

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

**Übungsblatt 9:** Thermodynamische Identitäten, Thermische/Kalorische  
Zustandsgleichung, Kreisprozeß

**Aufgabe 1** (4 Punkte)

Beweisen Sie die thermodynamischen Identitäten

$$\frac{C_p}{C_V} = \frac{\kappa_T}{\kappa_S}, \quad \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\frac{T}{C_V} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V, \quad \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = \frac{T}{C_p} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p.$$

Hierbei bezeichnet  $\kappa_T$  die isotherme und  $\kappa_S$  die adiabatische Kompressibilität.

**Aufgabe 2** (2 Punkte)

Ein in einem Hohlraum eingeschlossenes Photonengas (Hohlraumstrahlung) wird durch die Zustandsgleichung

$$p = \frac{1}{3}u(T), \quad u = \frac{U}{V}$$

beschrieben. Welche Aussagen lassen sich über die Form der thermischen und kalorischen Zustandsgleichung aus der zugehörigen Gibbsschen Fundamentalgleichung

$$TdS = dU + pdV$$

ableiten.

**Aufgabe 3** (5 Punkte)

Ein ideales Gas erfüllt bei 300 K ein Volumen von  $0,5 \text{ m}^3$  bei einem Druck von 202650 Pa. Zunächst expandiert das Gas adiabatisch bis zu einem Volumen von  $1,2 \text{ m}^3$ . Im nächsten Schritt wird es isobar bis zu seinem ursprünglichen Volumen komprimiert. Schließlich wird der Druck isochor so lange erhöht, bis das Gas wieder in seinen Ausgangszustand zurückkehrt. Der Adiabatenkoeffizient sei  $5/3$ .

- Stellen Sie den Kreisprozeß in einem  $p - V$  Diagramm dar.
- Bestimmen Sie die Temperatur am Ende eines jeden Teilschrittes.
- Berechnen Sie die Arbeit, die während eines Umlaufs verrichtet wird.
- Wie hängt die Temperatur mit der Entropie während der drei Teilschritte zusammen? Stellen Sie den Kreisprozeß in einem  $T - S$  Diagramm dar.
- Verifizieren Sie die Gibbs-Duhem-Relation.

**Hinweis:** Verwenden Sie die Adiabatengleichung  $pV^\gamma = \text{const}$  entlang einer Adiabaten.

**Abgabetermin:** Mittwoch, 4.01.2006 vor Beginn der Vorlesung.