

Blatt 9

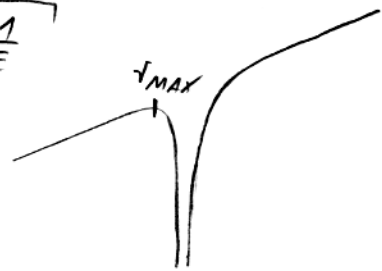
Aufgabe 29:

- a) Das Gesamtpotential V setzt sich zusammen aus Coulombpotential und Potential des elektrischen Feldes E :

$$V = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r} - e E r$$

Maximum von V bei: $\frac{dV}{dr} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} - e E \stackrel{!}{=} 0$

$$\Rightarrow r_{\text{MAX}} = \sqrt{\frac{e}{4\pi\epsilon_0} - \frac{1}{E}}$$



$$V_{\text{MAX}} = V(r_{\text{MAX}}) = -2e \sqrt{\frac{E \cdot e}{4\pi\epsilon_0}}$$

Ionisierung, wenn: $E_n = -R_y \frac{1}{n^2} \stackrel{!}{=} -2e \sqrt{\frac{E \cdot e}{4\pi\epsilon_0}} \quad (n=50)$

$$\Rightarrow E = \frac{R_y^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}{4 \cdot e^3 \cdot n^4} = \frac{R_y^2}{n^4} \cdot \frac{\pi \epsilon_0}{e^3} = 5142 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 51,4 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

b) $r = n^2 a_0 = 1325 \text{ \AA} = 0,1325 \mu\text{m}$

maximales Dipolmoment: $P_{\text{el}} \approx e \cdot r = n^2 e a_0 = 2,12 \cdot 10^{-26} \text{ Cm}$

c) $P_{\text{el}} E = R_y \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right) \Rightarrow E = 1529,4 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 15,3 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$

Aufgabe 30:

a) $^2P_{3/2}$ Term: $J = \frac{3}{2}$; $I = \frac{3}{2} \Rightarrow F = 0, 1, 2, 3$

$^2S_{1/2}$ Term: $J = \frac{1}{2}$; $I = \frac{3}{2} \Rightarrow F = 1, 2$

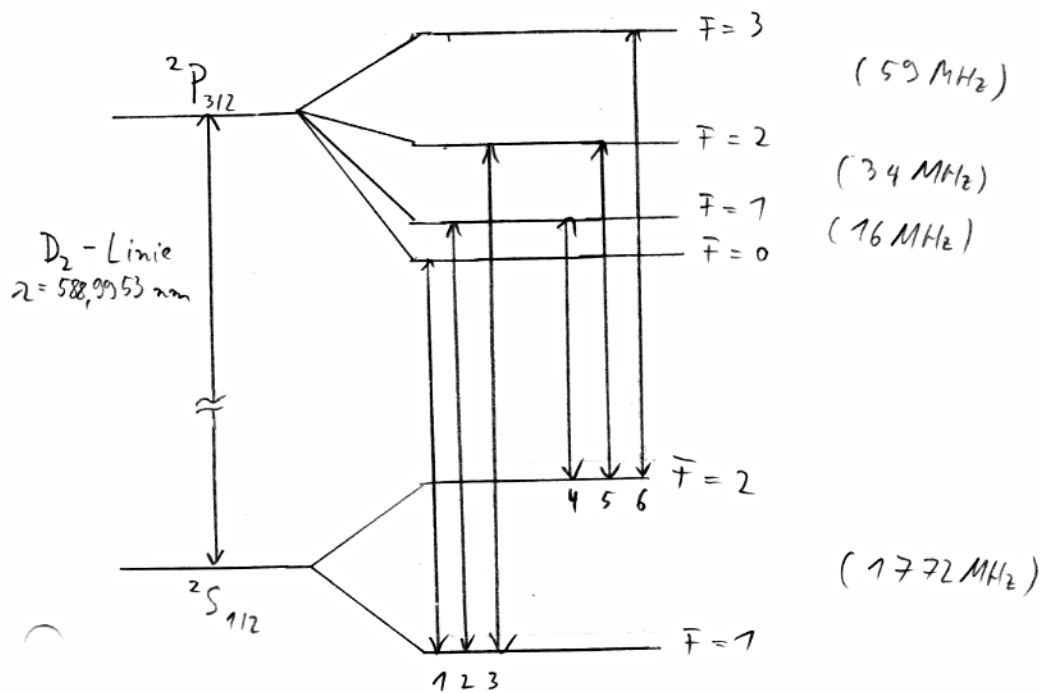
$$W_{HF} = \frac{1}{2} A \hbar^2 (F(F+1) - I(I+1) - J(J+1)) \quad \left. \vphantom{W_{HF}} \right\} \text{ s. Aufgabe 25}$$
$$\Delta W_{HF} = A \hbar^2 F$$

