

Universität Osnabrück Fachbereich Physik	Theoretische Physik 2 Quantenmechanik, stat. TD	Dr. Jürgen Schnack Dr. Maxim Gorkunov
---	--	--

## Aufgabenblatt 5

### 5.1 Kommutatorrelation für Spinoperatoren

Die Vertauschungsrelationen für Drehimpulse lautet

$$[\underline{s}_x, \underline{s}_y] = i \hbar \underline{s}_z . \quad (1)$$

In diesem Ausdruck können die Indizes zyklisch vertauscht werden, d.h.  $x \rightarrow y \rightarrow z \rightarrow x$ . Zeigen Sie unter dieser Voraussetzung, daß

$$[\underline{s}^2, \underline{s}_z] = 0 \quad (2)$$

gilt.

### 5.2 Unbestimmtheitsrelation

Das Spinsystem sei im Zustand  $|\phi\rangle = |s_z +\rangle$ .

a. Berechnen Sie

$$\langle (\Delta \underline{s}_x)^2 \rangle = \langle \underline{s}_x^2 \rangle - \langle \underline{s}_x \rangle^2 . \quad (3)$$

b. Wie lautet die Unbestimmtheitsrelation für zwei Observable  $\underline{A}$  und  $\underline{B}$ ?

c. Überprüfen Sie, ob die Unbestimmtheitsrelation erfüllt ist, wenn  $\underline{A} = \underline{s}_x$  und  $\underline{B} = \underline{s}_y$  sowie  $|\phi\rangle = |s_z +\rangle$ .

d. Führen Sie die gleiche Überprüfung für  $\underline{A} = \underline{s}_x$  und  $\underline{B} = \underline{s}_y$  sowie  $|\phi\rangle = |s_x +\rangle$  durch.

### 5.3 Spin $s = 1$

Leiten Sie für einen Spin  $s = 1$  die Darstellungen der drei Spinkomponenten  $\underline{s}_x, \underline{s}_y, \underline{s}_z$  in der Eigenbasis von  $\underline{s}_z$  her. Verwenden Sie dabei

a. die Eigenwertgleichungen für den Spin,

b. den Zusammenhang zwischen  $\underline{s}_x, \underline{s}_y$  und  $\underline{s}^+, \underline{s}^-$ ,

c. sowie

$$\underline{s}^\pm |s m\rangle = \hbar \sqrt{(s \mp m)(s \pm m + 1)} |s m \pm 1\rangle . \quad (4)$$