Vorbemerkung

Dies ist ein abgegebener Übungszettel aus dem Modul physik411.

Dieser Übungszettel wurde nicht korrigiert. Es handelt sich lediglich um meine Abgabe und keine Musterlösung.

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik411/ gefunden werden.

[disclaimer]

physik411 – Übung 6

Gruppe 2 – Florian Seidler

Martin Ueding *

2014-07-07

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	$\sum$
Punkte	/ 3	/ 4	/ 5	/ 4	/ 7	/ 5	/ 28

1. Präzession

Mit der Larmorfrequenz

$$\omega_{\mathrm{L}} = \frac{g_{\mathrm{L}} \mu_{\mathrm{B}} B_z}{\hbar}$$

$g_{\mathrm{L}} = 2$ und den gegeben Werten erhalte ich $\omega_{\mathrm{L}} = 8{,}7903 \times 10^6\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$. Mit den anderen Werten erhalte ich $\omega_{\mathrm{L}} = 13\,405{,}7\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$.

2. Paschen-Back-Effekt

3p nach 3s bedeutet, dass $n = 3$ und l von 2 auf 1 wechselt.

Der Zeeman-Effekt tritt bei $L, S = 0$ auf, also bei zwei-Elektronen-Atomen. Der anomale Zeeman-Effekt tritt bei $L, S > 0$ auf, also bei ein-Elektronen-Atomen. In der gleichen Konfiguration tritt auch der Paschen-Back-Effekt auf. [Vorlesung 10, Folie 1]

Bei einem externen Magnetfeld B, dass deutlich kleiner als das Magnetfeld der Spin-Bahn-Kopplung B_{SO} ist, tritt der anormale Zeeman-Effekt auf. Bei größeren Magnetfeldern ist der Übergang zum Paschen-Back-Effekt.

Hier fehlen noch Inhalte.

*mu@uni-bonn.de

3. Spektroskopische Notation

3a. Notation schreiben

$$n = 3, \quad l = 3, \quad j = \frac{5}{2} \iff 3\mathrm{F}_{5/2}$$
$$n = 2, \quad l = 2, \quad j = \frac{3}{2} \iff 2\mathrm{D}_{3/2}$$

3b. Notation lesen

$$6^2\mathrm{P}_{3/2} \iff n = 6, \quad l = 1, \quad s = \frac{1}{2}, \quad j = \frac{3}{2}$$
$$6^2\mathrm{S}_{1/2} \iff n = 6, \quad l = 0, \quad s = \frac{1}{2}, \quad j = \frac{1}{2}$$

4. Auswahlregeln

Die Auswahlregeln sind: [**?**, Tabelle 15.8]

$$\Delta l = \pm 1$$
$$\Delta m = 0, \pm 1$$
$$\Delta s = 0$$
$$\Delta j = 0, \pm 1$$
$$\Delta m_j = 0, \pm 1$$

Außerdem darf nicht $j: 0 \to 0$ sowie $\Delta m_j = 0$ bei $\Delta j = 0$ stattfinden.

Die erlaubten Übergänge sind in Abbildung 1.

5. Quantendefekt

5a. Energien und Wellenlängen

n	l	$E_{n,l}/\mathrm{eV}$
3	s	5,120 89
3	p	3,027 25
3	d	1,521 87
4	s	1,967 02
4	p	1,397 69
4	d	0,854 624
5	s	1,032 54
5	p	0,801 542
5	d	0,546 411

