

Statistische Physik und Thermodynamik, SS 2026

Prof. Dr. Michael Bonitz

Übungszettel 7, Abgabe 8.6.

1. Thermodynamik: Wiederholung

- (a) Wiederholen Sie das Konzept des Thermodynamischen Gleichgewichts. Was sind Zustandsvariable und Zustandsgrößen?
- (b) Diskutieren Sie die verschiedenen thermodynamischen Energiebeiträge: Wärmeenergie, mechanische Arbeit, Arbeit in externen Feldern (geben Sie Beispiele an), Energie durch Teilchenaustausch. Definieren Sie die Wärmekapazität.
- (c) Wiederholen Sie die Hauptsätze der Thermodynamik. Formulieren und diskutieren Sie die Gibbssche Fundamentalgleichung.

2. Aufgaben

(30 Punkte)

- (a) In der Vorlesung wurde für ein Paar gemischter zweiter Ableitungen der Entropie eine Relation abgeleitet. Finden Sie die analogen Relationen für die innere Energie, die Freie Energie, die Enthalpie, die freie Enthalpie sowie das großkanonische Potential. (10 Punkte)
- (b) Gegeben sei eine Funktionsgleichung $x = x(y, z)$ und sei diese auflösbar, d.h. Funktionen $y = y(x, z)$ oder $z = z(x, y)$ existieren. Man beweise, dass dann gilt

$$\left. \frac{\partial y}{\partial x} \right|_z \left. \frac{\partial x}{\partial z} \right|_y \left. \frac{\partial z}{\partial y} \right|_x = -1. \quad (1)$$

(4 Punkte)

- (c) Ein thermodynamisches System befinde sich in einem externen Feld A mit der gegebenen Zustandsgleichung $A(a, T)$, so dass seine innere Energie gegeben ist durch $dU = TdS - Ad a$. Man berechne die Differenz der Wärmekapazitäten, $C_A - C_a$, die gegeben sind als $C_b = \left. \frac{dU}{dT} \right|_b$. Betrachten Sie auch den Spezialfall $(A, a) \rightarrow (p, V)$. (10 Punkte)
- (d) Man beweise, dass der Carnot-Prozess unter allen Kreisprozessen mit den selben Reservoiren bei den Temperaturen T_1 und T_2 den höchsten Wirkungsgrad besitzt (s. Vorlesung). (6 Punkte)