

Statistische Mechanik und Thermodynamik
Blatt 9 - Thermodynamik

<http://www.physik.tu-muenchen.de/lehrstuehle/T37/teaching.html>
Ausgabe 18.06.09

1. Gase im Gleichgewicht: Ein vollkommen isolierter Hohlzylinder sei durch einen Kolben in zwei Kammern (1) und (2) geteilt. Im Ausgangszustand ist der Kolben unbeweglich und wärmeundurchlässig. Die Kammern (1) und (2) haben im Ausgangszustand das Volumen V_1 und V_2 und enthalten N_1 bzw. N_2 Moleküle desselben idealen Gases. Der Druck in diesem Zustand in den Kammern (1) und (2) ist P_1 bzw. P_2 .
 - (a) Welcher neue Gleichgewichtszustand stellt sich ein, wenn der Kolben diathermisch (wärmedurchlässig) gemacht wird?
 - (b) Welcher neue Gleichgewichtszustand stellt sich anstelle des Zustandes aus (a) ein, wenn sich der diathermische Kolben auch noch frei bewegen kann?
 - (c) Ändert sich der Gleichgewichtszustand aus (b), wenn der diathermische, bewegliche Kolben für die Gasmoleküle durchlässig wird?
2. Gummiband: Die freie Energie eines Gummibandes läßt sich schreiben als

$$F(T, L) = \frac{1}{2}\alpha TL^2 - bT \ln(T),$$

wobei L der Länge des Bandes entspricht und $\alpha, b > 0$. In den Rechnungen spielt L die Rolle des Volumens V , und die auf das Gummiband wirkende Kraft f spielt die Rolle des Druckes P . Beachten Sie, daß die Kraft negativ ist, $f < 0$, also einem von außen wirkenden Zug entspricht.

- (a) Berechnen Sie die Entropie S und die Kraft f aus der freien Energie. Wie hängt die Ausdehnung $L(T, f)$ bei konstanter Kraft f von der Temperatur T ab?
- (b) Betrachten Sie eine adiabatische Längenänderung des Gummibandes. Wie hängt die Temperaturänderung von der Längenänderung ab? (Eine adiabatische Längenänderung wird durch rasches Ziehen oder Entspannen verwirklicht.)

3. **Verbrennungsmotor:** Ein ideales Gas, charakterisiert durch die Wärmekapazitäten C'_P und C'_V , wird dem folgenden, quasistatischen Kreisprozess unterworfen, der eine Näherung des Vorgangs im Verbrennungsmotor darstellt:

- $a \rightarrow b$: Adiabatische Expansion von V_1 auf V_2 ,
- $b \rightarrow c$: Abkühlung bei konstantem Volumen V_2 ,
- $c \rightarrow d$: Adiabatische Kompression von V_2 auf V_1 ,
- $d \rightarrow a$: Erwärmung bei konstantem Volumen V_1 .

Berechnen Sie den Wirkungsgrad, der sich aus dem Verhältnis der gesamten geleisteten Arbeit zu der im Prozess $d \rightarrow a$ aufgenommenen Wärme ergibt.

4. **Gefrierpunktserniedrigung beim Schlittschuhlaufen:** Der Druck eines Schlittschuhs auf dem Eis erzeugt eine Gefrierpunktserniedrigung. Reicht dieser Effekt aus, um einen Wasserfilm zu erzeugen, auf dem der Schlittschuh gleitet? Der Eisläufer hat die Masse 75kg, und seine Schlittschuhe liegen jeweils auf einer Länge 10cm und einer Breite 4mm auf. Berechnen Sie damit die Gefrierpunktserniedrigung, die sich aus der Clausius-Clapeyron-Gleichung ergibt.