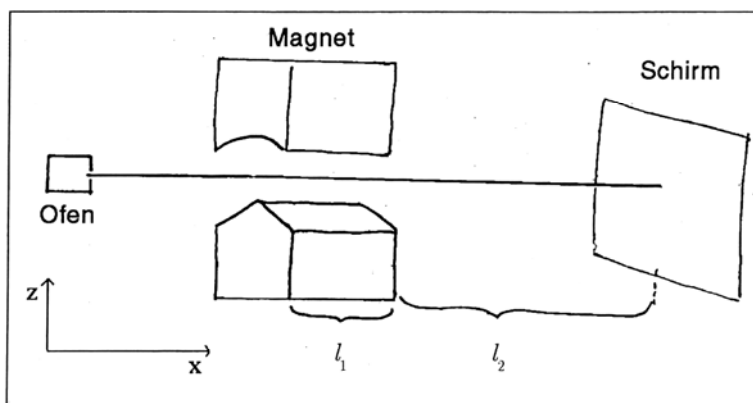


**Blatt 3: Atomphysik****Aufgabe 5 (gestellt im Herbst 2004) Stern-Gerlach-Experiment****(20 Punkte)**

Ein Strahl von Silberatomen mit der Geschwindigkeit  $v_x = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  wird aus einem Ofen durch ein inhomogenes Magnetfeld  $\vec{B} = \vec{B}(z)$  geleitet und trifft auf einen Schirm.



- a) Silber hat ein einzelnes Elektron in der äußersten Schale und sonst nur abgeschlossene Schalen. Geben Sie das magnetische Dipolmoment  $\vec{\mu}$  eines Silberatoms an. Diskutieren Sie zunächst qualitativ, welche Auswirkungen die Wechselwirkung des magnetischen Dipolmomentes mit einem homogenen Magnetfeld auf das Atom hat. (3 Punkte)
- b) Geben Sie den Ausdruck für die Kraft  $\vec{F}$  im inhomogenen Feld auf ein Atom mit dem magnetischen Dipolmoment  $\vec{\mu}$  an, wenn das Feld wie in der Zeichnung in z-Richtung abnimmt. (2 Punkte)
- c) Geben Sie die Formel für die z-Komponente  $z(t)$  der Bahn eines Atoms im inhomogenen Feld mit einem konstanten Feldgradienten an.  
 Berechnen Sie damit die Auslenkung  $z(l_1)$  am Ende des Magneteten für  $\frac{dB}{dz} = -500 \frac{\text{T}}{\text{m}}$  und  $l_1 = 4 \text{ cm}$ . (Bohrsches Magneton  $\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$ ) (5 Punkte)
- d) Berechnen Sie die durch das Magnetfeld bewirkte Verschiebung des Auftreffpunktes auf dem Schirm, wenn sich dieser im Abstand  $l_2 = 10 \text{ cm}$  vom Ausgang des Magneteten befindet. (5 Punkte)
- e) Das  $\text{Gd}^{3+}$ -Ion hat 7 Elektronen in der 4f-Schale. Alle anderen Schalen sind vollständig besetzt oder leer.  
 Wie viele Elektronen finden maximal in der f Schale Platz?  
 Welchen Wert nehmen nach den Hundschen Regeln die Spin- (S), die Bahn- (L), und die Gesamtdrehimpuls (J)-Quantenzahlen des  $\text{Gd}^{3+}$ -Ions an?  
 Wie viele Teilstrahlen erwarten Sie im Stern-Gerlach-Experiment? (5 Punkte)

## Aufgabe 6 (gestellt im Frühjahr 2006) Röntgenstrahlen

(20 Punkte)

- a) Skizzieren Sie Aufbau und Schaltung einer Röntgenröhre und erläutern Sie die in der erzeugten Strahlung auftretenden spektralen Komponenten! (3 P)
- b) Geben Sie ein Verfahren an, mit dem man monochromatische Röntgenstrahlung erzeugen kann, und erläutern Sie, wie man damit eine bestimmte Wellenlänge auswählen kann! (3 P)
- c) Berechnen Sie für die Beschleunigungsspannung  $U_B = 50$  kV die Grenzwellenlänge sowie die Wellenlängen der ersten drei charakteristischen K-Linien für eine Kupferanode! (6 P)
- d) Beim Durchgang durch Materie wird die Röntgenstrahlung unter Vergrößerung ihrer Wellenlänge inelastisch gestreut. Beschreiben Sie den zu Grunde liegenden Prozess! Leiten Sie einen Ausdruck für die Wellenlängenänderung in Abhängigkeit vom Streuwinkel her für den Grenzfall, dass sich die Wellenlänge relativ nur wenig ändert! (5 P)
- e) Nennen Sie zwei weitere, grundsätzlich mögliche Mechanismen zur Schwächung von Röntgenstrahlung! Welcher kann speziell die mit der o.g. Beschleunigungsspannung von  $U_B = 50$  kV erzeugte Strahlung nicht abschwächen? (Begründung!) (3 P)