

## 2. Übung zur Vorlesung

# Stark korrelierte Systeme der Festkörperphysik

---

im Sommersemester 2003

### 6. Anregungen von freien Fermionen

Zeige, dass die  $P$ -Quantenzahl (zur Erinnerung:  $P = \exp\left(i\pi \sum_{l=1}^L c_l^\dagger c_l\right)$ ) eines  $n$ -Teilchenzustands des freien Fermionen-Operators  $\mathcal{H}_F = \sum_k \Lambda_k \eta_k^\dagger \eta_k + E_0$  durch  $(-1)^n P_0$  gegeben ist, wobei  $P_0$  der Wert von  $P$  im Grundzustand ist.

Bem.:  $\eta_k$  und  $c_j$  etc. sollen über eine Bogoliubov-Transformation zusammenhängen.

### 7. Teilchen-Loch-Transformation

Zeige, dass die Transformation  $c_j \rightarrow d_j := c_j^\dagger$ ,  $c_j^\dagger \rightarrow d_j^\dagger := c_j$  kanonisch ist und diskutiere ihre Bedeutung für das Spektrum von freien Fermionen.

### 8. Grenzfälle des XY-Modells

Diskutiere das Anregungsspektrum des XY-Modells für die Fälle

- i.)  $\gamma = 0$  (symmetrisches XY-Modell = XX-Modell)
- ii.)  $\gamma = 1$  (Ising-Modell im transversalen Feld)
- iii.)  $B = 0$  (feldfreies XY-Modell).

Untersuche insbesondere die Anregungslücke  $\Delta$  und das Verhalten für kleine Impulse  $k \ll 1$ .

### 9. XXZ-Modell

Diagonalisiere den Hamiltonoperator  $\tilde{\mathcal{H}}_{XXZ}$  des XXZ-Modells für den Fall  $L = 2$  eines Gitters mit 2 Plätzen explizit (ohne Benutzung des Bethe-Ansatzes).

Diskutiere den Grundzustand und die Anregungen als Funktion der Anisotropie  $\Delta$ .

*Besprechung der Aufgaben: 13. Mai 2003, 15<sup>45</sup> Uhr*