$J = \frac{3}{2} ; I = \frac{3}{2} : \frac{W_{HF}}{A \hbar^2} = \frac{1}{2} (F(F+1) - \frac{15}{4} - \frac{15}{4}) = \frac{F}{2} (F+1) - \frac{15}{4}$

F	$W_{HF} [A \hbar^2]$	
0	$0 - \frac{15}{4} = -\frac{15}{4}$	} $\Delta W_{HF} = A \hbar^2$
1	$1 - \frac{15}{4} = -\frac{11}{4}$	
2	$3 - \frac{15}{4} = -\frac{3}{4}$	} $\Delta W_{HF} = 2 A \hbar^2$
3	$6 - \frac{15}{4} = +\frac{9}{4}$	

$J = \frac{1}{2} ; I = \frac{3}{2} : \frac{W_{HF}}{A \hbar^2} = \frac{1}{2} (F(F+1) - \frac{15}{4} - \frac{3}{4}) = \frac{F}{2} (F+1) - \frac{9}{4}$

F	$W_{HF} [A \hbar^2]$
1	$1 - \frac{9}{4} = -\frac{5}{4}$
2	$3 - \frac{9}{4} = +\frac{3}{4}$



elektrische Dipolstrahlung
 für $\Delta F = 0, \pm 1$

- b) Die relative Intensität eines Überganges kann aus der Anzahl der beteiligten Zustände abgeschätzt werden

Linie : Anzahl der Zustände

1	3
2	$3 \cdot 3 = 9$
3	$3 \cdot 5 = 15$
4	$5 \cdot 3 = 15$
5	$5 \cdot 5 = 25$
6	$5 \cdot 7 = 35$

$\Rightarrow$ Der Übergang 6 ist am stärksten.

Aufgabe 31:

Die elektrische Dipolübergänge sind aufgrund der Parität (Invarianz) gegenüber Inversion verboten.

magn. Dipolübergänge: $\Delta J = 0, \pm 1$; nicht $0 \leftrightarrow 0$: $^5I_8 \rightarrow ^5I_7, ^3K_8, ^3K_2$

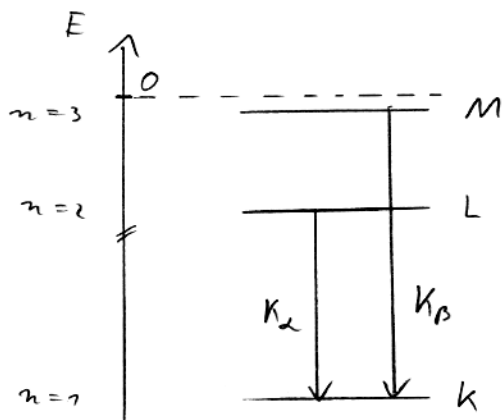
elektrische Quadrupolübergänge: $\Delta J = 0, \pm 1, \pm 2$; nicht $0 \leftrightarrow 0$:

$^5I_8 \rightarrow ^5I_{7,6}, ^3K_{8,7}, ^5G_6, ^3H_6 \dots$;

strikte LS-Kopplung ($\Delta S = 0$, keine Quintett-Triplett-Übergänge: $\Delta L = 0, \pm 1, \pm 2$)

Aufgabe 32

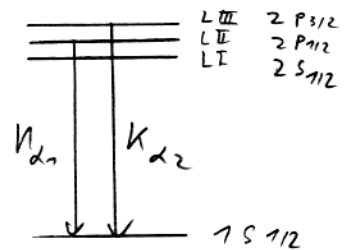
Spektrum: K_α, K_β : charakteristische Linien für das jeweilige Element.



für Ag:
- 0,53 keV

- 3,56 keV } genau

- 25,57 keV



$$\lambda_{\min}: W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2 = W_{\text{pot}} = eU$$

$$\Rightarrow W_{\text{kin}} = h\nu \Leftrightarrow eU = h \frac{c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

$$\text{mit } eU = 35 \text{ keV: } \underline{\underline{\lambda_{\min} = 35,5 \text{ pm}}}$$

$\lambda_{\min}$ ist unabhängig vom Element der Anode, bis auf den Unterschied in der Austrittsarbeit.

$$\frac{hc}{\lambda_{K_\alpha}} = |\Delta W_{LH}| \Rightarrow \lambda_{K_\alpha} = \frac{hc}{(25,57 - 3,56) \text{ keV}} = \underline{\underline{56,6 \text{ pm}}}$$

$$\frac{hc}{\lambda_{K_\beta}} = |\Delta W_{MH}| \Rightarrow \lambda_{K_\beta} = \frac{hc}{(25,57 - 0,53) \text{ keV}} = \underline{\underline{49,7 \text{ pm}}}$$