

Anomaler Zeeman-Effekt

Bor-Atome haben im Grundzustand die Elektronenkonfiguration $(1s)^2(2s)^2(2p)^1$.

- a) Geben Sie mit Begründung an, welchem Gesamtdrehimpuls L und Gesamtspin S dieser Zustand entspricht. Leiten Sie daraus ab, welche beiden Werte der elektronische Gesamtdrehimpuls J annehmen kann. Geben Sie die Termsymbole beider Komponenten des Dubletts in spektroskopischer Notation $^{2S+1}L_J$ an. Geben Sie die Werte an, die die Quantenzahl m_J jeweils annehmen kann. (5 Punkte)

Ein Strahl von Bor-Atomen, der aus einem Ofen austritt, enthält Atome in allen Zuständen des Dubletts. Die Zeeman-Aufspaltung im Magnetfeld B ist durch $\Delta E = \mu_B B g_J m_J$ gegeben. Dabei ist μ_B das Bohrsche Magneton und g_J der Landé-Faktor:

$$g_J = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)}$$

Der Atomstrahl wird durch eine Stern-Gerlach-Apparatur geleitet und spaltet dabei in Teilstrahlen auf. Die Teilstrahlen treffen auf einen Schirm an verschiedenen Punkten auf. Der Schirm sei senkrecht zum Atomstrahl ausgerichtet.

- b) Erläutern Sie, wie das Magnetfeld in der Stern-Gerlach-Apparatur beschaffen sein muss, damit eine Aufspaltung in Teilstrahlen erfolgt. Geben Sie mit Begründung an, in wie viele Komponenten der Strahl aufspaltet. Berechnen Sie hierzu die Landéschen g -Faktoren für jede Spektrallinie des Dubletts. Bestimmen Sie für jeden Teilstrahl das magnetische Moment in Einheiten des Bohrschen Magneton μ_B . (6 Punkte)
- c) Skizzieren Sie die Lage der Auftreffpunkte der Teilstrahlen auf dem Schirm und tragen Sie in die Zeichnung die relativen Abstände der Punkte ein. (3 Punkte)

Im Folgenden werden Rubidium Atome behandelt, die durch Übergänge aus den Zuständen $^2P_{3/2}$ und $^2P_{1/2}$ in den Grundzustand $^2S_{1/2}$ ein Spektrallinien-Dublett emittieren, wobei der $^2P_{3/2}$ Zustand energetisch höher als der $^2P_{1/2}$ Zustand liegt.

- d) Zeichnen Sie zunächst ohne Magnetfeld einen Ausschnitt aus dem Termschema des Rb-Atoms, der den Grundzustand und die Ausgangsniveaus des Dubletts enthält. Skizzieren Sie sodann in einem schwachen magnetischen Feld die durch den Zeeman-Effekt verursachte Aufspaltung der Energieterme. Markieren Sie die erlaubten elektrischen Übergänge mit Pfeilen und geben Sie mit Begründung an, welche Polarisation das ausgestrahlte Licht jeweils besitzt. (6 Punkte)