

Übungen zur Thermodynamik/Statistischen Physik

Blatt 4

Aufgabe 11: Verständnisfrage Potentiale

2 Punkte

Eine Mischung aus mehreren Gasen hat bei fester Temperatur und Druck das thermodynamische Gleichgewicht erreicht. Welches thermodynamische Potential ist in diesem Zustand minimal? Geben Sie das vollständige Differential für das Potential an.

Aufgabe 12: Gemisch idealer Gase

3 Punkte

Zeigen Sie, dass für ein Gemisch idealer Gase folgende Beziehungen gelten

$$G(T, p, N_\alpha) = \sum_{\beta} \mu_{\beta} N_{\beta} \quad , \quad \sum_{\beta} N_{\beta} \frac{\partial \mu_{\alpha}}{\partial N_{\beta}} = 0 \quad , \quad \sum_{\beta} N_{\beta} \frac{\partial \mu_{\beta}}{\partial N_{\alpha}} = 0$$

Aufgabe 13: Photonengas

3+2=5 Punkte

Nach dem Stefan-Boltzmann Gesetz ist die Energiedichte der Wärmestrahlung eines schwarzen Körpers (Photonengas) eine reine Funktion der Temperatur:

$$\frac{U(T, V)}{V} = \epsilon(T) = \sigma T^4, \quad \sigma = \text{const}$$

Der Druck des Photonengases ist gegeben durch $p = \epsilon(T)/3$.

1. Berechnen Sie die thermodynamischen Potentiale (Entropie, freie Energie, innere Energie und Enthalpie) in den natürlichen Variablen.
2. Durch die Analyse der Gibb'schen Enthalpie $G(T, p, N)$, bestimmen Sie das chemische Potential μ des Photonengases.

Aufgabe 14: Van der Waals Gas

1+3+1+2 = 7 Punkte

Die Zustandsgleichung des van der Waals-Gases lautet

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2} \right) (V - bn) = nRT,$$

wobei a, b stoffabhängige Konstanten sind.

- Ist das ideale Gas als Spezialfall enthalten?
- V als Funktion von p hat 3 Lösungen. Wenn man $p(V)$ plottet sieht man, dass oberhalb einer kritischen Temperatur T_c eine reelle und zwei komplexe Lösungen existieren und unterhalb von T_c drei reelle Lösungen. Der kritische Punkt (T_c, p_c, V_c) ist dadurch gegeben, dass alle drei reellen Lösungen zusammenfallen. Bestimmen Sie den kritischen Punkt.
Tipp: Stellen Sie die Zustandsgleichung als Nullstelle eines Polynoms in V dar.

- Reskalieren Sie die Variablen gemäß $\tilde{p} = p/p_c$, $v = V/V_c$ und $t = T/T_c$. Was ergibt sich?
- Plotten Sie die Isothermen für $t = 0.9, 1, 1.1$ im (\tilde{p}, v) Diagramm. Verwenden Sie einen Graphenausschnitt, der schön die Unterschiede der drei Fälle zeigt.

Abgabetermin: vor der Vorlesung am Mittwoch, den 14.11.2018