Übungen zur Vorlesung PC V:
Physikalische Chemie der Festkörper

M. Börsch · Telefon 64632 · m.boersch@physik.uni-stuttgart.de
N. Kapernaum · Raum 9-104 · Telefon 64458 · n.kapernaum@ipc.uni-stuttgart.de

Übungsblatt 8 **19. / 20. 1.2010 (am Mittwoch um 11.15 in 55.03)**

Aufgabe 24 (Sandro Hartter / Nicoals Mayer)
Zeigen Sie, dass für die Langevin-Funktion $L = \coth a - \frac{1}{a}$ mit $a = \frac{\mu_0 E}{kT}$ gilt: $L \approx \frac{1}{3}a$ für $\mu_0 E << kT$.
Beginnen Sie mit der Reihenentwicklung von:

$$\coth a - \frac{1}{a} = \frac{e^a + e^{-a}}{e^a - e^{-a}} - \frac{1}{a}$$

Aufgabe 25 (Sandro Hartter / Norbert Schäfer)

a) Weisen Sie nach, daß im Falle einer Debye-Relaxation die Dispersion $\chi'(\ln\omega)$ einen Wendepunkt und die Absorption $\chi''(\ln\omega)$ ein Maximum bei $\omega = \tau^{-1}$ aufweist.

b) Zeigen Sie ferner, wie die Halbwertsbreite $\Delta\omega_{HW}$ des Absorptionspeaks von der Relaxationszeit τ abhängt.

Aufgabe 26 (Tobias Steiner / Sarah Löwy)
In der Landauschen Theorie der Ferroelektrizität wird die Freie Energiedichte $\widehat{F}$ eines ferroelektrischen Kristalls im einfachsten Fall durch eine Reihenentwicklung nach der elektrischen Polarisation P:

$$\widehat{F} = \widehat{F}_0 + \frac{1}{2}\alpha\,(T - T_C)\,P^2 + \frac{1}{4}bP^4 - PE$$

beschrieben. Darin bezeichnen $\widehat{F}_0$, α und b konstante temperaturunabhängige Koeffizienten. Im hier angenommenen Fall eines Phasenübergangs 2. Ordnung in die ferroelektrische Phase bei der Temperatur $T = T_C$ sind α und b positiv. Der letzte Term $-PE$ beschreibt die Wechselwirkung zwischen der Polarisation P und einem externen elektrischen Feld E.

a) Warum werden bei Abwesenheit eines äußeren elektrischen Feldes ($E = 0$) in der Reihenentwicklung nur gerade Potenzen berücksichtigt?

b) Zeigen Sie, daß auch in Abwesenheit eines externen elektrischen Feldes bei Temperaturen unterhalb T_C eine (spontane) elektrische Polarisation gemäß:

$$P_S = 0 \text{ für } T > T_C$$

$$P_S = \pm\sqrt{-\frac{\alpha\,(T - T_C)}{b}} \text{ für } T \le T_C$$

resultiert. Skizzieren Sie $P_S(T)$.

Bitte wenden!

c) Zeigen Sie ferner (durch implizite Differentiation), daß die elektrische Suszeptibilität $\chi = (\partial P_S / \partial E)_T$ im Grenzfall kleiner Felder $E \to 0$ einem Curie-Weiss-Verhalten gemäß:

$$\chi = \frac{1}{\alpha\,(T - T_C)} \text{ für } T > T_C$$

$$\chi = \frac{1}{-2\alpha\,(T - T_C)} \text{ für } T \leq T_C$$

gehorcht. Skizzieren Sie $\chi(T)$.