



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 6: Dielektrika, Phasenübergänge

Ausgabe: 23.06.2014 Abgabe: bis (einschl.) Mo, 30.06 (Schubfach vor Raum NEW 15, 3'411)

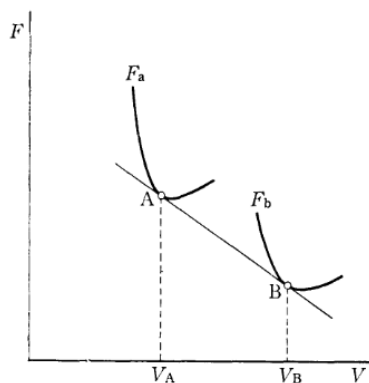
1. Aufgabe (5 Punkte) Plattenkondensator

Gegeben sei ein Plattenkondensator mit Plattenabstand L und Fläche V/L , der mit einem homogenen und isotropen Dielektrikum, welches eine temperaturabhängige Dielektrizitätskonstante $\epsilon = \epsilon(T)$ besitzt, gefüllt ist. Wie groß ist die vom Dielektrikum aufgenommene Wärme Q bei isothermer Aufladung von Spannung 0 bis Φ ? Vernachlässigen Sie Volumeneffekte.

Hinweis: Aus der Elektrodynamik ist bekannt, dass die Polarisation $\mathbf{P}(T, \mathbf{E}) = [\epsilon(T) - \epsilon_0]V\mathbf{E}$.

2. Aufgabe (5 Punkte) Maxwell-Konstruktion

Die Freien Energien F_a und F_b einer räumlich homogenen Substanz in der a- und b-Phase seien als Funktionen von T und V gegeben.



- Zeigen Sie, dass die Tangente am thermischen Gleichgewichtspunkt der Phasen parallel zur Verbindungsgeraden der zwei Phasen ist.
- Leiten Sie aus dieser Bedingung die Maxwell-Konstruktion ab.

3. Aufgabe (5 Punkte) Binäres Gemisch

Betrachten Sie eine zwei-komponentige Lösung, welche aus einer Mischung der Stoffe A und B mit den entsprechenden Teilchenzahlen N_A und N_B besteht. Das System kann durch die Gibbs'sche Energie pro Teilchen, $g(T, p, x) = G(T, p, N_A, N_B)/(N_A + N_B)$,

$$g(T, p, x) = (1 - x)\mu_A^0 + x\mu_B^0 + k_B T [x \ln x + (1 - x) \ln(1 - x)] + \lambda x(1 - x), \quad \lambda > 0$$

[bitte wenden]

beschrieben werden. Hier sind $\mu_A^0(T, p)$ und $\mu_B^0(T, p)$ die chemischen Potentiale, $x = x_B = N_B/(N_A + N_B)$ und $x_A = 1 - x = N_A/(N_A + N_B)$ die Konzentrationen und k_B ist die Boltzmann-Konstante.

- (a) Bestimmen Sie die Spinodale, $T_s(x)$, d.h. die Kurve, die der Bedingung $\partial^2 g(x)/\partial x^2 = 0$ genügt. Unter dieser Kurve befindet sich der Instabilitätsbereich (2-Phasen-Gebiet, Mischungslücke).
- (b) Finden Sie mit Hilfe der Maxwell-Konstruktion,

$$\frac{g(x_2) - g(x_1)}{x_2 - x_1} = \frac{\partial g}{\partial x} \Big|_{x_1} = \frac{\partial g}{\partial x} \Big|_{x_2},$$

die Koexistenz-Kurve (Binodale), $T_k(x)$. Das System ist im Bereich $T_s(x) < T < T_k(x)$ metastabil und im Bereich $T > T_k(x)$ stabil (mischbar, homogene Phase). Hinweis: Auf Grund der Symmetrie, setzen Sie $x_1 = x$ und $x_2 = 1 - x$.