

TL IV: Thermodynamik für Lehramt im WS 2005/2006

Prof. Dr. Th. Franosch

Übungsblatt 4

Übung 1

Bei nicht zu tiefen Temperaturen ist die innere Energie eines Festkörpers eine lineare Funktion der Temperatur:

$$E(T) = C(T - T_0) + E_0 \quad . \quad (1)$$

Zwei Körper mit $E^{(i)} = C^{(i)}(T - T_0) + E_0^{(i)}$ ($i = 1, 2$) werden in thermischen Kontakt gebracht. Die Anfangstemperaturen seien $T_a^{(1)}$, $T_a^{(2)}$.

- Man berechne die Temperatur T im Endzustand (d.h. im Gleichgewicht nach Temperaturengleich).
- Man berechne die Entropieänderung $\Delta S = S_{\text{Ende}} - S_{\text{Anfang}} = S(T, T_a^{(1)}, T_a^{(2)})$ und zeige, daß $\Delta S > 0$ ist. Die Wärmeausdehnung kann dabei vernachlässigt werden.
- Man berechne die Entropieänderungen (mit $C^{(1)} = C^{(2)} = C$) $\Delta S^{(i)} = S_{\text{Ende}}^{(i)} - S_{\text{Anfang}}^{(i)}$ ($i = 1, 2$) für kleine $\Delta T = T_a^{(1)} - T_a^{(2)} > 0$ bis zur zweiten Ordnung in ΔT , skizziere den Verlauf von $\Delta S^{(i)}$ ($i = 1, 2$) als Funktion von $\Delta T/T_a^{(2)}$ und vergleiche mit ΔS .

Übung 2

Mit einem idealen Gas wird der in Skizze 1 dargestellte Kreisprozeß durchgeführt. Bei adiabatischer Zustandsänderung ($1 \rightarrow 2$) gilt $pV^\gamma = \text{const.}$ ($\gamma > 1$). Der Prozeß werde mit Hilfe zweier Wärmespeicher durchgeführt (2).

- Wie muß in den einzelnen Takten a,b,c geschaltet werden (siehe Skizze 2)? Vervollständigen Sie die Tabelle in Abbildung 3!
- Man berechne für einen vollen Zyklus das Verhältnis η der vom Gas geleisteten Arbeit zu der aus dem Reservoir T_1 entnommenen Wärme.

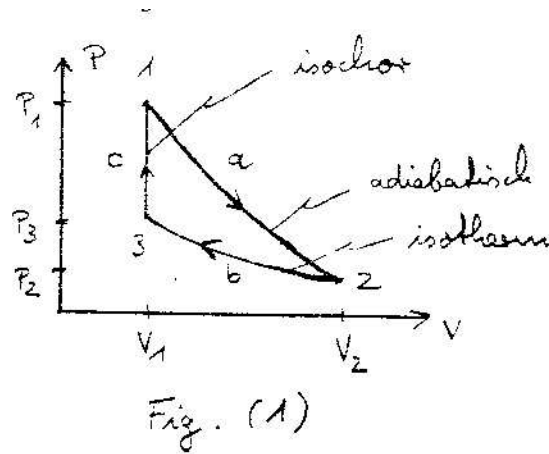


Abbildung 1: Der Kreisprozess im p-V-Diagramm

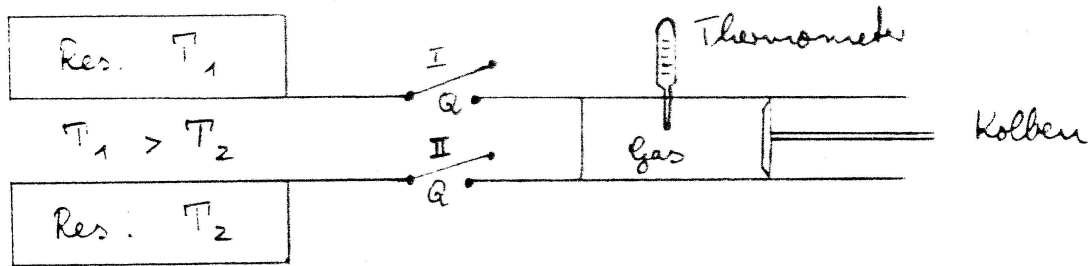


Abbildung 2: Realisierung des Kreisprozesses

Übung 3

Gegeben seien k Systeme mit den Anfangstemperaturen $T_i > 0$, $i = 1, \dots, k$. Die Systeme können nur untereinander Wärme austauschen, d.h. das zusammengesetzte System ist abgeschlossen. Die Temperatur im Endgleichgewicht (f) sei T_f . Für den Gesamtwärmeumsatz gilt daher

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^k \Delta Q_i = \sum_{i=1}^k \int_{T_i}^{T_f} C_V^{(i)}(T) dT = 0 \quad (2)$$

wobei ΔQ_i die dem i -ten System bei Temperaturengleichung zugeführte Wärme bezeichnet (d.h. sowohl $\Delta Q_i > 0$ wie $\Delta Q_i < 0$ ist möglich).

Zeigen Sie, daß $\Delta S = S_f - \sum_i S_i \leq 0$.

Hinweise:

- Beachten Sie, daß die T_i beliebige Werte haben, d.h. für manche gilt $T_i > T_f$, für andere $T_i < T_f$.
- Untersuchen Sie die Größe $\psi := T_f \Delta S$.

	a	b	c
I			
II			

Abbildung 3: Vervollständigen Sie die Tabelle!