

25)

a) Laut Angabe: Tm^{3+} $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{12} 5s^2 5p^6$

Zum Gesamtdrehimpuls tragen volle s, p, d, f-Unterschalen nicht bei ($L=0, S=0 \Rightarrow J=0$), d.h. relevant ist die Konfiguration $4f^{12}$.

Unterschale ist mehr als halb voll $\rightarrow J=L+S$

S maximieren: $S=1$

L maximieren: $L=5$

$J=L+S=6$ $\Rightarrow$ 3H_6 $\swarrow$ Triplett

b) $g = 1 + \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)} = 1,17$

$\omega_L = \frac{g \mu_B}{\hbar} B = 1,03 \text{ GHz}$

c) Im schwachen Magnetfeld: Aufspaltung nach den verschiedenen m_J , also $m_J = -6, -5, -4, \dots, 6$, d.h. 13 Subniveaus.

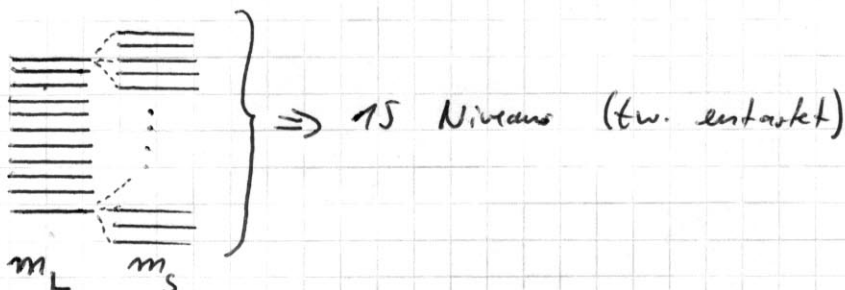
Im starken Magnetfeld: Aufbrechen der Spin-Bahn-Kopplung, d.h.

Aufspaltung nach L und S, $m_L = -5, -4, \dots, 4, 5$ (11 Niveaus) und

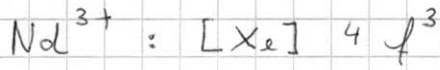
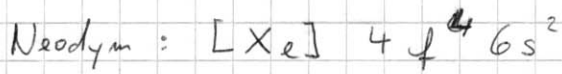
$S = -1, 0, 1$, daraus ergeben sich 15 Niveaus, siehe Skizzen

Im Gegensatz zum schwachen Feld ist im starken Feld die

Spin-Bahn-Wechselwirkung vernachlässigbar gegenüber der Zeeman-Energie.



26)



$f \hat{=} l = 3$, maximal $14e^-$

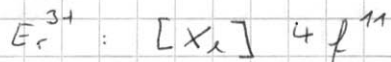
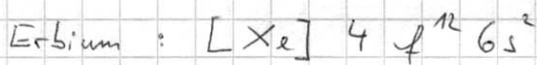
S maximum $S = \frac{3}{2}$

L maximum $L = 3 + 2 + 1 = 6$

$J = L - S = \frac{9}{2}$

↑
weniger als halbgefüllt.

$$g = 1 + \frac{J(J+1) - L(L+1) + S(S+1)}{2J(J+1)} = 0,73$$



$S = \frac{3}{2}$

$L = 6$

$J = L + S = \frac{15}{2}$

↑
mehr als halbgefüllt

$g = 1,2$

27) Titan $[Ar] 3d^2 4s^2$
 $\nwarrow \nearrow$
 aufsteigen

a) $3d^2$: 2 äquivalente Elektronen, mindestens 1 Quantenzahl muss unterschiedlich sein (Pauliprinzip)

$$l_1 = 2 \quad l_2 = 2 \quad s_1 = s_2 = \frac{1}{2}$$

Russel-Saunders: $L = 4, 3, 2, 1, 0$

$$S = 1, 0$$

m_{l_1}	m_{l_2}	m_{s_1}	m_{s_2}	M_L	M_S			
+2	+2	Pauli: $+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	4 ✓	0			
	+1	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	3 ✓	0	$0, \pm 1$		
	0	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	2 ✓	0	$0, \pm 1$		
	-1	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	1	0	$0, \pm 1$		
	-2	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	0	0	$0, \pm 1$		
+1	+1	Pauli: $+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	2			0	
	0	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	1 ✓			0	$0, \pm 1$
	-1	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	0 ✓			0	$0, \pm 1$
	-2	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	-1 ✓	0			$0, \pm 1$
0	0	Pauli: $+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0 ✓				0
	-1	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	-1		$0, \pm 1$	0	
	-2	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	-2 ✓	0	$0, \pm 1$		
-1	-1	Pauli: $+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-2 ✓			0	
	-2	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	-3 ✓	0	$0, \pm 1$		
-2	-2	Pauli: $+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-4 ✓	0			
						1G_4	${}^3F_{4,3,2}$	1D_2
								${}^3P_{2,1,0}$
								1S_0

