

## Übung zur Vorlesung T4p, Blatt 4

---

09.11.2009

### 1. Zustandsgleichung magnetischer Substanzen

Ein isotropes magnetisches Material befindet sich in einer langen Spule. Darin ist das Feld  $\vec{H}$  homogen. Die reversible Arbeit ist gegeben durch

$$\delta W = H dM,$$

wobei  $M$  die Magnetisierung ist.

- a) Zeigen Sie: Zwischen der thermischen und kalorischen Zustandsgleichung  $M = M(T, H)$  und  $U = U(T, H)$  besteht folgender Zusammenhang:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial H}\right)_T = H \left(\frac{\partial M}{\partial H}\right)_T + T \left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H$$

- b) Eine paramagnetische Substanz erfüllt das Curie-Gesetz

$$M = K \frac{H}{T}, \quad (K : \text{Konstante})$$

Zeigen Sie, dass  $U$  nur von  $T$  abhängt.

### 2. Magnetische Carnot-Maschine

Ein Material wie in der vorigen Aufgabe, Teil (b) habe konstante spezifische Wärme  $C_M = (\partial U / \partial T)_M$ . Es soll als Carnot-Maschine zwischen den beiden Wärmereservoirs der Temperaturen  $T_2 > T_1$  verwendet werden.

- a) Skizzieren Sie die Kurve in einem  $T-M$  Diagramm, die in einem Zyklus durchlaufen wird. Zeigen Sie für die Adiabaten

$$K C_M \log \frac{T}{T_0} = \frac{1}{2}(M^2 - M_0^2),$$

wobei  $M_0, T_0$  Integrationskonstanten sind.

- b) Wie gross ist die Arbeit, die die Maschine verrichtet?  
c) Wie gross ist der Wirkungsgrad?