

Zeeman-Effekt

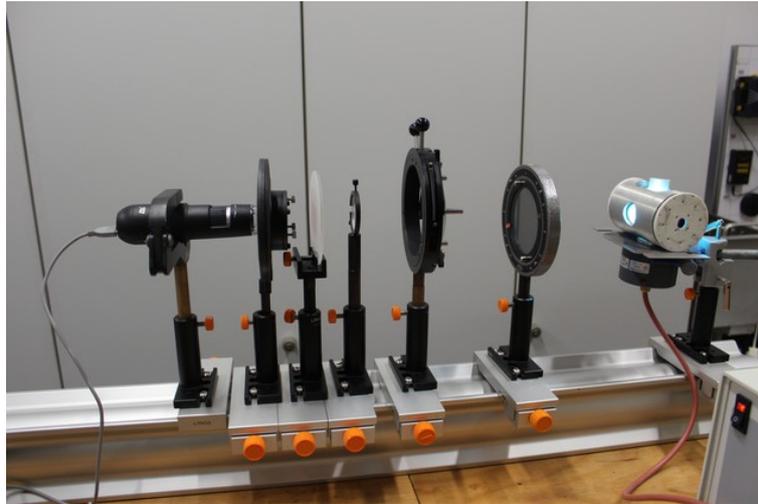


Abb. 1: Versuchsaufbau

Geräteliste:

Cd-Dampf-Lampe, Fabry-Perot-Resonator, Stativmaterial, Blende, Linsen, optische Bank, starke Dauermagnete in einer Aluminiumfassung, Polarisator, Diffusorscheibe, Rotfilter, Stromquelle 60V/10A, Ringkern mit 4 Spulen > 1000 Wdg

Versuchsbeschreibung:

Der Zeeman-Effekt ist ein eindrucksvoller Beweis für die magnetische Wechselwirkung von Atomen mit einem äußeren Feld. Hier wird die Auflösung der einzelnen Energieniveaus mit Hilfe eines FP-Resonators sichtbar gemacht. Zusätzlich kann die Polarisation der Übergänge senkrecht wie auch parallel zum Feld untersucht werden.



Abb. 2: Interferenzmuster ohne Polarisator.

Bemerkungen:

Zum Aufbau:

Die Spulen können mit jeweils 5 A versorgt werden, wenn sie parallel an die 60 V Gleichspannungsquelle angeschlossen werden – Achtung! Können ggf. durchbrennen!

Mit der Canon Kamera kann auch ein gutes Bild erzeugt werden – direkt auf HDMI.

Für polarisationsabhängigkeit großen Doppel-Dauermagneten mit axialen Bohrungen verwenden – vorsichtig handhaben, Verletzungsgefahr!

Atomare Größen wie der Bahndrehimpuls \vec{l} , der Spin \vec{s} und die Kopplung von beiden (Gesamtdrehimpuls \vec{j}) sind jeweils mit einem magnetischen Moment verbunden. Für den Gesamtdrehimpuls z.B. beträgt das magnetische Moment

$$\vec{\mu}_j = -g_j \mu_B \frac{\vec{j}}{\hbar}$$

mit dem so genannten Landé- oder g-Faktor g_j der das Verhältnis von magnetischem Moment zum Drehimpuls misst und dem Bohrschen Magneton μ_B . Das Bohrsche Magneton ist die Einheit des magnetischen Moments und entspricht demjenigen Moment welches ein Elektron auf der ersten Bohrschen Bahn (nach der Bohrschen Theorie) des Wasserstoff Atoms besitzt.

$$\mu_B = \frac{e}{2m_0} \hbar \quad \text{bzw.} \quad \approx 9,26 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$$

Mit der Elementarladung e und der Ruhemasse m_0 .

In einem Äußeren Feld richten sich die magnetischen Momente aus bzw. präzedieren um die Feldrichtung \vec{B} . Für die Zustände des Atoms im Feld bedeutet dies eine Zusatzenergie

$$V_{m_j} = -(\vec{\mu}_j)_z \cdot B_0 = -m_j g_j \mu_B B_0 \quad \text{mit} \quad m_j = j, j-1, \dots, -j,$$

also ein Produkt aus der Feldstärke und der z-Komponente des magnetischen Momentes abhängig von der magnetischen Quantenzahl m_j . Die Größenordnung dieser Energie für die beobachteten Übergänge liegt im Bereich einige μeV und berechnet sich nach

$$\Delta E_{m_j, m_{j-1}} = g_j \mu_B B_0.$$

