

# Statistische Physik I

## 5. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 12. Mai 2011, vor der Vorlesung

### 13.† Landau-Theorie (7 Punkte)

Landau folgend schreibt man die relevante freie Energie unter der Annahme, dass man sie in der Nähe des kritischen Punktes in eine Taylorreihe in den kleinen Größen  $t \equiv (T - T_c)/T_c \rightarrow 0$  und  $h \rightarrow 0$  entwickeln kann, generell in der Form

$$\mathcal{L} = at\psi^2 + b\psi^4 - h\psi \quad (a, b > 0).$$

Der Ordnungsparameter  $\psi$  beschreibt die beim Phasenübergang auftretende neue Qualität (z.B. spontane Magnetisierung, Higgsfeld, ...).

- Skizzieren Sie  $\mathcal{L}$  als Funktion von  $\psi$  für  $t < 0$ ,  $t = 0$  und  $t > 0$  bei  $h = 0$  und  $h \neq 0$ . Wie sieht jeweils die thermodynamisch stabile freie Energie aus?
- Zeigen Sie  $\psi \sim (-t)^\beta$  für  $h = 0$ ,  $t < 0$  und bestimmen Sie  $\beta$ .
- Zeigen Sie, dass die kritische Isotherme lokal die Form  $h \sim \psi^\delta$  hat und bestimmen Sie  $\delta$ .
- Diskutieren Sie die Divergenz der isothermen Suszeptibilität  $\chi_T = (\partial\psi/\partial h)_T$  (Exponenten und Amplituden).

### 14.† Skalenrelation (3 Punkte)

- Benutzen Sie das Ergebnis für die Differenz der Wärmekapazitäten des Weiß-Ferromagneten aus Aufgabe 10d), um zu zeigen, dass in diesem speziellen Fall für  $T \rightarrow T_c^{(-)}$  gilt:  $C_M/C_H < 1$ .

b) Bringen Sie das Ergebnis aus Aufgabe 10c) auf folgende Form:

$$C_H - C_M = \mu_0 V T \left( \frac{\partial M}{\partial T} \right)_H^2 \left( \frac{\partial M}{\partial H} \right)_T^{-1}.$$

c) Beweisen Sie aus b) für  $T \rightarrow T_c^{(-)}$  die Exponenten-Beziehung  $2\beta + \gamma^{(-)} + \alpha^{(-)} = 2$  unter der Annahme, dass die in a) gezeigte Beziehung gültig ist.

### 15. Phasendiagramm

Nahe dem Tripelpunkt im  $p$ - $T$  Diagramm hat die Sublimationskurve in der Regel einen steileren Anstieg als die Verdampfungskurve. Geben Sie eine thermodynamische Erklärung hierfür.

**gesamt: 10 Punkte**

Die mit † gekennzeichneten Aufgaben werden bewertet.