

Aufgabe 20

Beim Natrium werden die Übergänge $3 p_{1/2} \rightarrow 3 s_{1/2}$ bei $\lambda_0 = 5895,92 \text{ \AA}$ und $3 p_{3/2} \rightarrow 3 s_{1/2}$ bei $\lambda_0 = 5889,95 \text{ \AA}$ gefunden.

- Wie groß sind die g-Faktoren der 3 beteiligten Energieniveaus?
- Skizzieren Sie das zugehörige Termschema mit den Zeeman-Aufspaltungen für $B = 1,3 \text{ T}$ und zeichnen Sie die erlaubten Übergänge mit $\Delta m_j = 0, \pm 1$ ein.
- Berechnen Sie die Wellenzahlen der erlaubten Übergänge (unterscheiden Sie nach Übergängen mit $\Delta m_j = 0, +1$ und -1) und skizzieren Sie das Spektrum (gegen die Wellenzahl) für $B = 0 \text{ T}$ und $B = 1,3 \text{ T}$.
- Für sehr starke Magnetfelder ist die Spin-Bahn-Kopplung aufgehoben (Paschen-Back-Effekt). Wie sieht das Aufspaltungsbild in diesem Fall aus? Zeichnen Sie wieder die erlaubten Übergänge ein und skizzieren Sie das Spektrum. Wie groß muss das Magnetfeld mindestens sein, um den Paschen-Back-Effekt beobachten zu können?

Aufgabe 21

Wir betrachten die Hyperfeinstruktur-Aufspaltung des Grundzustands von atomarem Wasserstoff.

Die Daten: elektronischer Grundzustand $1 s_{1/2}$; $g_s = 2,00232$, Kernspin: $I = \frac{1}{2}$; $\vec{\mu}_I \uparrow \uparrow \vec{I}$; $\mu_I = g_I \cdot I \cdot \mu_K = 2,7927 \cdot \mu_K$; $\mu_K = \mu_B / 1836 = 5,051 \cdot 10^{-27} \text{ J/T}$; $A \hbar^2 / h = 1420,4 \text{ MHz}$.

- In wie viele Niveaus spaltet der elektronische Grundzustand von atomarem Wasserstoff infolge der Hyperfeinwechselwirkung auf? Welche Werte hat die Gesamtdrehimpulsquantenzahl F ?
- Berechnen Sie die Größe der Hyperfeinaufspaltung (über $W_{\text{Hf}} = A \langle \vec{J} \cdot \vec{I} \rangle$). Geben Sie die Aufspaltungsfrequenz und die zugehörige Wellenlänge an.
- Skizzieren Sie qualitativ die Zeeman-Aufspaltung der Hyperfeinniveaus in einem äußeren Magnetfeld, das schwach bzw. stark im Vergleich zur Hyperfeinwechselwirkung ist.
- Atomarer Wasserstoff befindet sich im (schwachen) Erdmagnetfeld ($B_0 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$). Berechnen Sie die Größe der Zeeman-Aufspaltung in Frequenzeinheiten, wenn gilt

$$\langle \mu_{F,z} \rangle = \left(-\frac{1}{2} g_s \mu_B + \frac{1}{2} g_I \mu_K \right) M_F \cdot$$