

**Statistische Physik - Theorie der Wärme**  
(PD Dr. M. Falcke)

**Übungsblatt 10:** Entmagnetisierung, Stabilität Thermodynamischer Systeme,  
Entropie und spezifische Wärme

**Aufgabe 1**

(5 Punkte)

In Gegenwart eines magnetischen Feldes  $H$  lautet das totale Differential der inneren Energie

$$dU = TdS - MdH,$$

wobei  $M$  das magnetische Moment bezeichnet. Die Magnetisierung  $M/V$  hänge mit dem magnetischen Feld über  $M = VT_c H / (\mu_0 T)$  zusammen, wobei  $T_c$  die Curie-Temperatur bezeichnet. Die Wärmekapazität bei konstantem  $H$ -Feld sei  $C_H$ , wobei  $C_H = aT^3$  mit  $a \in \mathbb{R}^+$  für verschwindendes  $H$  gelte.

- Berechnen Sie die komplette Funktion  $C_H(H, T)$  für  $H \neq 0$ .
- Berechnen Sie die Entropie  $S(T, H)$ .
- Berechnen Sie die adiabatischen Kurven  $S(T, H) = \text{const.}$
- Diskutieren Sie ihr Verhalten in einem  $H - T$  Diagramm. Welche Schritte sind zur Abkühlung einer Probe zu unternehmen?

**Aufgabe 2**

(3 Punkte)

In der Vorlesung wurde behauptet, daß aus dem globalen Stabilitätskriterium für thermodynamische Systeme (Bedingung der Konkavität der Entropie)

$$S(U + \Delta U, V + \Delta V, N) + S(U - \Delta U, V - \Delta V, N) \leq 2S(U, V, N)$$

im Limes  $\Delta U \rightarrow 0$ ,  $\Delta V \rightarrow 0$  die folgenden lokalen Stabilitätsbedingungen folgen:

$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_{V,N} \leq 0, \quad \left(\frac{\partial^2 S}{\partial V^2}\right)_{U,N} \leq 0,$$
$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_{V,N} \left(\frac{\partial^2 S}{\partial V^2}\right)_{U,N} - \left(\frac{\partial^2 S}{\partial U \partial V}\right)_N^2 \geq 0.$$

Beweisen Sie diese Behauptung!

**Aufgabe 3**

(3 Punkte)

Zeigen Sie, dass das Verhältnis des Entropiezuwachses bei Erwärmung eines idealen Gases von  $T_1$  auf  $T_2$  bei konstantem Druck bzw. bei konstantem Volumen durch das Verhältnis  $c_p/c_V$  der spezifischen Wärmen gegeben ist.

**Abgabetermin:** Mittwoch, 10.01.2007 vor Beginn der Vorlesung.