

< Vorbereitung >

Name: Yuchang Sun
Datum: 17. Aug. 2021

• Drehimpuls in der QM.

1) Bahndrehimpuls. → Ursache: Drehung des Elektrons um Kern.

2) Spin → Ursache: Eigendrehimpuls von Elektron.

• Bahndrehimpuls, Spin des Elektrons.

\vec{L}

\vec{S}

• Magnetisches Moment

↙ Magnetisches Moment.

Wechselwirkungsenergie $\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

$$\boxed{\vec{L}} \langle n \rangle = -\frac{e}{2} \int \vec{r} \times \underbrace{\vec{j}_{\text{nem}}}_{\text{Bohr Magneton}} d^3r = -m \frac{e\hbar}{2m_e} \vec{e}_z$$

$$\vec{j}_{\text{nem}} = m \frac{q}{m_e} \frac{P_{\text{rot}}}{r \sin \theta} \vec{e}_\phi$$

$$\Rightarrow \vec{\mu}_L = \frac{\mu_B}{\hbar} \vec{L}$$

(Bahndrehimpuls, den eine Elektron auf ~~der~~ ~~ersten~~ ($n=1$) Bahn besitzt.)

Symmetrie des Atoms muss durch externe Magnetfeld ausgebrochen werden.
⇒ \vec{e}_z ausgezeichnet.

$$\boxed{\vec{S}} \vec{\mu}_S = g_S \frac{\mu_B}{\hbar} \vec{S}$$

Landé'sche g-Faktor für $\vec{S} \approx 2,00232$

• Landé Faktor.

$$\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$$

$$\vec{\mu}_J = g_J \frac{\mu_B}{\hbar} \vec{J} = \frac{\mu_B}{\hbar} (g_L \vec{L} + g_S \vec{S})$$

Landé-Faktor für Gesamtdrehimpuls.

Landé-Faktor für \vec{J} liegt zwischen 1 und 2
rein \vec{L} rein \vec{S}

g_J ist die Proportionalitätskonstante zwischen gemessener magnetischer Moment und die ~~Quanten~~ Drehimpulsquantenzahl.

↳ Nach klassischer Physik zu erwarten ist.

* (wikipedia / Zeeman-effect)

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

• Auswahlregeln, Termschemata, Termsymbole.

↳ Beschreibt Transition: Emission bzw. Absorption von Energie.

Hauptgeset: Absorption/Emission von EM-Strahlung ⇒ elektrischen Dipol

↳ Aufenthaltswahrscheinlichkeit in Überlagerungszustand ~~oszilliert~~ oszilliert
⇒ Gedämpft schwingende Dipol ⇒ Strahlung.

⇒ Auswahlregel: $\Delta J = 0, \pm 1$, Ausnahme: $J^{(1)} = 0 \nrightarrow J^{(2)} = 0$
 $\Delta M_J = 0, \pm 1$, " : $M_J^{(1)} = 0 \nrightarrow M_J^{(2)} = 0$ für $\Delta J = 0$.

Termchema: Zeichnet alle ~~für~~ mögliche Dissoziationsübergänge.

Termsymbol: $^{2S+1}L_J$ zur Kennzeichnung der Energieniveaus verwendet.
 Multiplicität

- Unterschied zwischen LS-Kopplung und JJ-Kopplung

Ref: Light-matter Interaction, Wendell T.H. II, III und Chi. H. Lee.
 Kapitel 2: The structure of multielectron Atom.

Hamiltonian: $H_0 = H_{\text{single}} + H_e + H_{LS}$
 Elektrostatik
 Wechselwirkungen zw. Elektronen.
 LS-Kopplung für jedes Elektron.

(LS-Kopplung): Gute Annäherung, wenn $H_e > H_{LS}$.

↳ Kopplung zw. $\sum L_i$ und $\sum S_i \Rightarrow |\vec{L} + \vec{S}| \Rightarrow |\vec{L} - \vec{S}|$
 $\Rightarrow J$ insgesamt Erhaltungsgröße. \Rightarrow

(JJ-Kopplung) Gute Annäherung, wenn $H_e < H_{LS}$.

- Elektrostatisches WW zw. Elektronen schwach
- Gesamtimpuls der einzelnen Elektronen wird gekoppelt.

$$\Rightarrow |\vec{j}_1 - \vec{j}_2| < J < |\vec{j}_1 + \vec{j}_2|$$

$\Rightarrow j_i$ einzelne Erhaltungsgröße

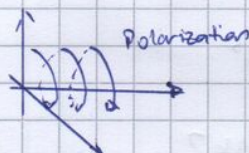
- ordentlicher und außerordentlicher Strahl bei Doppelbrechung.



$$n_0 = n_1 = n_2$$

$$n_a = n_3$$

- Zirkulare Polarisation und $\lambda/4$ Plättchen.



- $\lambda/4$ -Plättchen: Doppelbrechung,
- \Rightarrow optische Weglänge unterschiedlich zw. beiden Achsen.
- \Rightarrow Genau um $\lambda/4$ Verschiebung
- \Rightarrow Zirkular \rightarrow linear Polarisation

- Modellierung: Giniplot:

$$f(x) = m \cdot x + c$$

~~Fit "data.dat"~~ Fit $f(x)$ "data.dat" via m, c

Aufgaben.

① $g_{1 \rightarrow 2} := M_J^{(1)} g_J^{(1)} - M_J^{(2)} g_J^{(2)}$, $\Delta k = g_{1 \rightarrow 2} \cdot \frac{M_B B}{h c}$, $k = \frac{1}{\lambda}$

λ / nm	(1)	($S=0$) (normale)	(2)		$g_J^{(1)}$	$g_J^{(2)}$
643,9	5d 1D_2		5p 1P_1	(a)	1	1
508,6	6s 3S_1	($S=1$) (abnormale)	5p 3P_2	(b)	2	$3/2$
480,0	6s 3S_1	($S=1$) (abnormale)	5p 3P_1	(c)	2	$3/2$
467,8	6s 3S_1	($S=1$) (abnormale)	5p 3P_0	(d)	2	0

Frage: wie berechnet man g für $J=0$?

(a) $g_{1 \rightarrow 2}$

State 1 M_J	State 2 M_J	-2	-1	0	+1	+2
-1	-1	-1	0	+1	X	X
0	X	X	-1	0	+1	X
+1	X	X	X	-1	0	+1

(1D_2)

(b) $g_{1 \rightarrow 2}$

State 1 M_J	State 2 M_J	-1	0	1
-2	+1	X	X	X
-1	-1	-1,5	X	X
0	-2	0	0	2
+1	X	X	-2	$1/2$
+2	X	X	X	-1

(3S_1)

(c) $g_{1 \rightarrow 2}$

State 1 M_J	State 2 M_J	-1	0	+1
-1	-1	$3/2$	X	X
0	-2	X	X	2
+1	X	X	-2	$1/2$

(3P_1)

(d) $g_{1 \rightarrow 2}$

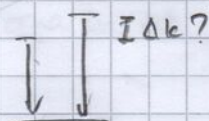
State 1 M_J	State 2 M_J	-1	0	+1
0	-2	0	2	

(3P_0)

② $\frac{\Delta}{\Delta \lambda} = \frac{k}{\Delta k} = \frac{1}{\lambda \Delta k}$

$g_{1 \rightarrow 2} = 1 \Rightarrow \frac{1}{643,9 \cdot 10^9} \cdot \frac{1}{10,2 \cdot 46,688} = 1,67 \cdot 10^5$

Frage: Was ist genau hier Δk ?



$\Rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 6,0 \cdot 10^{-6}$