

Übungen zur Vorlesung: Einführung in die Quantenchromodynamik

SoSe 09

Blatt 3

Abgabe: 05. 05. 2009

Aufgabe 8: Vertauschungsrelationen

Zeigen Sie, daß aus den kanonischen Vertauschungsrelationen für π und ϕ die in der Vorlesung angegebenen Vertauschungsrelationen für $a(k)$ und $a^+(k)$ folgen.

(4 Punkte)

Aufgabe 9: Hamiltondichte

Berechnen Sie für

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} \partial_\mu \phi \partial^\mu \phi - \frac{1}{2} m^2 \phi^2 \quad (1)$$

die zugehörige Hamiltondichte. Interpretieren Sie anschließend die Felder als Operatoren und führen Sie eine Darstellung in Erzeugern und Vernichtern ein. Wie lautet der Hamiltonoperator geschrieben in Erzeugern und Vernichtern?

(4 Punkte)

Aufgabe 10: Heisenberg-Gleichung

Gehen Sie von der klassischen Darstellung

$$O_\mu = \int d^3x \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \partial^0 \phi} \partial_\mu \phi - g_{0\mu} \mathcal{L} \right) \quad (2)$$

aus, und interpretieren O^μ als Operator. Berechnen Sie die folgenden Kommutatoren:

$$[O_\mu, \phi], [O_\mu, \pi], [O_\mu, a(k)], [O_\mu, a^+(k)]. \quad (3)$$

Wie interpretieren Sie das Ergebnis?

(4 Punkte)