

Nr. 21

## Optisches Pumpen

Sara Krieg  
sara.krieg@udo.edu

Marek Karzel  
marek.karzel@udo.edu

Durchführung: 08.07.2020

Abgabe: ??

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
1.1	Spin-Bahn-Kopplung und magnetische Momente der Elektronenhülle . . .	3
<b>2</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
3.1	Daten der verwendeten Helmholtzspulenpaare . . . . .	3
3.2	Korrektur des vertikalen Erdmagnetfeldes . . . . .	4
3.3	Vermessen des Magnetfeldes in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz .	4
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>5</b>

# 1 Theorie

Ziel dieses Versuches ist die Bestimmung der Kernspins  $I$  der Rubidium-Isotope  $^{85}\text{Rb}$  und  $^{87}\text{Rb}$  mithilfe der Methode des optischen Pumpens.

## 1.1 Spin-Bahn-Kopplung und magnetische Momente der Elektronenhülle

Neben den anderen Alkalimetallen Lithium, Natrium, Kalium, Cäsium und Francium der ersten Hauptgruppe der Elemente, besitzt auch Rubidium genau ein Elektron in seiner Valenzschale. Der Gesamtdrehimpuls  $\vec{J}$  dieses Elektrons ergibt sich über die Kopplung des Spins  $\vec{S}$  und des Bahndrehimpulses  $\vec{L}$  zu

$$\vec{J} = \vec{S} + \vec{L} . \quad (1)$$

Diesen Drehimpulsen, können aufgrund der Kreisbewegungen der elektrischen Ladung die magnetischen Momente

$$\vec{\mu}_J = -g_J \mu_B \vec{J}, \quad |\vec{\mu}_J| = g_J \mu_B \sqrt{J(J+1)} \quad (2)$$

$$\vec{\mu}_S = -g_S \mu_B \vec{S}, \quad |\vec{\mu}_S| = g_S \mu_B \sqrt{S(S+1)} \quad (3)$$

$$\vec{\mu}_L = -\mu_B \vec{L}, \quad |\vec{\mu}_L| = \mu_B \sqrt{L(L+1)} \quad (4)$$

zugeordnet werden. Hierbei beschreibt  $g_J$  den Landé-Faktor,  $g_S \approx 2$  den anomalen Spin-g-Faktor,  $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$  das Bohrsche Magneton und  $J, S, L$  die Quantenzahlen der jeweiligen Drehimpulse.

Aus der Addition der magnetischen Momente

$$\vec{\mu}_J = \vec{\mu}_S + \vec{\mu}_L \quad (5)$$

ergibt sich der Landé-Faktor zu

$$g_J = \frac{(g_S + 1)J(J+1) + (g_S - 1)[S(S+1) - L(L+1)]}{2J(J+1)} . \quad (6)$$

$$B = \mu_0 \frac{8IN}{\sqrt{125}R} . \quad (7)$$

## 2 Durchführung

## 3 Auswertung

### 3.1 Daten der verwendeten Helmholtzspulenpaare

Die verwendeten Spulen haben folgende Abmessungen, wobei der Radius mit  $R$  und die Windungszahl mit  $N$  gegeben ist:

$$\begin{aligned}
R_{\text{Horizontalfeldspule}} &= 15,79 \text{ cm} , \\
R_{\text{Sweepfeldspule}} &= 16,39 \text{ cm} , \\
R_{\text{Vertikalfeldspule}} &= 11,735 \text{ cm} , \\
N_{\text{Horizontalfeldspule}} &= 154 , \\
N_{\text{Sweepfeldspule}} &= 11 , \\
N_{\text{Vertikalfeldspule}} &= 20 .
\end{aligned}$$

### 3.2 Korrektur des vertikalen Erdmagnetfeldes

Zur Korrektur des vertikalen Erdmagnetfeldes wird der Aufbau entsprechend ausgerichtet und das Feld der Vertikalfeldspule auf  $T_{\text{vert}} = 0,202 \text{ A}$  eingestellt. Gemäß (7) kompensiert das Feld der Vertikalfeldspule also ein vertikales Erdmagnetfeld von

$$B_{\text{vert}} = 30,96 \text{ } \mu\text{T} .$$

### 3.3 Vermessen des Magnetfeldes in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz

Die im Versuch gemessenen Ströme in Abhängigkeit von der Frequenz des Wechselfeldes sind in Tabelle 1 angegeben.

**Tabelle 1:** Die für die Horizontalfeld- und Sweepspulen gemessenen Ströme  $I_{\text{H}}$  und  $I_{\text{S}}$  für die Resonanzen 1 und 2 und daraus errechneten Magnetfeldstärken  $B$  in Abhängigkeit der angelegten Frequenz  $f$ .

$f / \text{kHz}$	$I_{\text{H1}} / \text{A}$	$I_{\text{S1}} / \text{A}$	$B_{\text{hor,1}} / \mu\text{T}$	$I_{\text{H2}} / \text{A}$	$I_{\text{S2}} / \text{A}$	$B_{\text{hor,2}} / \mu\text{T}$
100						
200						
300						
400						
500						
600						
700						
800						
900						
1000						

Hierbei bezeichnet  $I_{\text{H}}$ ,  $I_{\text{S}}$  und  $B_{\text{hor}}$  die für die jeweiligen Resonanzen eingestellten Stromstärken an Horizontal- und Sweepspule, sowie das daraus resultierende gesamte horizontale

Magnetfeld. Dieses ist durch die lineare Superposition der einzelnen Magnetfelder erreichbar.

## **4 Diskussion**