

---

## 5. Übung zur Quantenmechanik II

---

im Sommersemester 2002

### 11. Antikommutator-Relationen

Leite die Antikommutator-Relationen für Fermionen aus der Definition von  $c_j^+$  und  $c_j$  ab!

### 12. Kommutatoren des Teilchenzahloperators

Berechne den Kommutator des Teilchenzahloperators  $n_j = a_j^+ a_j$  mit den Auf- und Absteigeoperatoren  $a_l^+$  und  $a_l$  sowohl im bosonischen als auch im fermionischen Fall.

*Hinweis:* Hier ist auch im fermionischen Fall der Kommutator gemeint, nicht der Antikommutator!

### 13. Norm von Vielteilchenzuständen

a) Berechne unter Verwendung der Kommutatorbeziehungen die Norm des Zustandes

$$|0, \dots, N_j = 2, \dots\rangle := (a_j^+)^2 |0\rangle, \quad (1)$$

wobei  $a_j^+$  ein bosonischer Erzeuger sei.

b) Zeige mit Hilfe der Vertauschungsrelationen, daß allgemein gilt:

$$\langle N_1, N_2, \dots | \tilde{N}_1, \tilde{N}_2, \dots \rangle \propto \delta_{N_1, \tilde{N}_1} \delta_{N_2, \tilde{N}_2} \cdots \quad (2)$$

mit dem Kronecker-Delta  $\delta_{jl}$ .

*Besprechung der Aufgaben: 18. Juni 2002*