

12. Übungsblatt – Theoretische Physik IV – Statistik/Thermodynamik

Abgabe: Mittwoch 30.01.2008 bis 15:00 in den Briefkasten (Altbau)

Aufgabe 31 (10 Punkte): Kritischer Punkt im van der Waals-Gas

Betrachten Sie ein van der Waals-Gas mit der Teilchendichte ρ .

(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) Der Index $'$ bezeichnet die flüssige Phase und $''$ die Dampfphase. Zeigen Sie, dass sich für Zustandsänderungen entlang der folgenden 3 Wege die angegebenen Beziehungen in der Nähe des kritischen Punktes ergeben:

- Entlang der kritischen Isothermen: $\hat{p} \sim (\rho - \rho_c)^\delta$.
- Entlang der kritischen Isochoren: $\kappa_T \sim |\hat{t}|^{-\gamma}$.
- Entlang des Randes des Koexistenzgebietes: $\rho' - \rho'' \sim |\hat{t}|^\beta$.

Bestimmen Sie in den drei Fällen die kritischen Exponenten δ, γ und β .

Aufgabe 32 (10 Punkte): Kritischer Punkt am Ferromagneten

Betrachten Sie einen Ferromagneten mit der magnetischen Zustandsgleichung

$$M = M_\infty \tanh\left(\frac{\mu(B + \omega M)}{2k_B T}\right).$$

(a) Welche Stabilitätsbedingung wird zum Teil bei dieser Zustandsgleichung verletzt? Diskutieren Sie die Lage des Instabilitätsgebietes, des stabilen und des metastabilen Gebietes, sowie auch die Lage der Stabilitäts- und Metastabilitätsgrenze und des kritischen Punktes.

(b) Führen Sie die neuen Zustandskoordinaten

$$\hat{b} := \frac{\mu B}{k_B T_c}, \quad \hat{m} := \frac{M}{M_\infty}, \quad \hat{t} := \frac{T - T_c}{T_c}$$

ein, wobei T_c die kritische Temperatur ist. Zeigen Sie, dass die Zustandsgleichung in der Nähe des kritischen Punktes durch $\hat{b} \approx 2\hat{t}\hat{m} + \frac{2}{3}\hat{m}^3$ approximiert werden kann.

(c) Zeigen Sie, dass in der Nähe des kritischen Punktes für eine Zustandsänderung im Nullfeld $\hat{m} \sim |\hat{t}|^\beta$ gilt und bestimmen Sie den kritischen Exponenten β .

Aufgabe 33 (5 Punkte): Bonusaufgabe Evaluation der e-Module in der Veranstaltung

Führen Sie die unter http://ofb.msdl-media.de/tp_ws07/ vorliegende Umfrage durch. Nach der Teilnahme wird Ihnen ein Bearbeitungscode übermittelt. Sofern Sie diesen nennen können, werden Ihnen 5 Bonuspunkte gutgeschrieben. **Bitte Rückseite beachten!** →

Vorlesung

- Dienstag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im PN 203
- Donnerstag 8:30 – 10:00 im PN 203

Klausur: Donnerstag den 07.02.2008 von 09:00 – 11:00 Uhr im EW 201

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in Dreiergruppen).
- Bestandene Klausur.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

Sprechzeiten:

- Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD: Mittwoch: 14.30-15.30 im PN 735
- Dr. Kathy Lüdge: Donnerstag, 14–15 Uhr im PN 741, Tel: 23002
- Dipl.-Phys. Stefan Fruhner: Dienstag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681
- Dipl.-Phys. Hartmut Lentz: Montag, 14–15 Uhr im EW 627/628, Tel: 27681

Tutorien:

- Mo 10:15-11:45 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 8:30-10:00 EW 731 Hartmut Lentz
- Di 12:15-13:45 EW 229 Kathy Lüdge
- Mi 10:15-11:45 EW 184 Stefan Fruhner