

---

Abgabe: 23. Mai 2022

## Serie 11

### Aufgabe 1: Adiabatische Kompression

Ein ideales Gas wird adiabatisch von  $p_1 = 1 \text{ bar}$ ,  $V_1 = 4 \text{ l}$  und  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  auf  $p_2 = 10 \text{ bar}$  und  $V_2 = 1 \text{ l}$  komprimiert.

- Berechnen Sie den Adiabatenkoeffizient  $\gamma$  für dieses Gas. Handelt es sich bei dem Gas um ein mono-, bi- oder polyatomares Gas?
- Berechnen Sie die Temperatur nach der Kompression.

### Aufgabe 2: Messung des Adiabatenkoeffizienten (Methode nach Clément-Desormes)

Das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten bei konstantem Druck  $c_p$  und bei konstantem Volumen  $c_v$  wird Adiabatenkoeffizient  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$  genannt. Er kann beispielsweise mit dem Versuch von Clément und Desormes experimentell bestimmt werden.

Dazu nehme man eine Gasflasche mit Volumen  $V$ . Über ein Ventil lässt sich mit einer Pumpe ein Überdruck  $\Delta p_1$  gegenüber dem Umgebungsdruck  $p_0$  erzeugen. Die Flasche habe ferner ein angeschlossenes U-Rohr mit einer Flüssigkeit, um den in ihr herrschenden Druck zu messen. Wartet man nun hinreichend lange, stellt sich ein thermisches Gleichgewicht (Temperatur  $T_0$ ) mit der Umgebung ein. Wird nun das Ventil kurz geöffnet, erfolgt eine adiabatische Zustandsänderung von  $(p_0 + \Delta p_1, T_0)$  zu  $(p_0, T_1)$ <sup>1</sup>. Anschließend beobachtet man einen erneuten (isochoren) Druckanstieg  $\Delta p_2$  bis die Temperatur wieder  $T_0$  beträgt. Nehmen Sie an, dass es sich um ein ideales Gas handelt.

- Zeichnen Sie diese Vorgänge in ein  $pV$ -Diagramm ein. Beginnen Sie mit dem Zustand, bei dem der erste Überdruck  $\Delta p_1$  in der Flasche herrscht und das thermische Gleichgewicht mit der Umgebung sich eingestellt hat. In welche Richtung ändert sich die Temperatur der Luft beim Druckausgleich?
- Zeigen Sie, dass der Adiabatenkoeffizient durch die Druckunterschiede  $\Delta p_1$  und  $\Delta p_2$  gegeben ist als

$$\gamma = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_1 - \Delta p_2}$$

unter den Annahmen, dass  $\Delta p_1 \ll p_0$  und  $\Delta p_2 \ll p_0$  ist.

*Hinweis:* Benutzen Sie die Poissonsche Gleichung  $p^{1-\gamma}T^\gamma = \text{const}$ , die man aus der Adiabatengleichung und dem idealen Gasgesetz erhält.

### Aufgabe 3: Kreisprozess

Eine Wärmekraftmaschine wird mit  $m = 3.0 \text{ g}$  Argon ( $^{40}\text{Ar}$ ), einem einatomigen idealen Gas, betrieben und durchläuft die folgenden Zustände:

---

<sup>1</sup>Bedenken Sie, dass auch das Schliessen des Ventils eine Zustandsänderung darstellt.

1  $\rightarrow$  2 Isochore Erwärmung um  $\Delta T = 65^\circ\text{C}$ ,

2  $\rightarrow$  3 Isotherme Expansion um  $\Delta V = 320\text{ ml}$ ,

3  $\rightarrow$  4 Isochore Abkühlung auf die Anfangstemperatur,

4  $\rightarrow$  1 Isotherme Kompression auf den Anfangszustand,

Die Anfangstemperatur ist  $T_1 = 135^\circ\text{C}$  und das Arbeitsvolumen am Anfang  $V_1 = 100\text{ ml}$ .

- a) Zeichnen sie das  $pV$ -Diagramm für den beschriebenen Kreisprozess.
- b) Bestimmen sie den Druck für alle vier Zustände.
- c) Welche Arbeit verrichtet die Maschine während eines Zyklus an der Umgebung?