

1)

$$b) \quad H_{S-B} = \tau_E(L, S) \vec{L} \cdot \vec{S}$$

$$\Delta E(L, S) = \tau_E(L, S) \langle \psi_J^{m_J}, \vec{L} \cdot \vec{S}, \psi_J^{m_J} \rangle$$

$$J^2 = (L+S)^2 = L^2 + 2\vec{L} \cdot \vec{S} + S^2 \Rightarrow \vec{L} \cdot \vec{S} = (J^2 - L^2 - S^2) \frac{1}{2}$$

1. Ordnung Störungstheorie:

(Keine Entartung in der Bahn-
quantenzahl wegen Zeemaneffekt,keine Entartung in der Spinquantenzahl
wegen Feinstruktur)

$$\Rightarrow \Delta E = \tau_E \langle \psi_J^{m_J}, \vec{L} \cdot \vec{S}, \psi_J^{m_J} \rangle = \tau_E \frac{1}{2} \langle \psi_J^{m_J} | J^2 - S^2 - L^2 | \psi_J^{m_J} \rangle$$

$$= \frac{\tau_E}{2} (J(J+1) - S(S+1) - L(L+1))$$

$$S = \sum_{\text{Elektronen}} s_i$$

$$L = \sum_i l_i, \quad J = \sum_i j_i$$

a)

$$H_Z = -\mu_B (L_Z + 2S_Z) B$$

$$\longleftarrow J_Z + S_Z$$

Störungstheorie nicht entartet liefert

$$\Delta E = \langle \psi_j^m | H_Z | \psi_j^m \rangle$$

$$= -\mu_B B \langle \psi_j^m | J_Z + S_Z | \psi_j^m \rangle$$

Formel (3) auf Blatt:

$$\langle \alpha' j m' | A_k | \alpha j m \rangle = \frac{\langle \alpha' j m' | \vec{J} \cdot \vec{A} | \alpha j m \rangle}{j(j+1)} \langle j m' | J_k | j m \rangle$$

Wähle $A_k = S_z$:

$$\Rightarrow \langle \psi_j^m | S_z | \psi_j^m \rangle = \frac{\langle \psi_j^m | \vec{J} \cdot \vec{S} | \psi_j^m \rangle}{j(j+1)} \langle \psi_j^m | J_z | \psi_j^m \rangle$$

$$\Rightarrow \langle \psi_j^m | S_z | \psi_j^m \rangle = \frac{\langle \psi_j^m | \frac{1}{2} [(\vec{J}-\vec{S})^2 - \vec{J}^2 - \vec{S}^2] | \psi_j^m \rangle}{j(j+1)}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} [l(l+1) - j(j+1) - s(s+1)]}{j(j+1)} \cdot m \cdot \underbrace{\langle \psi_j^m | J_z | \psi_j^m \rangle}_{= m}$$

$$\Rightarrow \Delta E = -\mu_B B \langle \psi_j^m | J_z + S_z | \psi_j^m \rangle$$

$$= -\mu_B B \underbrace{\langle \psi_j^m | J_z | \psi_j^m \rangle}_{= m} + \frac{1}{2} [l(l+1) - j(j+1) - s(s+1)] \cdot m \cdot (-\mu_B B)$$

$$= -\mu_B B \left(m + \frac{1}{2} [l(l+1) - j(j+1) - s(s+1)] \right)$$