PD Dr. Sabine Klapp www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss08/wpfv/stat_i/
Dr. Kathy Lüdge

# 5. Übungsblatt – Statistische Physik I

**Abgabe: Mittwoch** 28.05.2008 bis 12:00

**Aufgabe 10 (5 Punkte):** *Koexistenzdruck*
In der Vorlesung wurde die Zustandsgleichung für das Van der Waals Gas eingeführt

$$\left(p + a\frac{N^2}{V^2}\right)(V - Nb) = NkT.$$

und der Koexistenzdruck $p_{co}$ mit Hilfe der Maxwellkonstruktion bestimmt. Alternativ läßt sich der Druck $p_{co}$ auch mit Hilfe der Doppel-Tangenten-Konstruktion im $f$-$V$-Diagramm bestimmen ($f = F/V$ ist die spezifische freie Enregie).

(a) Zeigen Sie ausgehend von der Gleichgewichtsbedingung im Koexistenzgebiet $\mu_{liq} = \mu_{gas}$ und $p_{liq} = p_{gas}$, dass $f(V)$ an den Rändern des Koexistenzgebietes die gleichen Tangenten besitzt.

(b) Zeichen Sie entsprechend der Van der Waals Gleichung eine Isotherme im $f$-$V$-Diagramm und bestimmen sie grafisch mit dem Ergebnis aus (a) den Koexistenzdruck $p_{co}$.

*Hinweis:* Unter http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/owl/statistische_physik/ gibt es ein Online Applet zum Van der Waals Gas.

**Aufgabe 11 (9 Punkte):** *Kritischer Punkt im van der Waals-Gas*
Betrachten Sie ein van der Waals-Gas.

(a) Führen Sie die neuen Zustandskoordinaten

$$\hat{p} := \frac{p - p_c}{p_c}, \quad \hat{v} := \frac{V - V_c}{V_c}, \quad \hat{t} := \frac{T - T_c}{T_c}$$

ein, wobei der Index $c$ sich auf den kritischen Punkt bezieht. Zeigen Sie, dass die Zustandsgleichung in der Nähe des kritischen Punktes durch $\hat{p} \approx A\hat{t} - B\hat{t}\hat{v} - C\hat{v}^3$ approximiert werden kann und bestimmen Sie die Konstanten $A, B$ und $C$.

(b) Zeigen Sie, dass für eine Zustandsänderungen entlang der kritischen Isochoren die Beziehung $\kappa_T \sim |\hat{t}|^{-\gamma}$ gilt, und bestimmen Sie den kritischen Exponenten $\gamma$.

**Aufgabe 12 (6 Punkte):** *Einstein Modell*
Betrachten Sie einen Festkörper mit anisotroper Kristallstruktur, dessen Anisotropie durch einen konstanten Richtungsvektor $\mathbf{r}$ beschrieben werden kann. Die Schwingungsfrequenz eines Gitteratoms der Masse m parallel zu $\mathbf{r}$ betrage $\omega_\parallel$ und senkrecht dazu $\omega_\perp$. Angenommen es gilt $\omega_\parallel \ll \omega_\perp$. Bestimmen Sie die innere Energie $U$ und daraus die spezifische Wärme $c_V$ für den Temperaturbereich $\hbar\omega_\parallel\beta \ll 1 \ll \hbar\omega_\perp\beta$.

*Hinweis:* Die Energieniveaus eines Atoms lauten: $E(s) = \hbar\omega_\parallel(n_\parallel + \frac{1}{2}) + \hbar\omega_\perp(n_\perp^1 + n_\perp^2 + 1)$

mit dem Ein-Teilchen-Quantenzustand $s = n_\parallel, n_\perp^1, n_\perp^2$

**Bitte Rückseite beachten!** ⟶

PD Dr. Sabine Klapp
Dr. Kathy Lüdge

www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ss08/wpfv/stat_i/

## Vorlesung

- Mittwoch 12:15 - 13:45, Raum EW 201
- Donnerstag 14:15 - 15:45, Raum EW 202

## Übung:

- Dienstag 10:00- 11:30, Raum EW 731

## Scheinkriterien:

- Mindestens $50\%$ der Übungspunkte (Abgabe in Zwei/Dreiergruppen).
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in der Übung

## Sprechzeiten:

- Sabine Klapp: nach Vereinbarung EW 707, Tel: 23159 / 23763
- Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im EW 741, Tel: 23002