

Theoretische Physik V, Quanten-II: Übungsblatt 9 (20 Punkte)

Übung zur Vorlesung "Quanten-II", gehalten von Jens Eisert an der Universität Potsdam, Physik, SS09. Für Rückfragen bitte Email an [jense\[at\]qipc.org](mailto:jense[at]qipc.org), [timo.felbinger\[at\]qipc.org](mailto:timo.felbinger[at]qipc.org) und [albrecht\[at\]rz.uni-potsdam.de](mailto:albrecht[at]rz.uni-potsdam.de)

20. **Strukturfunktion für freie Fermionen:** Wir betrachten die Strukturfunktion

$$S(q, \omega) = \frac{1}{N} \int_{-\infty}^{\infty} dt e^{i\omega t} \langle \psi_N | n_q(t) n_{-q}(0) | \psi_N \rangle, \quad (1)$$

wobei wie immer $n_{q,\sigma} = f_{q,\sigma}^\dagger f_{q,\sigma}$ ist und $n_q = \sum_{k,\sigma} f_{k,\sigma}^\dagger f_{k+q,\sigma}$. Zeigen Sie, dass

$$S(q, \omega) = \frac{V}{2\pi^2 N} \int dk \theta(k_F - k) \theta(|k+q| - k_f) \times \delta\left(\omega - \frac{1}{2M}(q^2 + 2kq)\right), \quad (2)$$

wobei das letzte kq als Skalarprodukt aufzufassen ist. Welche physikalische Bedeutung hat diese Größe?

(7 Punkte)

21. **Kovarianz der Dirac-Gleichung:** Zeigen Sie die Kovarianz der Dirac-Gleichung.

(10 Punkte)

22. **Entropie:** Gegeben sei der Zustand eines einzelnen Spins

$$\rho = \begin{bmatrix} 2/5 & 1/5 \\ 1/5 & 3/5 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Wie lautet seine von-Neumann Entropie

$$S(\rho) = -\text{tr}[\rho \log \rho] \quad (4)$$

?

(3 Punkte)