

Name: \_\_\_\_\_

Einführung in die Festkörperphysik 2  
Sommersemester 2009  
10. Übungsblatt

Prof. Dr. W. Kuch

Abgabe: Montag, 29.06.09 (10 Uhr)  
(Einwurf in Kasten zwischen R. 1.2.40 und 1.2.38)

**27. Molekularfeldtheorie**

(4 Punkte)

In der Molekularfeldnäherung wird die Wechselwirkung zwischen benachbarten atomaren Momenten dadurch beschrieben, indem das externe Feld  $H$  durch das effektive Feld  $H + \lambda M$  ersetzt wird. Führen Sie ausgehend von Paramagnetismus im Argument der Langevin-Funktion diese Substitution durch. Man erhält eine transzendente Gleichung in  $M$ .

- a) Zeigen Sie graphisch, dass für  $H = 0$  in einem bestimmten Bereich der Temperatur Lösungen mit  $M \neq 0$  existieren. Tragen Sie dazu die linke und rechte Seite der transzendenten Gleichung jeweils als  $M(\alpha)$  über  $\alpha$  auf, wobei  $\alpha = \frac{\mu_0 \mu_{\text{at}} (H + \lambda M)}{k_B T}$ .
- b) Bestimmen Sie aus der Anfangssteigung der Langevin-Funktion die maximale Temperatur  $T_C$ , bei der für  $H = 0$  eine nichtverschwindende Lösung für  $M$  existiert. Schätzen Sie daraus für Eisen mit  $T_C = 1063 \text{ K}$ ,  $\mu_{\text{at}} = 2.2 \mu_B$  und  $\rho_{\text{at}} = 8.54 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$  den Molekularfeldparameter  $\lambda$  ab. Welchem effektiven Feld entspricht damit  $\lambda M$  bei  $T = 0$ ?

**28. Magnetische Resonanz**

(4 Punkte)

Nützen Sie die Analogie zwischen mechanischen Drehbewegungen und der Interpretation von atomaren magnetischen Momenten als quantenmechanische Drehimpulse, um die Präzessionsfrequenz  $\omega$  eines magnetischen Dipolmoments  $\vec{m}$  in einem externen Feld  $\vec{H}$ , das unter einem Winkel  $\vartheta \neq 0$  zu  $\vec{m}$  steht, herzuleiten. Benutzen Sie dazu, dass man aus der Energie eines magnetischen Dipols im externen Feld  $\vec{H}$  das Drehmoment  $\vec{D}$ , das durch das Feld auf das magnetische Moment  $\vec{m}$  wirkt, als  $\vec{D} = \mu_0 \vec{m} \times \vec{H}$  erhält. Zeigen Sie, dass

$$\omega = \frac{\mu_0 e g}{2m_e} H.$$

**29. Landéscher g-Faktor**

(4 Punkte)

In magnetischen Resonanzexperimenten (sh. Aufgabe 28) misst man in Festkörpern g-Faktoren  $\geq 2$ , während der g-Faktor, wie er in der Vorlesung definiert wurde,  $\leq 2$  sein muss. Diese Diskrepanz lässt sich damit erklären, dass in magnetischen Resonanzexperimenten der Bahndrehimpuls der Elektronen durch einen entgegengesetzten Drehimpuls des Gitters kompensiert wird. Es gilt hier also  $g_\ell L_z + g_s S_z = g S_z$ , während in der Vorlesung  $g_\ell L_z + g_s S_z = g' J_z$ . Bestimmen Sie das Verhältnis von magnetischem Bahnmoment  $g_\ell L_z \mu_B$  zu Spinmoment  $g_s S_z \mu_B$  für im magnetischen Resonanzexperiment gemessenes  $g = 2.1$ . Wie groß ist hierfür  $g'$ ? (Annahme: mehr als halb gefüllte Schale.)