

# Experimentalphysik 5a

WS 13/14

Prof. Dr. Werner Heil

Blatt 6

<http://www.ag-heil.physik.uni-mainz.de>

Abgabetermin: 09.12.2013, 10:30

## Aufgabe 1 Clebsch-Gordan-Koeffizient (4 Punkte)

In dieser Aufgabe sollen Sie die Kopplung zweier Drehimpulse untersuchen. Dabei spielt es keine Rolle ob dies die Kopplung von Bahndrehimpuls und Spin des Elektrons im H-Atom oder eines beliebigen anderen Systems ist, welches durch den mathematischen Formalismus eines Drehimpulses beschrieben werden kann.

- (a) Betrachten Sie die Kopplung von zwei Drehimpulsen. Wie ist der Gesamtdrehimpuls definiert (Vektorbild, Eigenfunktionen und Eigenwerte)? Beschreiben Sie dies auch im Zusammenhang der Clebsch-Gordan-Koeffizienten.
- (b) Berechnen Sie jeweils (für die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten) die Eigenfunktion des gekoppelten Systems  $2 \otimes \frac{1}{2}$  für den Gesamtspin  $5/2$  unter Zuhilfenahme der Clebsch-Gordan-Koeffizienten:

$$|(s_1 s_2)SM\rangle = \sum_{\substack{s_1, s_2 \\ m_1 = -s_1 \\ m_2 = -s_2}} \langle s_1 m_1 s_2 m_2 | (s_1 s_2)SM \rangle |s_1 m_1 s_2 m_2\rangle. \quad (1)$$

## Aufgabe 2 Stern-Gerlach Experiment (6 Punkte)

In einem Stern-Gerlach Experiment stehen die Richtungen eines Strahls von Silberatomen und diejenige eines starken inhomogenen Feldes senkrecht zueinander (siehe Abbildung 1 und Vorlesungsskript)

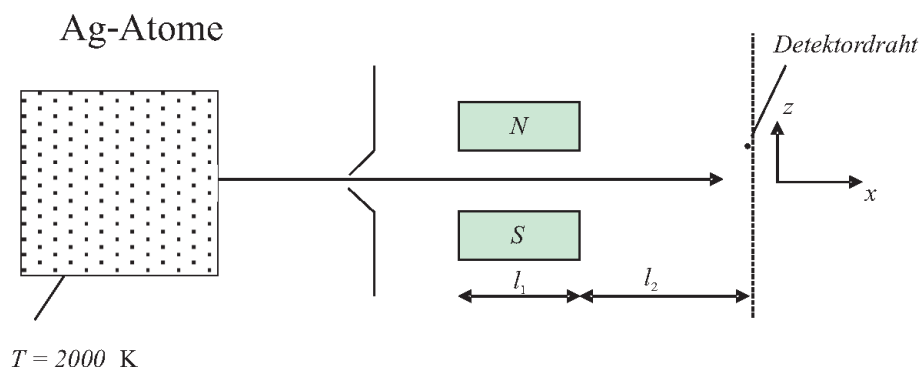


Abbildung 1. Prinzipskizze des Stern-Gerlach Experiments

Bitte wenden!

---

Das Feld hat einen Gradienten von  $dB/dz = 5 \cdot 10^2 \text{ T/m}$ . In Richtung des Atomstrahls hat das Magnetfeld eine Ausdehnung von  $l_1 = 0,08 \text{ m}$ , der Nachweis erfolgt mittels eines Detektordrahts im Abstand  $l_2 = 0,1 \text{ m}$  vom Magneten. Berechnen und zeichnen Sie die Intensitätsverteilung  $I(z)$  aufgrund der Richtungsquantelung als Funktion der Stellung des Detektordrahts entlang der Quantisierungsachse  $z$ .

Hinweis:

Das magnetische Moment sei  $\mu = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ A/m}^2$  und der Atomstrahl habe beim Austritt aus dem Ofen ( $T = 2000 \text{ K}$ ) eine Geschwindigkeitsverteilung von  $f(v) \sim v^3 e^{-mv^2/2kT}$ . Die Divergenz des Strahls nach der Blende sowie endliche Drahtdicke seien vernachlässigbar. Die Masse eines Silberatoms beträgt  $m_{Ag} = 1,79 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ . Beachten Sie, dass gilt:  $I(z) = f(v) \left| \frac{dv}{dz} \right|$ . Es genügt also nicht, die Geschwindigkeit als Funktion von  $z$  auszudrücken und in  $f(v)$  einzusetzen.