

Übungen zur Vorlesung Festkörperphysik 2 WS 2019/20

Serie 2

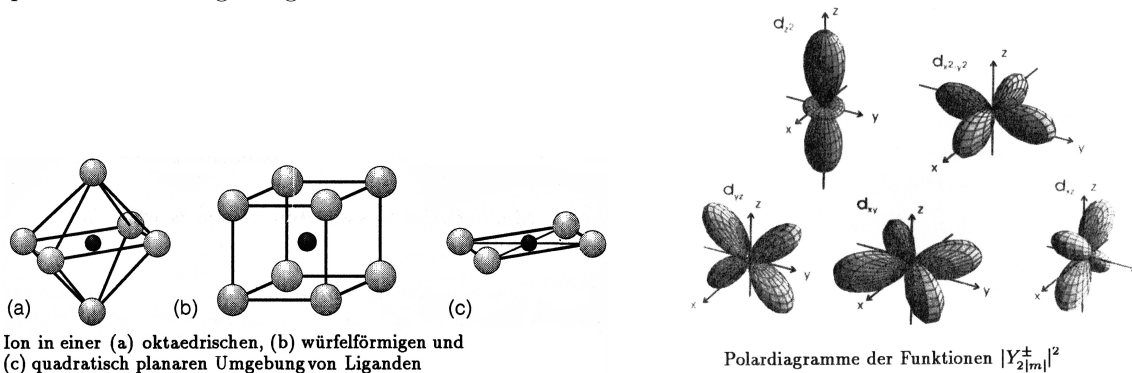
Aufgabe 1 aus den Zulassungsaufgaben zum Graduiertenstudium einer US-Uni

Beschreiben Sie jedes der folgenden Phänomene (nicht die zugrundeliegenden Mechanismen) mit einem Satz!

- (a) Raman-Effekt (b) Ramsauer-E. (c) Kerr-E. (d) Faraday-E. (e) Paschen-Back-E.

Aufgabe 2 Kristallfeldaufspaltung

Unter Vernachlässigung von LS -Kopplung, einer guten Näherung für nicht zu schwere Atome, sind für ein gegebenes L alle Zustände bezüglich m_L entartet. Erzeugen aber Liganden ein elektrisches Feld am Ort des Atoms, so kann die Entartung ganz oder teils aufgehoben werden. Wegen der Coulombabstoßung unter den Elektronen liegt ein Zustand des Atoms umso niedriger, je weniger seine Wellenfunktion mit den Liganden überlappt. Betrachten Sie d -Orbitale (d_{z^2} , $d_{x^2-y^2}$, d_{yz} , d_{xy} , d_{xz}) in einer tetraederischen Umgebung! Welche Orbitale bleiben miteinander entartet, welche werden gegeneinander verschoben? Beantworten Sie die gleiche Frage für den Fall einer planar quadratischen Umgebung!



Aufgabe 3 Spinnmagnetismus von Übergangsmetallionen

(a) Bestimmen Sie mit Hilfe der Hundschen Regeln die Termbezeichnungen für den Grundzustand der $3d$ -Ionen V^{4+} , Ti^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{3+} , Cu^{2+} und Cu^{+} !

(b) Berechnen Sie den g -Faktor und das effektive magnetische Moment der Ionen Ti^{2+} , Cr^{3+} und Cu^{2+} ! Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit den experimentellen Daten $\mu_{exp} = 2.8, 3.8$ und $1.9 \mu_B$! Wie fällt die Übereinstimmung aus, wenn Sie annehmen, dass das Kristallgitter den Bahndrehimpuls "auslöscht", i. e. $L = 0$?

Aufgabe 4 Zweizustandssystem

(a) In einem Kristallfeld sei der Bahndrehimpuls L des paramagnetischen Ions Cu^{2+} gelöscht, $L = 0$. (Das Ion befinde sich im elektronischen Grundzustand.) Übrig bleibt ein Gesamtdrehimpuls $J = S = 1/2$. In einem Magnetfeld B kann das Ion nur zwei Energiewerte annehmen, $\pm \frac{1}{2} g \mu_B B$. Berechnen Sie das mittlere magnetische Moment $\langle \mu_z \rangle$, das sich in diesem Magnetfeld ergibt! Zur übersichtlichen Notation der Lösung verwenden Sie bitte den dimensionslosen Parameter $\eta = \frac{g \mu_B B}{k_B T}$!

(b) Die Magnetisierung $M = N/V \langle \mu_z \rangle$ (N/V ist die Teilchendichte) einer Substanz, deren magnetische Eigenschaften von den oben genannten Ionen bestimmt sind, hängt für $|\eta| \ll 1$ linear von B ab und nähert sich für $|\eta| \gg 1$ asymptotisch einem Sättigungswert. Berechnen Sie das Verhältnis B/T , bei dem die Magnetisierungskurve von linearen zum gesättigten Bereich übergeht! Wie groß darf B demnach bei $T = 4.2$ K maximal gewählt werden, ohne dass die Magnetisierung in den Sättigungsbereich gerät? Und wie groß bei Zimmertemperatur?