b) Grundzustand: Hund'sche Regeln

$3d^2$

- Spin maximieren : $S=1$

- L maximieren : $L=3$

- $J = L - S$: $J=2$

↑
weniger als halb gefüllt

$3F_2$

c) $3d^1 4s^1 4d^1 5s^1$ alle Elektronen äquivalent:

$l_1=2 \quad l_2=0 \quad l_3=2, l_4=0$

$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \dots, 0$

$L = 4, 3, 2, 1, 0$

$S = 2, 1, 0 \quad (4e^- \text{ mit } S=\frac{1}{2})$

alle Möglichkeiten umfasst:

	$S=0$	$S=1$	$S=2$
$L=0$:	$1S_0$	$3S_1 (*)$	$5S_2 (*)$
$L=1$:	$1P_1$	$3P_{2,1,0}$	$5P_{3,2,1} (*)$
$L=2$:	$1D_2$	$3D_{3,2,1}$	$5D_{4,3,2,1,0}$
$L=3$:	$1F_3$	$3F_{4,3,2}$	$5F_{5,4,3,2,1}$
$L=4$	$1G_4$	$3G_{5,4,3}$	$5G_{6,5,4,3,2}$

(*) Multiplizität nicht voll entwickelt

28) Stickstoff: $1s^2 2s^2 2p^3$

a) Grundzustand:

$$S = \frac{3}{2} \Rightarrow L = 0$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ m_s \quad -1 \quad 0 \quad 1 \end{array}$$

$$\Rightarrow g = S \Rightarrow g = 2$$

Verschiebung der g -Faktoren durch Spin-Bahn-Kopplung hier nicht gegeben, da $L=0$

b)

$$W_{HF} = A \cdot g_L \cdot g_S, \text{ d.h.}$$

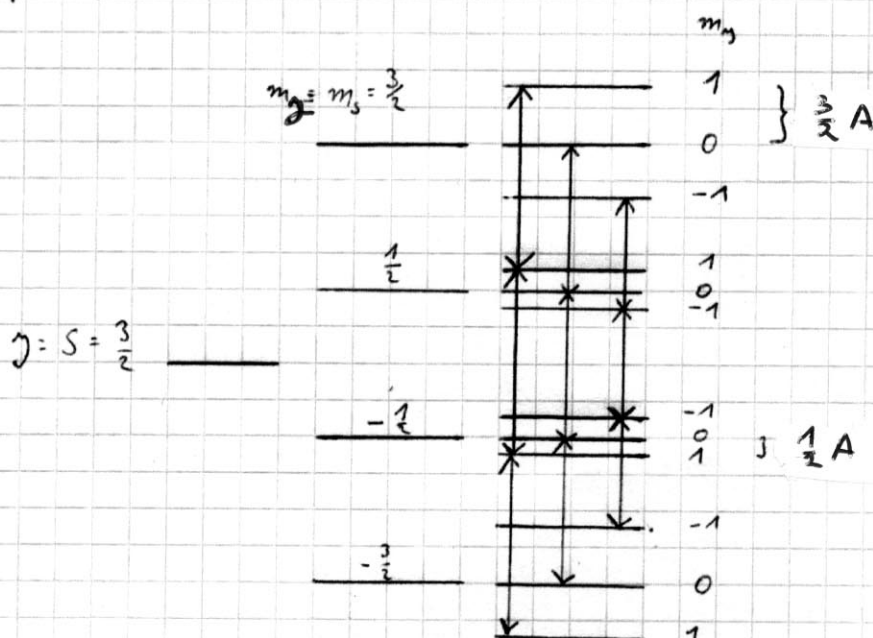
$$\text{bei } J=1 \rightarrow m_J = -1, 0, +1$$

$$J = \frac{1}{2} \rightarrow m_J = -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$$

Aufspaltung in 3 Linien

Man sieht ^{14}N . (Häufigkeit von $^{14}\text{N} = 0,37\%$)

c) ($A > 0$)



Jeweils 3 der 9 Übergänge fallen zusammen.