

Statistische Physik

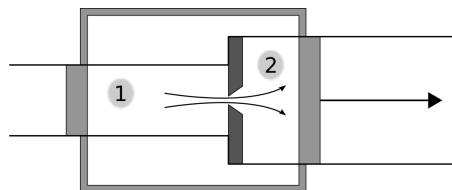
Übungsblatt 5

Vorlesung: Prof. Dr. Otfried Gühne
 Übungen: Sönke Niekamp, Dr. Matthias Kleinmann, Do 8–10, Raum: D120

Abgabe: Di, 17. Mai 2011

1. Drossel (4 Punkte)

Ein Gas strömt durch eine Drossel, so dass vor der Drossel der Druck p_1 und nach der Drossel der Druck p_2 herrscht mit $p_1 > p_2$. Der Prozess ist adiabatisch, $\delta Q = 0$.



- (a) Welches thermodynamische Potential X bleibt während des Vorgangs konstant?
- (b) Es gilt also $dX = 0$. Berechnen Sie die differentielle Temperaturänderung $(\partial T / \partial p)_X$ in Abhängigkeit von T , V , $(\partial V / \partial T)_p$ und $C_p \equiv T(\partial S / \partial T)_p$.
- (c) Ein van-der-Waals-Gas genügt der Zustandsgleichung

$$\left(p + a \frac{N^2}{V^2}\right) (V - Nb) = NT, \quad \text{mit } a \text{ und } b \text{ konstant.}$$

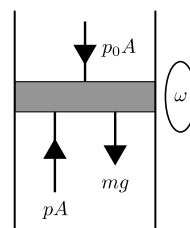
Bestimmen Sie für allgemeine $a \geq 0$ und $b > 0$ den kritischen Druck $p(T)$, so dass der Vorgang das Gas weder abkühlt noch erwärmt.

2. Adiabatik (4 Punkte)

Ein thermisch isoliertes System erfüllt die Gleichung

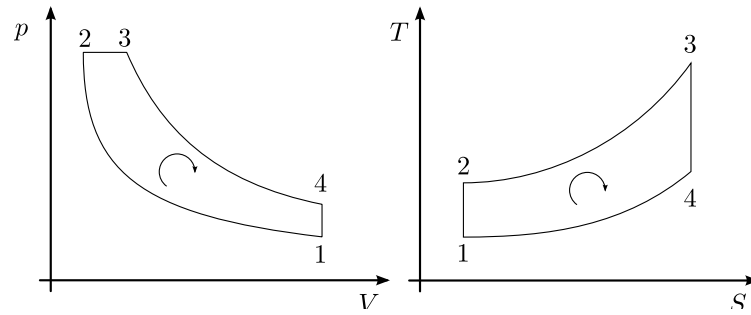
$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = (1 - \gamma) \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_p, \quad \text{mit } \gamma = C_p / C_V \text{ und } C_X = T(\partial S / \partial T)_X.$$

- (a) Zeigen Sie, dass diese Gleichung gilt.
- (b) Finden Sie eine Lösung $T(V)$ dieser Differentialgleichung für den Fall des idealen Gases, $pV = NT$.
- (c) Ein Stempel mit Masse m und Fläche A drückt im Schwerfeld der Erde vertikal auf ein Volumen mit idealem Gas. Der Stempel ist reibungslos gelagert und befindet sich zunächst im Gleichgewicht des äußeren Drucks p_0 , der eigenen Schwere und des vom eingeschlossenen Gas ausgeübten Drucks p . Der Stempel wird nun angestoßen, so dass er mit der Kreisfrequenz ω um seine Ruhelage schwingt. Die Zustandsänderung bleibe hierbei adiabatisch und das eingeschlossene Gas befinde sich stets im Gleichgewicht. Bestimmen Sie γ in Abhängigkeit von ω .



Bitte wenden!

3. Diesel-Prozess*



Ein Dieselmotor kann durch einen thermodynamischen Kreisprozess beschrieben werden, welcher aus zwei Isentropen $1 \rightarrow 2$, $3 \rightarrow 4$, einer Isobaren $2 \rightarrow 3$ und einer Isochoren $4 \rightarrow 1$ besteht. Wir nehmen ein ideales Gas als Arbeitsmedium an. Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad η_{th} in Abhängigkeit von V_1/V_2 , V_3/V_4 und γ .