

Präsenzübungsblatt zur Vorlesung Quantenfeldtheorie

am 06. Juni in der Übung

Aufgabe 19

Betrachten Sie ein komplexes Skalarfeld η der Masse m und ein reelles Skalarfeld ϕ der Masse M in 4 Dimensionen. Die Lagrangedichte ist durch

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{2}\partial^\mu\phi(x)\partial_\mu\phi(x) - \frac{1}{2}M^2\phi(x)^2 - \partial_\mu\eta(x)^*\partial^\mu\eta(x) - m^2\eta(x)^*\eta(x) - \lambda\phi(x)\eta(x)^*\eta(x).$$

gegeben. Wir nehmen nun an, dass die Kopplungskonstante λ hinreichend klein sind, so dass Störungstheorie angewendet werden kann.

- (i) Wie lauten die Feynman-Regeln im Impulsraum für die Propagatoren und für den Vertex dieser Feldtheorie? Verwenden Sie für den ϕ -Propagator den Linientyp sowie für den η Propagator den Linientyp
- (ii) Zeichnen Sie alle zusammenhängenden Feynman Diagramme, die zur Selbstenergie von η und von ϕ zur Ordnung λ^2 beitragen (Symmetriefaktoren müssen nicht angegeben werden).
- (iii) Zeichnen Sie die relevanten amputierten Feynman Diagramme zur Berechnung der T-Matrix für folgende Streuprozesse
 - (a) Streuung von η, η^\dagger zu η, η^\dagger zur Ordnung λ^2 ,
 - (b) Streuung von η, η zu η, η zur Ordnung λ^2 ,
 - (c) Streuung von ϕ, ϕ zu ϕ, ϕ zur Ordnung λ^4 ,

In keinem der Fälle muss der Symmetriefaktor angegeben werden.

- (iv) Skizzieren Sie, wie Sie die Felder im Rahmen der kanonischen Quantisierung mit Hilfe des Wick-Theorems kontrahieren müssen, um das Feynman-Diagramm aus Aufgabe 19 (iii), Teilaufgabe (b) zu erhalten. Wie lautet der Symmetriefaktor?

Aufgabe 20

Betrachten Sie ein reelles Skalarfeld mit Masse m und Wechselwirkungsterm $\mathcal{L}_{\text{int}} = -\frac{\lambda}{3!}\phi^3$.

- (i) Bestimmen Sie die Vakuumdiagramme zu Ordnung λ^2 mit Hilfe des Pfadintegrals.
- (ii) Skizzieren Sie, wie Sie die Selbstenergie (2-Punktfunktion) sowie die 4-Punktfunktion zur Ordnung λ^2 mit Hilfe des Pfadintegrals erhalten. Welche dieser Feynman Diagramme sind relevant für die Streuamplitude mit zwei einlaufenden und zwei auslaufenden Teilchen bis zur Ordnung λ^2 .