

Übungsblatt 3

Abgabe Mittwoch 23.05.2018 - Besprechung 28.05.18

H4 - Beziehungen zwischen Koeffizienten

Es seien

$$\beta = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V, \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p, \quad \kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$$

der isochore Druckkoeffizient, der isobare Ausdehnungskoeffizient sowie die isotherme Kompressibilität. Zeigen Sie, dass gilt

$$\alpha = \beta \kappa_T p.$$

Hinweis: In dieser Aufgabe ist es nützlich, die partiellen Ableitungen wie in der Vorlesung als Funktionaldeterminanten auszuschreiben.

H5 - Wärmekapazitäten

Es gelte $\delta Q = dU + p dV$. Bei isobarer Prozessführung lässt sich die Wärmekapazität

$$C_p = \left(\frac{\delta Q}{\delta T} \right)_p$$

ermitteln. Zeigen Sie die Relation

$$C_p - C_V = TV \alpha^2 K.$$

Hierbei ist $K = -V \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T$ das Kompressionsmodul und $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$ die Wärmekapazität bei festgehaltenem Volumen.

Hinweis: Verwenden Sie die Integrabilitätsbedingung für die Zustandsfunktion U . Auch hier kann es hilfreich sein, die partiellen Ableitungen als Funktionaldeterminanten auszuschreiben.

H6 - Carnot-Prozess und Hohlraumstrahlung

1. Bestimmen Sie die Adiabaten-Gleichung für ein System mit den Zustandsgleichungen

$$U = V f(T), \quad p = \frac{1}{3} f(T)$$

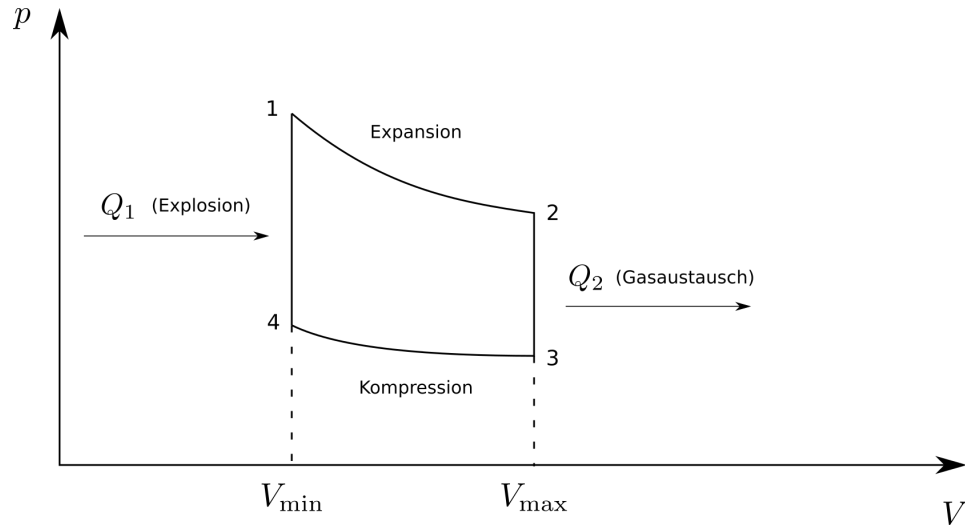
2. Betrachten Sie nun einen Carnot-Prozess mit dem obigen System als Arbeitsmedium und berechnen Sie den Wirkungsgrad.
3. Fordern Sie nun, dass der Prozess reversibel ablaufe. Folgern Sie daraus, dass $f(T) = \sigma T^4$ gelten muss. Was folgt daraus für den Wirkungsgrad?

Übungsblatt 3

Abgabe Mittwoch 23.05.2018 - Besprechung 28.05.18

H7 - Otto-Motor

Beim Otto-Motor läuft schematisch der folgende Kreisprozess ab:



- 1 → 2 Adiabatische Expansion
- 2 → 3 Abkühlung bei V_{\max} (Gasaustausch)
- 3 → 4 Adiabatische Kompression
- 4 → 1 Erwärmung bei V_{\min} (Explosion)

Wir betrachten als Arbeitsmedium ein ideales Gas. Die Energiezufuhr erfolgt beim Otto-Motor während des Gasaustausches durch Zufuhr von chemischer Energie. Hier wird das durch die Wärmezufuhr Q_1 nach der Kompression simuliert. Dabei ändert sich die Zusammensetzung des idealen Gases nicht.

1. Zeigen Sie, dass der Wirkungsgrad durch

$$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_4} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

gegeben ist.

2. Drücken Sie unter Zuhilfenahme der Adiabaten-Gleichung für ein ideales Gas den Wirkungsgrad durch das Verdichtungsverhältnis V_{\min}/V_{\max} aus.