

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

Übungsblatt 9: Thermodynamische Identitäten, Thermische/Kalorische
Zustandsgleichung, Kreisprozesse

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 κ_T die isotherme und κ_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 folgenden 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, 20.12.2006 vor Beginn der Vorlesung.