

Theoretische Physik IV Lehramt

2. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 3. Mai 2012, **vor** der Vorlesung

3. Zustandsgleichung des idealen Gases (3 Punkte)

- a) Wie groß ist das Volumen, das ein Mol eines idealen Gases bei 1 atm und 0° Celsius einnimmt?
- b) Der Raumausdehnungskoeffizient α und der Spannungskoeffizient β werden definiert durch ($t = T - T_0$):

$$V(T) = V_0(1 + \alpha t) \quad \text{mit } p = \text{const},$$

$$p(T) = p_0(1 + \beta t) \quad \text{mit } V = \text{const}.$$

Welchen Wert haben diese Koeffizienten für ein ideales Gas?

4. Kreisprozesse in der T-S-Ebene (4 Punkte)

- a) Ein reversibel durchlaufener 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?
- 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.

5. Implizite Funktionen (5 Punkte)

Seien x , y und 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 $z = \text{const}$

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

ist. Überlegen Sie sich, welche dazu analogen Ausdrücke für $x = \text{const}$ bzw. $y = \text{const}$ gelten.

- 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.

- c) Die isotherme Kompressibilität κ und der thermische Ausdehnungskoeffizient bei konstantem Druck α werden durch partielle Ableitungen definiert:

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T; \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p.$$

Berechnen Sie $(\partial p/\partial T)_V$. Welcher Druck ist notwendig, um bei Erwärmung um 1 K das Volumen einer Bleiprobe konstant zu halten? Annahme: α, κ konstant. ($\alpha = 8.4 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $1/\kappa = 4.1 \times 10^5 \text{ atm}$ bei 20° C)