

Übungen zur Modernen Experimentalphysik II

Festkörperphysik im WS 2021/2022

Übungsblatt 12. Besprechung am 10. Februar 2022

Aufgabe 12.1) Hund'sche Regel – Herleitung

Betrachtet wird Atomschale eines Atoms mit einem Bahnmoment l (wenn $l = 0$, handelt es sich um eine s -Schale, $l = 1$ bedeutet eine p -Schale usw., wobei die l -Schale $(2l+1)$ -Orbitale-Zustände und zwei Spins pro Orbital hat).

Nehmen wir an, dass die Atomschale gefüllt ist mit n Elektronen. Leiten Sie eine allgemeine Formel für S , L , und J als Funktion von l und n unter Berücksichtigung der Hund'schen Regeln her.

[2 Punkte]

Aufgabe 12.2) Hund'sche Regel – Anwendung

Bestimmen Sie mit Hilfe der Hund'schen Regeln unter Berücksichtigung der Aufbau Prinzip, L , S , and J für folgende Kationen:

- a) Eisen (Fe) Kation – Fe^{2+} – Ordnungszahl = 26
- b) Vanadium (V) Kation – V^{4+} – Ordnungszahl = 23
- c) Ytterbium (Yb) Kation – Yb^{3+} – Ordnungszahl = 70
- d) Samarium (Sm) Kation – Sm^{3+} – Ordnungszahl = 62

[2 Punkte]

Aufgabe 12.3) Para- und Diamagnetismus

Mangan (Mn, Ordnungszahl = 25) hat als Gas ein Dampfdruck von 10^5 Pa bei 2000 K. Nehmen Sie für diese Aufgabe an, dass es sich hier um ein ideales Gas handelt.

- a) Bestimmen Sie L , S and J für ein Mangan Atom. Ermitteln Sie den paramagnetischen Beitrag zur Curie-Suszeptibilität für Mangan-Gas-Atome bei 2000 K.
- b) Die Mangan Atome liefern einen zusätzlichen diamagnetischen Beitrag zur Curie-Suszeptibilität für Elektronen in den Kernorbitalen. Bestimmen Sie den Larmor-Diamagnetismus für Mangan-Gas-Atome bei 2000 K. [Der Atomradius von Mangan beträgt $[1 \text{ \AA}]$.

[3 Punkte]

Aufgabe 12.4) Spin J Paramagnet

Der Hamiltonian eines nicht-wechselwirkenden Systems aus Spin- J -Atomen ist gegeben durch:

$$\mathcal{H} = \tilde{g}\mu_B \mathbf{B} \cdot \mathbf{J}$$

- a) Bestimmen Sie die Magnetisierung als Funktion von B (Magnetfeld) und T (die Temperatur).
- b) Zeigen Sie, dass für die Suszeptibilität gilt:

$$\chi = \frac{n\mu_0(\tilde{g}\mu_B)^2}{3} \frac{J(J+1)}{k_B T}$$

[n ist Dichte der Spins]

[3 Punkte]