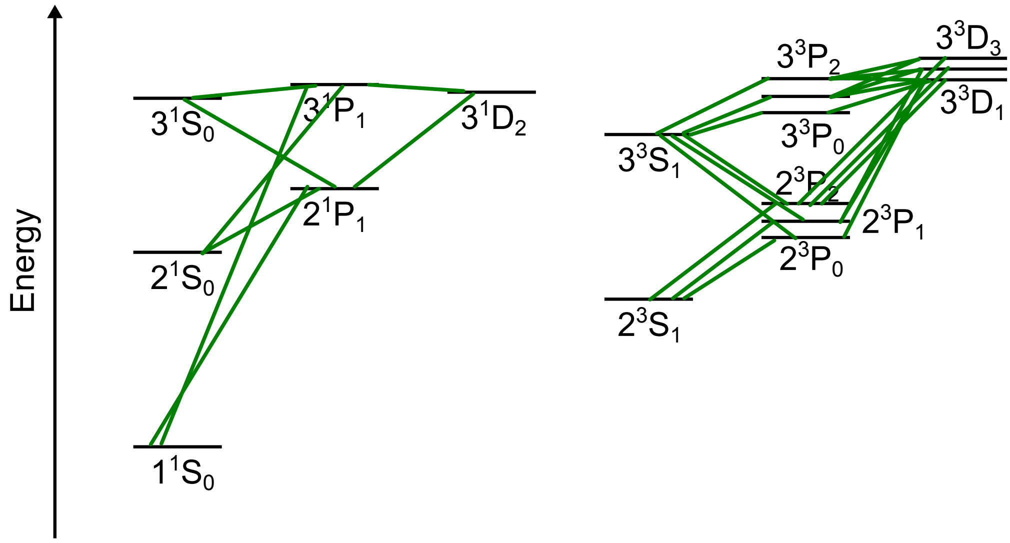

Abbildung 1: Ausgefülltes Termschema

Die Natrium-D-Linie ist der Übergang von 3p nach 3s. Die Wellenlänge dazu ist $\lambda = 592{,}196\,\mathrm{nm}$.

5b. Kernladung, Radialwellenfunktion

Die äußeren Elektronen schirmen die Kernladung ab. Wäre das Natrium nicht neutral, sondern fast vollständig ionisiert, müsste das Z mit in die Formel rein. Die Abschirmung steckt im Quantendefekt drin.

Die verschiedenen Orbitale unterscheiden sich für die s-Orbitale nur im Radialteil, für p und vor allem d kommen deutlich andere Winkelfunktionen. Außerdem haben die assoziierten Laguerre-Polynome, von dem was ich aus dem Bildern der Vorlesung ablesen kann, $n - l - 1$ Nullstellen, so dass mit höherem l die Funktion weniger stark vom Radius abhängt. Daher sollten gerade die s-Orbitale empfindlich in ihrer Energie gestört werden.

6. Lorenzkurve

6a. Fouriertransformation

Ich berechne die Fouriertransformation zu der gegebenen Entwicklung des elektrischen Feldes E:

$$\begin{aligned}
E(\omega) &= \int_0^\infty \mathrm{d}t\, E(t) \exp(-\mathrm{i}\omega t) \\
&= \int_0^\infty \mathrm{d}t\, E_0 \exp\left(\mathrm{i}\left(\frac{\mathrm{i}\Gamma}{2} + \omega_0 - \omega\right) t\right) \\
&= E_0 \frac{1}{-\frac{\Gamma}{2} + \mathrm{i}(\omega_0 - \omega)}
\end{aligned}$$

6b. Intensitätsspektrum

$$
\begin{aligned}
P(\omega) &= \left|E(\omega)\right|^2 \\
&= E_0^2 \frac{1}{\frac{\Gamma^2}{4} + \left(\omega_0 - \omega\right)^2}
\end{aligned}
$$

Die Maximale Intensität ist bei $\omega = \omega_0$. Die halbe Intensität ergibt sich bei

$$\left(\omega - \omega_0\right)^2 = \frac{\Gamma^2}{4},$$

Also bei $\left|\omega_0 - \omega\right| = \Gamma/2$. Die volle Halbwertsbreite ist somit:

$$\Delta\omega_{\mathrm{FWHM}} = \Gamma$$

6c. Cäsium

Bei Cäsium ist $\tau = 30\,\mathrm{ns}$, $\Gamma = 1/\tau$.

$$\Delta\nu = \frac{1}{2\pi\tau} = 5{,}3\,\mathrm{MHz}$$