

# Experimentalphysik IV (PEP4)

Dozent. Prof. S. Jochim

## Übung 9

Abgabe am Montag, den 16.6.2014 vor der Vorlesung

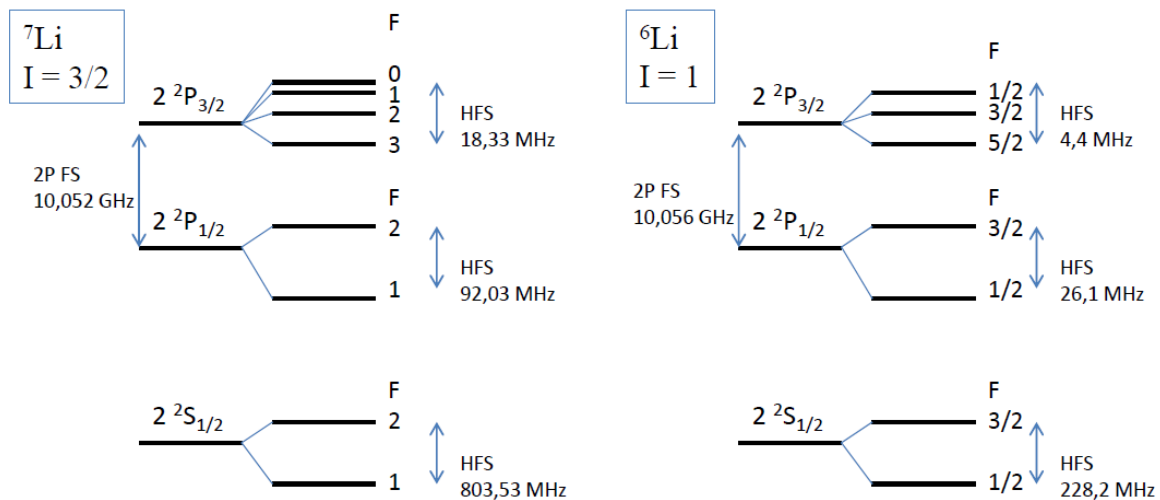
### Aufgabe 1: Dopplerfreie Spektroskopie an Lithium (6P)

In der Vorlesung wurde der Übergang  $2s \rightarrow 2p$  bei Lithium mittels dopplerfreier Spektroskopie untersucht. Es wurde dabei isotonenangereichertes  ${}^6\text{Li}$  verwendet, das einen kleinen Anteil von  ${}^7\text{Li}$  enthält. Unten finden Sie die Niveauschemata von  ${}^6\text{Li}$  und  ${}^7\text{Li}$ . Das gemessene Absorptionsspektrum soll analysiert werden.

Benutzen Sie dazu die auf Moodle bereitgestellten ASCII Daten des Spektrums, die Sie mit Ihrem eigenen Plotprogramm darstellen können. Dabei enthält die erste Spalte die Frequenz (beliebige Einheiten) und die zweite Spalte die mit einer Photodiode gemessene Intensität (beliebige Einheiten).

Im Diagramm sehen Sie die dopplerverbreiterten Linien von  ${}^6\text{Li}$ . Ihre Wellenlängen wurden in der Vorlesung zu 670,99144 nm (D1) und 670,97634 nm (D2) bestimmt. Auf diesen breiten Linien sind scharfe, dopplerfrei gemessene Linien zu sehen, von denen die nach oben zeigenden Spitzen Übergänge zwischen verschiedenen Hyperfeinzuständen sind. (Ignorieren Sie die nach unten zeigenden Spitzen.) Am rechten Ende des Spektrums finden Sie schwache Linien, die zur D2 Linie von  ${}^7\text{Li}$  gehören.

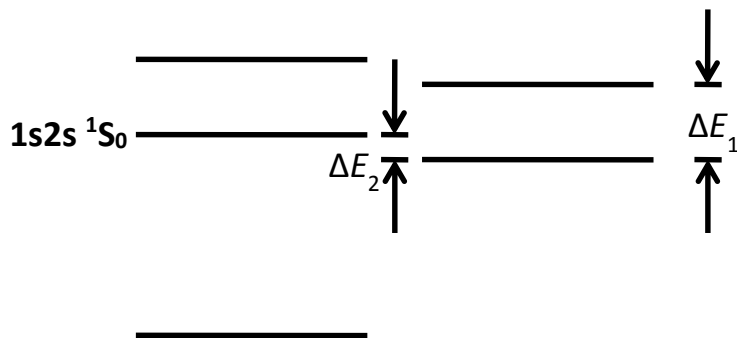
- Kalibrieren Sie die Frequenzachse mit den gemessenen Wellenlängen der D1 und D2 Linien. Welchen Übergängen entsprechen die D1- und D2-Linien in dem Energieschema? Welche Hyperfeinzustände sind in den Übergängen der feiner aufgelösten Spitzen involviert? Beachten Sie, dass für einen Teil der Zustände die Aufspaltung der Hyperfeinstruktur so klein ist, dass sie in unserem Experiment nicht aufgelöst werden kann. Vergleichen Sie die gemessenen Linienabstände mit denen der Energieschemata.
- Schätzen Sie die Temperatur des Lithiumgases anhand der Linienbreiten ab.
- Bestimmen Sie die Isotopieverschiebung von  ${}^6\text{Li}$  bezüglich  ${}^7\text{Li}$ . Schätzen Sie den Beitrag der unterschiedlichen reduzierten Massen auf die Isotopieverschiebung ab.



## Aufgabe 2: Das Helium-Atom (3P, typische Klausuraufgabe)

Die Skizze zeigt die fünf niedrigsten elektronischen Zustände des Heliumatoms.

- Tragen Sie entsprechend wie beim bezeichneten Niveau die Konfiguration der anderen vier Niveaus ein.
- Erklären Sie die Ursachen der Energiedifferenzen  $\Delta E_1$  und  $\Delta E_2$ . Wie entsteht der Energieunterschied zwischen Singulett und Triplet Zuständen?
- Warum gibt es keine optischen Übergänge zwischen Singulett und Triplet Zuständen?



## Aufgabe 3: LS- und jj-Kopplung (3P)

Nehmen Sie an, dass ein Zweielektronensystem  $2p3s$  gut durch  $LS$ -Kopplung beschrieben sei, während ein System aus  $6p7s$  gut durch  $jj$ -Kopplung beschrieben wird. Zählen Sie die möglichen Zustände für beide Systeme auf. Wie viele Zustände gibt es jeweils?