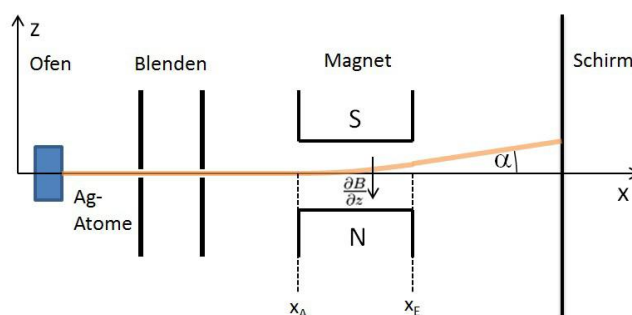


Aufgabe 19: Stern-Gerlach-Experiment (Teil 1)


Otto Stern und Walther Gerlach konnten 1922 mit dem oben gezeigten Aufbau die Richtungsquantisierung der Drehimpulse von Atomen und Elektronen nachweisen.

- Weshalb konnte eine Aussage über die Quantisierung des Elektronenspins getroffen werden, obwohl Silberatome verwendet wurden? Könnte der Versuch auch direkt mit Elektronen durchgeführt werden?
- Ein kollimierter Strahl von Silberatomen durchfliege mit einer Geschwindigkeit von $\vec{v}_x = 700 \text{ m s}^{-1}$ in x-Richtung ein homogenes Magnetfeld mit z-Komponente $\vec{B}_z(z) = -b_0 z$ und $b_0 = 1,5 \text{ T m}^{-1}$. Das Magnetfeld beginne bei $x_A = 0$ und ende bei $x_E = 4,00 \text{ cm}$. Nehmen Sie für die Atome zunächst ein klassisches magnetisches Moment $\vec{\mu}$ an, das einen beliebigen Winkel θ mit der z-Achse einschließt. In welches Winkelintervall können die Atome klassisch gesehen abgelenkt werden, wenn $|\vec{\mu}| = \mu_B$ gelte?

Aufgabe 20: Stern-Gerlach-Experiment (Teil 2)

- Berechnen Sie nun die tatsächlich beobachteten quantenmechanisch erwarteten Ablenkwinkel, indem Sie die entsprechende Quantisierung für den Elektronenspin verwenden.
- Es werde nun der nach oben abgelenkte Strahl in einen weiteren Stern-Gerlach-Aufbau geleitet.
 - Beschreiben Sie, wie die Atome durch das zweite Magnetfeld abgelenkt werden, wenn dieses identisch zu dem ersten Aufbau ist.
 - Nun zeige der Magnetfeldgradient des zweiten Aufbaus in \vec{e}_y Richtung. Wie werden die Atome jetzt abgelenkt?
 - Ein Strahl aus letzterem Aufbau (ii) werde nun in einen dritten Stern-Gerlach-Aufbau geleitet, dessen Magnetfeldgradient wieder in \vec{e}_z Richtung zeigt. Wie wird der Strahl im dritten Aufbau abgelenkt?

Aufgabe 21: Drehimpuls und Kugelflächenfunktionen

Zeigen Sie, dass die ersten beiden Kugelflächenfunktionen $Y_{00}(\theta, \varphi)$ und $Y_{10}(\theta, \varphi)$ die Eigenwertgleichung für \vec{L}^2 erfüllen.

Aufgabe 22: Aufenthaltswahrscheinlichkeit im Wasserstoffatom

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, ein Elektron im Grundzustand eines Wasserstoffatoms innerhalb des doppelten Bohrschen Radius $2a_0$ zu finden.