_A\Lambda^\dagger &= 0 .\end{aligned}$$

Dabei enthält Φ_+ die linkschirale Komponente des Fermionfelds und Φ_- diejenige des Antifermionfelds, d.h. Φ_-^\dagger enthält die rechtschirale Komponente des Fermionfelds. Das Photon ist enthalten im Vektor-Superfeld V mit Transformation $V' = V + i(\Lambda - \Lambda^\dagger)$.

Die Lagrangedichte der QED

$$\mathcal{L}_{\text{QED}} = -\frac{1}{4}F^{\mu\nu}F_{\mu\nu} + i(\bar{\xi}_+\not{D}\xi_+ + \bar{\xi}_-\not{D}\xi_-) - m(\bar{\xi}_+\xi_- + \bar{\xi}_-\xi_+)$$

wird dann zu

$$\mathcal{L}_{\text{SQED}} = \frac{1}{4}\left(W^AW_A\Big|_{\theta\theta} + \bar{W}_{\dot{A}}\bar{W}^{\dot{A}}\Big|_{\bar{\theta}\bar{\theta}}\right) + \left(\Phi_+^\dagger e^{2qV}\Phi_+ + \Phi_-^\dagger e^{-2qV}\Phi_-\right)\Big|_{\theta\theta\bar{\theta}\bar{\theta}} + M\left(\Phi_+\Phi_-\Big|_{\theta\theta} + \Phi_+^\dagger\Phi_-^\dagger\Big|_{\bar{\theta}\bar{\theta}}\right) .$$

Schreiben Sie $\mathcal{L}_{\text{SQED}}$ ausgedrückt durch die Komponentenfelder. V kann dabei direkt in der Wess-Zumino-Eichung benutzt werden. Eliminieren Sie dann die Abhängigkeit von den Hilfsfeldern mit Hilfe ihrer Euler-Lagrange-Gleichungen und kombinieren sie die beiden Weyl-Fermionen zu einem Dirac-Fermion ψ .

Identifizieren Sie die einzelnen Terme der Lagrangedichte:

- kinetische Terme der Felder,
- Massenterme der Felder,
- Wechselwirkungen.

Welche Feynman-Regeln ergeben sich?