

8. ÜBUNGSBLATT ZUR VORLESUNG QUANTENFELDTHEORIE

Besprechung der Lösungen: in den Übungen der 10. Semesterwoche (15./17.06.2009)

Aufgabe 17: (3 Punkte)

Überzeugen Sie sich rein graphentheoretisch davon, dass die Zahl von geschlossenen Schleifen (loops) L eines zusammenhängenden Diagramms gegeben ist durch

$$L = I - V + 1$$

wobei I die Zahl der inneren Linien und V die Zahl der Vertizes bezeichnen. (Hinweis: beginnen Sie mit $L = 0$).

Aufgabe 18: (4 Punkte)

Betrachten Sie die ϕ^3 Theorie mit $\mathcal{H}_I = \frac{g}{3!}\phi^3$ und bestimmen Sie die Streuamplitude für 2-nach-2 Streuung zur Ordnung g^2 .

Aufgabe 19: (5 Punkte)

Neben dem (differentiellen) Wirkungsquerschnitt sind Zerfallsraten Γ 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 Φ mit Masse M in zwei leichte reelle skalare Teilchen χ 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 .