

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

Aufgabenblatt 4

4.1 Erwartungswerte und Meßwahrscheinlichkeiten für Spinkomponenten

Durch eine spezielle Stern-Gerlach-Apparatur sei das System im Zustand

$$|\alpha\rangle = 0.6 |s_z +\rangle + 0.8 |s_z -\rangle \quad (1)$$

präpariert.

- Wie lautet der Erwartungswert des Operators \tilde{s}_z bezüglich $|\alpha\rangle$? Mit welchen Wahrscheinlichkeiten treten bei einer Messung von \tilde{s}_z die Komponenten „spin up“ und „spin down“ auf?
- Wie lautet der Erwartungswert des Operators \tilde{s}_y bezüglich $|\alpha\rangle$? Mit welchen Wahrscheinlichkeiten treten bei einer Messung von \tilde{s}_y die Komponenten „spin up“ und „spin down“ auf?
- Konstruieren Sie eine Stern-Gerlach-Apparatur, mit der der Zustand $|\alpha\rangle$ präpariert werden kann. Begründen Sie.

4.2 Eigenschaften des Spins

- Wie lauten die Kommutatorrelationen für Drehimpulse allgemein?
- Wie lauten die Eigenwertgleichungen für \tilde{s}^2 und \tilde{s}_z allgemein? Welche Werte kann die magnetische Quantenzahl im Allgemeinen annehmen? Welche Werte nimmt sie für einen Spin mit $s = 1/2$ an?
- Überprüfen Sie für $s = 1/2$, dass die Eigenwertgleichung für \tilde{s}^2 stimmt. Benutzen Sie dazu die Ihnen bekannten Darstellungen der Komponenten des Spins.

4.3 Verkanteter Stern-Gerlach-Versuch

Ein etwas schusseliger Experimentator orientiert seinen Stern-Gerlach-Versuch statt in z -Richtung entlang ($\theta = 30, \phi = 30$), wobei θ und ϕ die üblichen Kugelkoordinaten sind, d.h. θ mißt die Auslenkung von der positiven z -Achse und ϕ den Drehwinkel in der $x-y$ -Ebene entgegen dem Uhrzeigersinn.

Der Eingangsstrahl sein im Zustand $|s_z +\rangle$ präpariert.

Welche Eigenwerte mißt der Experimentator und mit welchen Wahrscheinlichkeiten?