

Fortgeschrittenenpraktikum

Versuch 11: Stern-Gerlach-Versuch

Ort: F-Praktikum, P 007

Die Elektronen eines Atoms besitzen auf Grund ihrer Bahnbewegung und ihrer Eigenrotation Drehmomente, denen magnetische Dipolmomente zugeordnet sind. Die Quantenmechanik besagt, dass sich diese magnetischen Momente gegenüber äußeren (oder inneren) magnetischen Feldern nur unter ganz bestimmten diskreten Winkeln einstellen können. Der Stern-Gerlach-Versuch verifiziert diese Aussage der Theorie und bietet darüber hinaus die Möglichkeit, das Bohrsche Magneton μ_B quantitativ zu bestimmen.

Mess-/Arbeitsprogramm:

1. Aufheizen des Atomstrahlofens auf 180 °C und Stabilisierung der Temperatur
2. Aufnahme der Verteilung der Teilchenstromdichte ohne Magnetfeld sowie mit Magnetfeldern unterschiedlich großer Inhomogenitäten
3. Anpassung eines aus zwei Geraden und einer Parabel bestehenden Kurvenzuges an die gemessene Teilchenstromdichte für $B = 0$ T
4. Bestimmung der Lage der Maxima der Teilchenstromdichte in Abhängigkeit von der Inhomogenität des Magnetfeldes
5. Darstellung der Abhängigkeit von dB/dz über $3 \cdot u_e - C/u_e$ und Bestimmung des Anstiegs der Geraden
6. Berechnung des Bohrschen Magnetons μ_B und Fehlerbetrachtung für μ_B
7. Diskutieren Sie den Einfluss der Korrekturen für die Berücksichtigung der Geschwindigkeitsverteilung und des nicht infinitesimal schmalen Strahlenkastens

Stichwortverzeichnis:

Magnetisches Moment, Bohrsches Magneton, Spin, Spin-Bahn-Kopplung, j-j-Kopplung, L-S-Kopplung, g-Faktor, Feinstruktur, normaler Zeeman-Effekt, anomaler Zeeman-Effekt, Paschen-Back-Effekt, Stark-Effekt, Auswahlregeln, Larmorfrequenz, Zweidrahtfeld, Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung

Literaturangaben:

Mayer-Kuckuk, T.: Atomphysik, Teubner Stuttgart, 1997

Bergmann/Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 4, de Gruyter Berlin, 1992

Haken, H., Wolf, H. C.: Atom- und Quantenphysik, Springer-Verlag, Berlin, 1990

Böhm, M., Scharmann, A.: Höhere Experimentalphysik, VCH Weinheim, 1992 *

Taylor, J. B.: Eine Methode zur direkten Messung der Intensitätsverteilung in Molekularstrahlen, in: ZS für Physik Bd. 57 (1927), S. 242 – 248 *

Fa. PHYWE: Beschreibung der Stern-Gerlach-Apparatur *

Dost, E.: Theorie und Auswertung des Stern-Gerlach-Versuches *

* In der Literaturmappe enthalten.

Liste der Geräte:

1. Stern-Gerlach-Apparatur mit Turbomolekular- und Drehschieberpumpe sowie Vakuummessgerät
2. Stromversorgungsgeräte, Vorwiderstände, Strom- und Spannungsmessgeräte
3. Gleichstrommessverstärker

Wichtige Hinweise:

- Die Vakuumanlage des Stern-Gerlach-Versuches muss ständig in Betrieb bleiben, da eine Belüftung des Atomstrahlofens das darin befindliche Kalium zerstört.
- Die Temperatur des Atomstrahlofens ist während des gesamten Versuches konstant zu halten.
- Bei der Aufnahme einer Messreihe darf die Mikrometerschraube stets nur in einer Richtung bewegt werden.
- Der Atomstrahlofen und der Detektor dürfen auf keinen Fall dejustiert werden.