

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

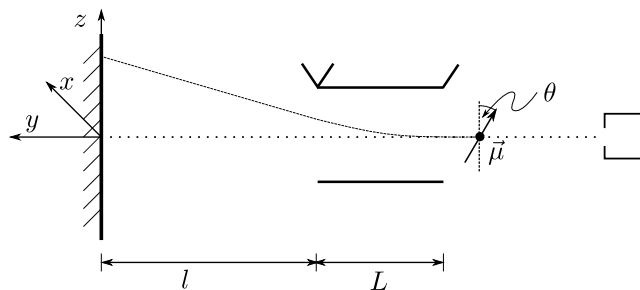
SS 2011

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  $\theta$  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  $\kappa$  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)