

**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: Beweisen Sie zunächst, dass  $\tanh(x) = 1 - 2e^{-2x}$  für  $x \rightarrow \infty$ . Gehen Sie dann ähnlich vor wie in Aufgabe 27.*

(4 Punkte)

**Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung: Energiebänder im Halbleiter (0 Punkte)**

- (a) Welches Vorzeichen hat im  $\Gamma$ -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)

