HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
INSTITUT FÜR PHYSIK

Thermodynamik, SS 2014

Vorlesung: Prof. Dr. L. Schimansky-Geier
Übungen: Dr. A. Straube
URL: http://people.physik.hu-berlin.de/~straube (→ Teaching → SS 2014 Thermo)

Übungsblatt 7: Phasenübergänge

Ausgabe: 07.07.2014 Abgabe: bis (einschl.) Mo, 14.07 (Schubfach vor Raum NEW 15, 3'411)

---

1. Aufgabe (5 Punkte) Magnetismus

Eine einfache thermodynamische Theorie der Ferromagnetika liefert die freie Energie als Funktion der Magnetisierung M und magnetisches Feldes B:

$$F(M, B) = F_0 - BM + a(T - T_c)M^2 + bM^4 \,.$$

Hier ist T die Temperatur, T_c die kritische Temperatur und F_0, a, b sind positive Konstanten.

(a) Untersuchen Sie den Fall $B = 0$. Bestimmen Sie Lösungen für $M(T)$ und ihre Stabilität. Hinweis: im Gleichgewicht ist $\partial F/\partial M = 0$, für Stabilität ist auch nötig $\partial^2 F/\partial M^2 > 0$.

(b) Betrachten Sie den Fall, in welchem $B \neq 0$ und klein ist. Bestimmen Sie und skizzieren Sie die Abhängigkeit $M(T)$ für T nahe T_c und für $T > T_c$.

(c) Welcher Ordnung sind die Phasenübergänge am kritischen Punkt für $B = 0$ und $B \neq 0$?

2. Aufgabe (fakultativ, wird nicht bewertet) Landau-Methode

Betrachten Sie die Landau-Entwicklung der freien Energie eines Systems:

$$F(\eta) = \frac{1}{2}a\eta^2 + \frac{1}{4}b\eta^4 + \frac{1}{6}c\eta^6,$$

wobei a und b physikalische Parameter seien, die unabhängig voreinander verändert werden können. Der Parametr c ist fixiert.

(a) Welche Werte nimmt η in Abhängigkeit von a und b an, wenn sich das System im thermodynamischen Gleichgewicht befindet?

(b) Bestimmen Sie das Phasendiagramm des Systems in der (a, b)-Ebene. Zeigen Sie, dass es aus drei Bereichen besteht, die durch eine Linie von Phasenübergängen 2. Ordnung ($a = 0$) und eine Kurve der Phasenübergängen 1. Ordnung ($b = 2\sqrt{ac}$) voreinander getrennt sind, so dass der Punkt $(0, 0)$ der Tripelpunkt ist.

(c) Skizzieren Sie die verschiedenen Verläufe der freien Enrgie in jedem der drei Bereiche sowie an den Übergangskurven.

[bitte wenden]

3. Aufgabe (fakultativ, wird nicht bewertet) Blasen-Koaleszenz

Zwei Seifenblasen mit den Radien R_1 und R_2 werden zu einer Blase mit dem Radius R_0. Bestimmen Sie den Oberflächenspannungskoeffizienten σ, vorausgesetzt, dass der Umgebungsdruck p_a ist.

Hinweise: Nehmen Sie an, dass

(a) sich die Gesamtmasse $m_0 = m_1 + m_2$ und die Temperatur T des Gases in den Blasen nicht ändert;

(b) das Gas in den Blasen $i = 0, 1, 2$ durch die thermischen Zustandsgleichungen eines idealen Gases, $p_i V_i = (m_i/\mu)RT$, beschrieben werden kann (μ ist die molare Masse des Gases);

(c) im Gleichgewicht der Druck in den Blasen $p_i = p_a + 4\sigma/R_i$ ist.