

# Übungen 6 zur Vorlesung "Higgs und Elektroschwache Wechselwirkung"

Sommersemester 2008, 6.5.08

Benno List, Achim Geiser

## 1 Neutrino-Generationen

Berechnen Sie die Anzahl der leichten Neutrino-Generationen aus folgenden Messungen auf dem Z-Pol:

Größe	Wert
$M_Z$	$91.1875 \pm 0.0021 \text{ GeV}$
$\Gamma_Z$	$2.4952 \pm 0.0023 \text{ GeV}$
$\sin^2 \theta_{eff}^{lep}$	$0.23153 \pm 0.00016$
$\sigma_{had}^0$	$41.541 \pm 0.037 \text{ nb}$
$R_\ell^0 = \Gamma_Z^{had} / \Gamma_Z^\ell$	$20.767 \pm 0.025$

Hinweis: Berechnen Sie zunächst die Vektor- und Axialvektorkopplungen für die einzelnen Fermionen. Berechnen Sie dann  $\Gamma_Z^{had}$  aus  $\sigma_{had}^0$  und die übrigen sichtbaren Zerfallsbreiten.

Kopplungen:

$$g_V = g_L + g_R = (T_3 - 2Q \sin^2 \theta_W)$$

$$g_A = g_L - g_R = T_3$$

## 2 Asymmetrien

Zeigen Sie, dass für unpolarisierte Elektronen gilt:

$$\frac{d\sigma_{f\bar{f}}}{d\cos\theta} = \frac{3}{8} \sigma_{f\bar{f}}^{tot} [(1 + \cos^2\theta) + 2\mathcal{A}_e \mathcal{A}_f \cos\theta]$$

mit dem Asymmetrieparameter

$$\mathcal{A}_f = \frac{g_{Lf}^2 - g_{Rf}^2}{g_{Lf}^2 + g_{Rf}^2}.$$

Berechnen Sie daraus die Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie  $A_{FB}$ .

Verwenden Sie die Relationen

$$\frac{d\sigma_{Ll}}{d\cos\theta} \propto g_{Le}^2 g_{Lf}^2 (1 + \cos\theta)^2$$

$$\frac{d\sigma_{Rr}}{d\cos\theta} \propto g_{Re}^2 g_{Rf}^2 (1 + \cos\theta)^2$$

$$\frac{d\sigma_{Lr}}{d\cos\theta} \propto g_{Le}^2 g_{Rf}^2 (1 - \cos\theta)^2$$

$$\frac{d\sigma_{Rl}}{d\cos\theta} \propto g_{Re}^2 g_{Lf}^2 (1 - \cos\theta)^2$$

Zeigen Sie weiter, dass gilt

$$\mathcal{A}_f = 2 \frac{g_{Vf}/g_{Af}}{1 + (g_{Vf}/g_{Af})^2}$$

sowie

$$\frac{g_{Vf}}{g_{Af}} = 1 - 4|Q_f| \sin^2 \theta_W.$$

Zeichnen Sie  $\mathcal{A}_\ell$ ,  $\mathcal{A}_b$  und  $\mathcal{A}_c$  als Funktion von  $\sin^2 \theta_W$ .

Kopplungen:

$$\begin{aligned} g_L &= (T_3 - Q \sin^2 \theta_W) \\ g_R &= T_3 \\ g_V = g_L + g_R &= (T_3 - 2Q \sin^2 \theta_W) \\ g_A = g_L - g_R &= T_3 \end{aligned}$$

Zeigen Sie weiter, dass für polarisierte Elektronen mit einer Polarisation  $\mathcal{P}_e$  gilt ( $\mathcal{P}_e = -1$  für linkshändige Elektronen,  $\mathcal{P}_e = +1$  für rechtshändige Elektronen):

$$\frac{d\sigma_{f\bar{f}}}{d\cos\theta} = \frac{3}{8} \sigma_{f\bar{f}}^{tot} [(1 - \mathcal{P}_e \mathcal{A}_e)(1 + \cos^2 \theta) + 2(\mathcal{A}_e - \mathcal{P}_e) \mathcal{A}_f \cos \theta]$$

Berechnen Sie daraus

$$A_{LR} = \frac{\sigma_L - \sigma_R}{\sigma_L + \sigma_R} \cdot \frac{1}{\mathcal{P}_e}$$

und

$$A_{LRFB} = \frac{(\sigma_F - \sigma_B)_L - (\sigma_F - \sigma_B)_R}{(\sigma_F + \sigma_B)_L + (\sigma_F + \sigma_B)_R} \cdot \frac{1}{\mathcal{P}_e}$$