

9. Übungsblatt – Thermodynamik und Statistik SS10**Abgabe: Mo. 14.06.2010 bis 20 Uhr im Briefkasten***Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Abgabe in Dreiergruppen! Bitte immer Namen und Matrikelnummer angeben.***Aufgabe 19 (10 Punkte): Kritischer Punkt im van der Waals-Gas**Betrachten Sie ein van der Waals-Gas mit der Teilchendichte ρ .

1. 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. Bestimmen Sie dazu p_c , V_c , T_c . 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 .

2. 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 20 (10 Punkte): Kritischer Punkt im Ferromagneten**

Betrachten Sie einen Ferromagneten mit der magnetischen Zustandsgleichung

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

1. 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.
2. 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.

3. Zeigen Sie, dass in der Nähe des kritischen Punktes
- $\hat{m} \sim |\hat{t}|^\beta$
- gilt und bestimmen Sie den kritischen Exponenten
- β
- .