

Übungen zur Thermodynamik und Quantenstatistik

Blatt 7 (für die Übungen in der Woche vom 09.06.)

Aufgabe 1 Kompressibilität und Schallgeschwindigkeit

- a) Bestimmen Sie die adiabatische Kompressibilität und die Schallgeschwindigkeit eines idealen Gases mit Massendichte ρ :

$$\kappa_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S, \quad c_S = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_S}.$$

- b) Schätzen Sie c_S für Luft ($\gamma = c_P/c_V \approx 1.4$) unter Normalbedingungen numerisch ab und vergleichen Sie mit dem experimentellen Wert. Die Messung der Schallgeschwindigkeit ist eine einfache Methode zur Bestimmung von γ .

Aufgabe 2 Spezielle Volumen-Druck-Relation

Die Volumenänderung eines idealen Gases erfolge unter der Bedingung

$$\frac{dP}{P} = a \frac{dV}{V}$$

mit einer gegebenen Konstante a .

- a) Bestimmen Sie $P = P(V)$, $V = V(T)$ und die Wärmekapazität $C_a = T(\partial S/\partial T)_a$.
- b) Was ergibt sich in den Grenzfällen $a = 0$, $a \rightarrow \infty$, $a = -1$ und $a = -\gamma$?

Aufgabe 3 Zustandsgleichung für volumenunabhängige Energie

Betrachten Sie ein Material, für das $(\partial E/\partial V)_T = 0$ gilt, und zeigen Sie, dass in diesem Fall die thermische Zustandsgleichung die Form

$$P(T, V) = T f(V)$$

hat.

Aufgabe 4 Durchmischung eines Gases

Ein abgeschlossenes Volumen wird durch eine Wand in zwei Bereiche der Größe V_1 und V_2 aufgeteilt. In jedem Teilvolumen befinden sich N Teilchen desselben einatomigen, idealen Gases. Die Temperaturen T_1 und T_2 sind so gewählt, dass der Druck in beiden Teilvolumina gleich ist ($P_1 = P_2 = P_0$). Die Wand wird nun seitlich herausgezogen.

- a) Berechnen Sie die Temperatur und den Druck des sich einstellenden Zustands.
- b) Bestimmen Sie die Änderung der Entropie in Abhängigkeit von T_1 , T_2 und N .
- c) Was ergibt sich für $T_1 = T_2$?