

8. Übung (Abgabe Di. 3. Januar 2012 zu Beginn der Vorlesung oder spätestens bis 16:00 im Briefkasten im Sekretariat bei Frau Badow)

27. Magnetisierung nahe bei T_C

Für $T \rightarrow T_C$ ($T < T_C$) geht die Magnetisierung stetig gegen null ($M \rightarrow 0$). Zeigen Sie, dass für Spin $J = 1/2$ in der Molekularfeld-Näherung gilt:

$$M(T) \cong \sqrt{3} \frac{N}{V} \mu \left(\frac{T_C - T}{T_C} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{für } \frac{T_C - T}{T_C} \ll 1.$$

- (a) Beweisen Sie zunächst, dass $\tanh(x) = x - \frac{1}{3}x^3$ für $x \rightarrow 0$.
- (b) Berechnen Sie nun die Magnetisierung für $J = 1/2$ in der Molekularfeldnäherung für $T \rightarrow T_C$, indem Sie den Ansatz $M = N\mu B_J(x)$ verwenden ($x = \mu B_0/kT$) und in der Brillouin-Funktion $B_J(x)$ das äußere Feld B_0 durch das Molekularfeld $B_{\text{eff}} = \mu_0 \lambda M$ ersetzen.

(4 Punkte)

28. Magnetisierung in der Nähe von $T = 0$ K

Für $T \rightarrow 0$ K geht die Magnetisierung stetig gegen die Sättigungsmagnetisierung M_s . Zeigen Sie, dass für Spin $J = 1/2$ die Molekularfeld-Näherung (fälschlicherweise) voraussagt, dass die spontane Magnetisierung exponentiell vom Sättigungswert abweicht, d.h.

$$[M_s - M(T)] \propto e^{-2\frac{T_C}{T}}, \quad \text{für } T \rightarrow 0 \text{ K.}$$

Hinweis: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.

(4 Punkte)

Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung: Energiebänder im Halbleiter (0 Punkte)

- (a) Welches Vorzeichen hat im Γ -Punkt die effektive Masse m^* von Elektronen, die sich im Leitungsband (m_L^*) und im Valenzband (m_V^*) in der nebenan gezeichneten parabolischen Bandstruktur befinden? Welche der beiden effektiven Massen ist vom Betrag größer? (2 P)
- (b) Wie unterscheiden sich bezüglich ihrer Bandstruktur indirekte Halbleiter von direkten Halbleitern, und welche Auswirkung hat das auf eine optische Absorptionsmessung? (2 P)

