

Aufgabe 3: Reales Gas

(2 Punkte)

Betrachten Sie ein Gas, das durch eine Zustandsgleichung $p = p(V, T)$ gekennzeichnet sei (die Teilchenzahl möge konstant sein). Untersuchen Sie die isobare thermische Volumenausdehnung $\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$ und die isotherme Kompressibilität $\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$.

- a) Bestimmen Sie β und κ_T für ein ideales Gas.
- b) Bestimmen Sie β und κ_T für ein reales Gas, das durch die Zustandsgleichung

$$p(V - Nb) = Nk_B T$$

gekennzeichnet sei ($b =$ „Eigenvolumen“ der Gasteilchen).

- c) Bestimmen Sie β und κ_T für ein reales Gas, das durch die Zustandsgleichung

$$pV = Nk_B T(1 + A(T)p)$$

gekennzeichnet sei (Virialentwicklung nach dem Druck).

- d) Die obigen Größen seien durch

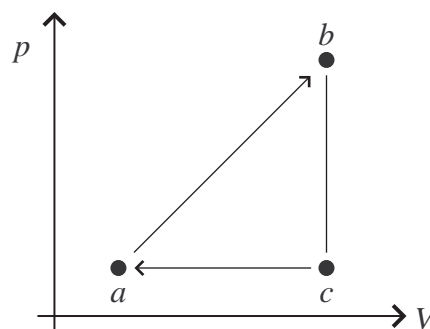
$$\beta = \frac{Nk_B}{pV} \quad \text{und} \quad \kappa_T = \frac{1}{p} + \frac{a}{V}$$

gegeben ($a = \text{const.}$). Bestimmen Sie die Funktion $p(V, T)$.

Aufgabe 4: Hauptsätze; Kreisprozess

(5 Punkte)

Ein ideales Gas (mit bekannter Wärmekapazität C_V) durchlaufe den hier skizzierten Kreisprozess; alle Teilschritte seien reversibel. p_a, V_a, T_a und p_b seien bekannt.



- a) Bestimmen Sie V und T in den Zuständen b und c .
- b) Bestimmen Sie für jeden Teilprozess ($a \rightarrow b, b \rightarrow c, c \rightarrow a$) die ausgetauschten Wärmemengen, die geleistete Arbeit und die Änderungen von innerer Energie und Entropie.
- c) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Kreisprozesses.

Aufgabe 5: Luftpumpe**(3 Punkte)**

Betrachten Sie eine Luftpumpe mit Volumen V_0 , in der anfänglich der gleiche Druck und die gleiche Temperatur wie in der Umgebung (p_0, T_0) herrschen sollen. Nun werde durch Einschieben des Kolbens das Volumen auf V_1 reduziert.

- a) Das Einschieben möge sehr langsam geschehen, so dass durch Wärmeaustausch mit der Umgebung die Temperatur konstant bleibt. Bestimmen Sie den Enddruck in der Luftpumpe, die verrichtete Arbeit und die Änderung der Entropie.
- b) Das Einschieben möge sehr schnell geschehen, so dass kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet. Bestimmen Sie den Enddruck in der Luftpumpe, die verrichtete Arbeit und die Änderung der Entropie.
- c) Diskutieren Sie für beide Fälle (a, b), ob der Vorgang reversibel oder irreversibel ist.
- d) Erweitern Sie Vorgang b) um eine „Ruhephase“ nach der Kompression, so dass durch Wärmeaustausch mit der Umgebung deren Temperatur wieder eingenommen wird. Bestimmen Sie erneut den Enddruck, die verrichtete Arbeit und die Änderung der Entropie. Ist der Gesamtvorgang reversibel oder irreversibel?