

Theoretische Physik III

Thermodynamik und statistische Mechanik

2. Übungsblatt

Aufgabe 3: *Kreisprozesse in der T - S -Ebene* **(4 Punkte)**

- a) Ein reversibel durchlaufender Kreisprozess kann sowohl in der p - V -Ebene als auch in der T - S -Ebene durch eine geschlossene Kurve dargestellt werden. Wieso sind die jeweiligen Flächeninhalte gleich? Welche Bedeutung haben sie? (1.5P)
- b) Stellen Sie den Carnot-Prozess in der T - S -Ebene dar (mit Grenztemperaturen T_1 und T_2 bzw. Grenzentropien S_1 und S_2) und berechnen Sie mit diesen Angaben den Wirkungsgrad aus der Arbeit-Wärme-Bilanz. (2.5P)

Aufgabe 4: *Implizite Funktionen* **(6 Punkte)**

Seien x, y, z Zustandsgrößen eines thermodynamischen Systems, sodass der Zustand des Systems durch die Funktion $f(x, y, z) = \text{const}$ (Zustandsgleichung) beschrieben werden kann.

- a) Beweisen Sie, dass unter der Voraussetzung $z = \text{const}$

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_{f,z} = -\frac{(\partial f/\partial x)_{y,z}}{(\partial f/\partial y)_{x,z}}$$

gilt. Überlegen Sie sich, welche dazu analogen Ausdrücke für $x = \text{const}$ bzw. $y = \text{const}$ gelten. (2.5P)

- b) Zeigen Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus Teil a) zunächst, dass $(\partial x/\partial y)_{f,z} = (\partial y/\partial x)_{f,z}^{-1}$. Weisen Sie dann die Gültigkeit der Beziehung

$$\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_{f,z} \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_{f,x} \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_{f,y} = -1$$

nach. (1.5P)

- c) Die isotherme Kompressibilität κ_T und der thermische Ausdehnungskoeffizient bei konstantem Druck α_p werden durch partielle Ableitungen definiert,

$$\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T, \quad \alpha_p = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p.$$

Berechnen Sie $(\partial p/\partial T)_V$. Welcher Druck ist notwendig, um bei Erwärmung um 1 K das Volumen einer Bleiprobe konstant zu halten? Nehmen Sie dabei an, dass α_p, κ_T konstant sind ($\alpha_p = 8.4 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $1/\kappa_T = 4.1 \times 10^5 \text{ atm}$ bei 20° C). (2P)

Aufgabe 5: *Vollständige/totale Differentiale*

(2 Punkte)

Sind die folgenden Ausdrücke vollständige Differentiale? Wenn ja, von welcher Funktion?

a) $(x^2 - y)dx - xdy$, (1.5P)

b) $(x/y)dx + \ln(y)dy$. (0.5P)

gesamt: 12 Punkte

Abgabe: **Mi. 28.10.**, vor der Vorlesung

Die mit * gekennzeichneten Aufgaben sind Zusatzaufgaben und gehen nicht in die reguläre Wertung ein.