

Seminar zur Vorlesung Theoretische Physik III für LA (Quantenmechanik und Statistische Physik)

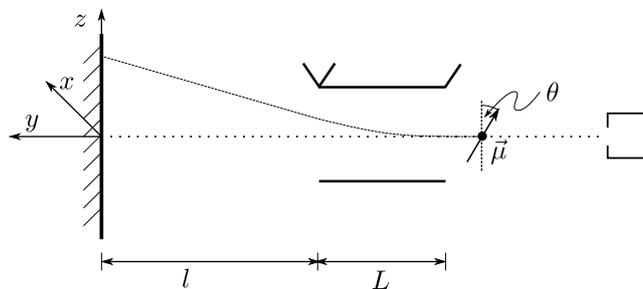
SS 2011

Blatt 1

15.04.2011

Aufgabe 1 *Stern-Gerlach Versuch*

Wir betrachten den Stern-Gerlach Versuch für den Fall, dass sich ein klassischer magnetischer Dipol $\vec{\mu}$ mit der Geschwindigkeit v durch ein Magnetfeld bewegt, welches in z -Richtung zeigt und in dieser Richtung inhomogen ist. Der Bereich in dem das Magnetfeld vorhanden ist hat die Länge L . Im Abstand l davon befindet sich eine Schirm auf den der Dipol auftrifft, siehe Abbildung.



- a) Zeigen Sie, dass die Kraft auf das Atom durch

$$\vec{F} = \vec{e}_z \mu \frac{\partial B_z}{\partial z} \cos \theta, \quad \text{mit } \mu = |\vec{\mu}|$$

gegeben ist, wobei θ den Winkel zwischen dem magnetischen Dipol und dem Feldgradienten bezeichnet. (1 Punkt)

- b) Berechnen Sie den Ort z an dem der Dipol auf den Schirm auftrifft. (2 Punkte)
- c) Überlegen Sie sich qualitativ welche Verteilung sich auf dem Schirm ergibt, wenn viele Dipole das Magnetfeld durchqueren und eine Gleichverteilung der magnetischen Dipole in alle Raumrichtungen angenommen wird. (1 Punkt)

Aufgabe 2 *Magnetisches Moment im homogenen Magnetfeld*

Wir nehmen an, dass das magnetische Moment $\vec{\mu}$ eines Atoms proportional zu dessen internem Drehimpuls \vec{L} ist, $\vec{\mu} = -\kappa\vec{L}$, wobei κ ein konstanter Faktor ist.

- a) Das Atom befindet sich in einem homogenen Magnetfeld $\vec{B} = B\vec{e}_z$. Zeigen Sie, dass das magnetische Moment als Funktion der Zeit durch

$$\vec{\mu}(t) = R_z(\Omega t)\vec{\mu}(0),$$

gegeben ist, wobei

$$R_z(\beta) = \begin{pmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

die Drehmatrix um die z -Achse ist.

(2 Punkte)

- b) In welcher Konfiguration kann das magnetische Moment im homogenen Magnetfeld invertiert werden, d.h. $\vec{\mu}(T) = -\vec{\mu}(0)$? Bestimmen Sie die Zeit T . (1 Punkt)
- c) Diskutieren Sie die so eben gefundenen Effekte im Kontext des Stern-Gerlach Versuches. (1 Punkt)