
Übung 0 für Statistische Mechanik im SS 2016

Prof. Dr. Andreas Klümper

Norman Gundlach

(n.gundlach@uni-wuppertal.de

F.12.15)

Yahya Öz

(y.oez@uni-wuppertal.de

G.11.07)

Abgabe: –

Besprechung: 15.04.2016

1. Dichteoperatoren für Spin- $\frac{1}{2}$ I (10)

Zur Quantenspinzahl $S = \frac{1}{2}$ gibt es $2S + 1 = 2$ linear unabhängige Zustände. Üblicherweise werden die Eigenzustände von \mathbf{S}_z mit der Notation $|\uparrow\rangle$ und $|\downarrow\rangle$ als Basis gewählt. Für $S = \frac{1}{2}$ lautet der Spinoperator $\vec{\mathbf{S}} = \frac{\hbar}{2}\vec{\boldsymbol{\sigma}}$, wobei die Pauli-Matrizen in obiger Basis durch

$$\boldsymbol{\sigma}_x = \begin{pmatrix} & 1 \\ 1 & \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\sigma}_y = \begin{pmatrix} & -i \\ i & \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{\sigma}_z = \begin{pmatrix} 1 & \\ & -1 \end{pmatrix}$$

gegeben sind.

- Wie lautet der Dichteoperator für einen Strahl unpolarisierter Spin- $\frac{1}{2}$ Teilchen? Wie lautet er, wenn sich alle Teilchen im $\boldsymbol{\sigma}_z$ -Eigenzustand zum Eigenwert 1 befinden?
- Wie lautet der Dichteoperator, wenn sich alle Teilchen in einem $\boldsymbol{\sigma}_x$ -Eigenzustand befinden und doppelt so viele positiven wie negativen $\boldsymbol{\sigma}_x$ -Eigenwert haben?
- Wie lautet der Dichteoperator für ein Spin- $\frac{1}{2}$ System? Wie wird überprüft, ob sich ein System in einem reinen Zustand befindet?

2. Dichteoperatoren für Spin- $\frac{1}{2}$ II (10)

Betrachte nun ein System aus zwei gekoppelten Spin- $\frac{1}{2}$ Teilchen. Bekanntlich wird ein Gesamtspin-0 Singulett und ein Gesamtspin-1 Triplett erhalten.

- Wie lautet der Dichteoperator, wenn sich das System im Singulett-Zustand befindet?
- Angenommen, es besteht nur Interesse an Teilchen Nr. eins. Wie folgt aus dem Dichteoperator des Gesamtsystems der Dichteoperator für Teilchen Nr. eins?
- Wie lautet der Dichteoperator für Teilchen Nr. eins im Fall (a)? Befindet sich das reduzierte System in einem reinen Zustand?