

10. Übungsblatt zur Physik III im WS2002/2003

Ausgabe: Mo, 13.01.2003

Rückgabe: Di, 21.01.2003, 09:00 Uhr

23. In der Vorlesung wurde gezeigt, daß die Spinoperatoren für ein Spin-1/2-Teilchen als zwei-dimensionale Matrizen darstellbar sind. Man schreibt $\hat{S}_k = 1/2\hbar \cdot \sigma_k$ ($k = x, y, z$). Die Pauli-Matrizen σ_k sind wie folgt definiert:

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Weiterhin wurde gezeigt, daß die Eigenlösungen von \hat{S}_z die Vektoren $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ bzw. $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ mit den Eigenwerten $\hbar/2$ bzw. $-\hbar/2$ sind.

a) Verifizieren Sie, daß die Vertauschungsrelation $[\hat{S}_x, \hat{S}_y] = i\hbar\hat{S}_z$ erfüllt ist.

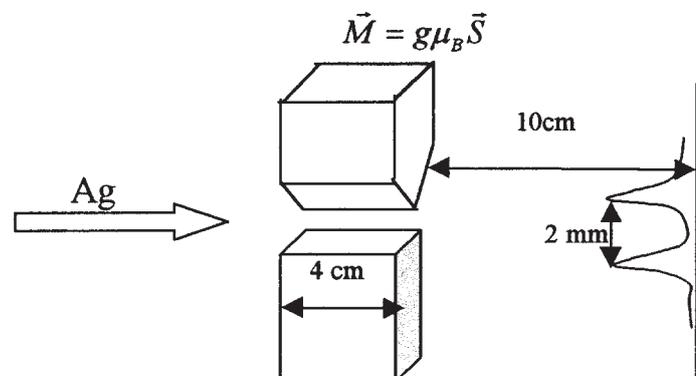
b) Für die mittlere quadratische Schwankung $\langle \Delta\hat{A} \rangle$ eines Erwartungswerts $\langle \hat{A} \rangle$ gilt:

$$\langle \Delta\hat{A}^2 \rangle = \langle \hat{A}^2 \rangle - \langle \hat{A} \rangle^2.$$

Bestimmen Sie Erwartungswert und mittlere quadratische Schwankung für \hat{S}_x und \hat{S}_z , wenn sich das Teilchen im Zustand $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ befindet. Diskutieren Sie dieses Ergebnis im Zusammenhang mit der Unschäferelation.

(3 P)

24. Im Stern-Gerlach-Experiment beobachten Sie die Aufspaltung eines Atomstrahls aus Ag-Atomen um $\Delta x = 2$ mm bei einem Abstand zwischen Magnet und Detektor von $z = 10$ cm. Sie benutzen Ag-Atome mit einer mittleren Geschwindigkeit von $\langle v \rangle = 500$ m/s. Der Magnet erzeugt einen Feldgradienten von $\text{grad } \vec{B} = 1 \cdot 10^3$ T/m und hat eine Länge von $\ell = 4$ cm. Sie beobachten die Aufspaltung des Intensitätsprofils in zwei Linien. Warum ist der g-Faktor des Elektrons $g = 2$?



(3 P)

Die Übungsblätter bitte geheftet, sowie mit Namen und Übungsgruppe versehen im Briefkasten neben Raum 1.2.40 abgeben.