

29)

a) Spindrehimpuls

$$\text{Betrag: } |\vec{S}| = \sqrt{\hbar^2 s(s+1)} = \sqrt{\frac{3}{4}} \hbar$$

Bahndrehimpuls

$$|\vec{L}| = \sqrt{\hbar^2 l(l+1)} = \sqrt{2} \hbar$$

z-Komponenten haben mehrere Einstellungsmöglichkeiten:

$$S_z = m_s \hbar = \pm \frac{1}{2} \hbar$$

$$S_z < |\vec{S}|$$

$$L_z = m_l \hbar = 0, \pm \hbar$$

$$L_z < |\vec{L}|$$

b)

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

$$j = l + s, \dots, |l - s| = \frac{3}{2}, \frac{1}{2}$$

$$|\vec{J}| = \sqrt{\hbar^2 j(j+1)} = \sqrt{\frac{15}{4}} \hbar, \sqrt{\frac{3}{4}} \hbar$$

$$m_j \text{ für } j = \frac{3}{2} : m_j = -\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{2}$$

$$J_z \text{ für } j = \frac{3}{2} : J_z = -\frac{3}{2} \hbar, -\frac{1}{2} \hbar, \frac{1}{2} \hbar, \frac{3}{2} \hbar$$

$$m_j \text{ für } j = \frac{1}{2} : m_j = \pm \frac{1}{2}$$

$$J_z \text{ für } j = \frac{1}{2} : J_z = \pm \frac{1}{2} \hbar$$

c) Natrium-D-Linien

Übergänge von entweder $3p_{\frac{1}{2}}$ oder $3p_{\frac{3}{2}}$ nach $3s_{\frac{1}{2}}$

$3p$ entspricht obiger Struktur mit $l=1, s=\frac{1}{2}$, und es ergeben sich zwei Kopplungsvarianten für j .

Siehe Aufgabe 23 (Blatt 6)

30)

a)

K-Schale: $n=1$ $l=0$ $\rightarrow 2e^-$ L-Schale: $n=2$ $l=0,1$ $\rightarrow 8e^-$ 3s-Unterschale $\rightarrow 2e^-$ " $\frac{1}{2}$ " 3p-Unterschale $\rightarrow 3e^-$ $\Sigma 15e^-$ $\Rightarrow$ Phosphor

b)

K

 $2e^-$

L

 $8e^-$

M

 $n=3$ $l=0,1,2$ $18e^-$

4s

2

4p

6

4d

10

 $\Sigma 46e^-$ $\Rightarrow$ Palladium

31) a) $^2S_{1/2}$ spaltet im B-Feld in 2 Niveaus auf:

$$E = g \mu_B m_s B \quad m_s = \pm \frac{1}{2}$$

$$E_1 = + \mu_B B \quad E_2 = - \mu_B B$$

b)

$$N_1 = A \cdot e^{-E_1/k_B T} \quad N_2 = A \cdot e^{-E_2/k_B T}$$

$$N = N_1 + N_2 = A \left(e^{-\frac{E_1}{k_B T}} + e^{-\frac{E_2}{k_B T}} \right)$$

$$\Rightarrow A = \frac{N}{e^{-\frac{E_1}{k_B T}} + e^{-\frac{E_2}{k_B T}}}$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{e^{-\frac{E_1}{k_B T}}}{e^{-\frac{E_1}{k_B T}} + e^{-\frac{E_2}{k_B T}}} = \frac{e^{-\mu_B B/k_B T}}{e^{-\frac{\mu_B B}{k_B T}} + e^{\frac{\mu_B B}{k_B T}}} = \frac{1}{1 + e^{\frac{2\mu_B B}{k_B T}}}$$

$$\frac{N_2}{N} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{2\mu_B B}{k_B T}}} \quad \text{mit} \quad \frac{2\mu_B B}{k_B T} = \frac{2 \cdot 9,27 \cdot 10^{-24} \cdot 1}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 1} = 1,34$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N} = 0,21 \quad \frac{N_2}{N} = 0,79$$

c) Besetzungsdichten ändern sich nicht:

$$\frac{2\mu_B B_1}{k_B T_1} = \frac{2\mu_B B_2}{k_B T_2}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{1T}{1K} = \frac{1mT}{1mK}$$

32)

$$a) \left. \begin{array}{l} \Delta E \cdot \Delta t \approx \frac{\hbar}{2} \\ \Delta t = 10 \text{ ns} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta E \approx \frac{\hbar}{2 \cdot 10 \text{ ns}} \approx 0,5 \cdot 10^{-26} \text{ J} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ eV}$$

$$E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$\left| \frac{\Delta E}{E_2} \right| = \left| \frac{3,3 \cdot 10^{-8} \cdot 4}{-13,6} \right| = 1 \cdot 10^{-8} \quad (\Delta E \ll E_2)$$

$$b) E_1 - E_2 = -13,6 \text{ eV} \left(1 - \frac{1}{4} \right) = -10,2 \text{ eV}$$

$$P_{\text{photon}} = P_P = \frac{E}{c} = \frac{10,2 \text{ eV}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{eVs}}{\text{m}} = 5,44 \cdot 10^{-22} \text{ Hz}$$

$$P_P \stackrel{!}{=} P_H \rightarrow v_H = \frac{P_P}{m_H} = 3,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$