

## 8. ÜBUNGSBLATT ZUR VORLESUNG QUANTENFELDTHEORIE

Besprechung der Lösungen: in den Übungen der 9. Semesterwoche (10.06.2008)

**Aufgabe 19:**

(5 Punkte)

- (a) Berechnen Sie den 2-Punkt-Korrelator in der  $\phi^3$ -Theorie ( $\mathcal{H}_I = \frac{g}{3!}\phi^3$ ) zur Ordnung  $g^2$ . (Es genügt, das Ergebnis als Summe von Kontraktionsprodukten anzugeben). Geben Sie das Ergebnis auch diagrammatisch an.
- (b) Geben Sie den 3-Punkt-Korrelator in der  $\phi^3$ -Theorie als Summe aller zusammenhängender Diagramme zur Ordnung  $g^5$  an (Sie brauchen lediglich die Diagramme zu zeichnen (ohne Symmetriefaktoren)).

**Aufgabe 20:**

(5 Punkte)

Neben dem (differentiellen) Wirkungsquerschnitt sind Zerfallsraten  $\Gamma$  von instabilen Teilchen eine wichtige Observable der Teilchenphysik. In direkter Analogie zum Wirkungsquerschnitt ist auch die (differentielle) Zerfallsrate mit dem Übergangsmatrixelement verknüpft.

Seien  $M$  die Ruhemasse des zerfallenden Teilchens und  $p_f$  die 4er Impulse der auslaufenden Zerfallsprodukte. Dann ist die differentielle Zerfallsrate gegeben durch

$$d\Gamma = \frac{1}{2M} \left( \prod_f \frac{d^3 p_f}{(2\pi)^3} \frac{1}{2E_f} \right) |\mathcal{M}(M \rightarrow \{p_f\})|^2 (2\pi)^4 \delta^{(4)}(p_M - \sum p_f),$$

wobei  $p_M$  den 4er-Impuls des zerfallenden Teilchens bezeichnet.

Betrachten Sie nun den Zerfall eines schweren reellen skalaren Teilchens  $\Phi$  mit Masse  $M$  in zwei leichte reelle skalare Teilchen  $\chi$  mit Masse  $m$  ( $M > 2m$ ) vermöge der Wechselwirkung

$$\mathcal{H}_I = g\Phi\chi^2.$$

Berechnen Sie die Lebensdauer (inverse Zerfallsrate) zu niedrigster Ordnung in  $g$ .