

**Physikalisches Praktikum für Anfänger - Teil 1**  
**Gruppe 2 - Wärmelehre**

## 2.8 Bestimmung von $c_p/c_v$ nach Clément und Desormes

### 1 Grundlagen

Der Zustand eines Gases wird durch seinen Druck  $p$ , seine Temperatur  $T$  und das vom Gas eingenommene Volumen  $V$  beschrieben. Die **Wärmekapazität**  $C$  einer bestimmten Menge eines Gases ist die Wärmeenergie  $\Delta Q$ , die zugeführt werden muss, um die Gastemperatur um 1 K zu erhöhen. Da bei konstantem Druck nicht nur Energie für die Temperaturerhöhung sondern auch für die Vergrößerung des Volumens aufgebracht werden muss, unterscheiden sich bei Gasen die Wärmekapazitäten bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen:

$$C_p = \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_p, \quad C_v = \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_v. \quad (1)$$

Hierbei bezeichnet der Index die bei einer Messung konstant zu haltende Größe. An der Zustandsgleichung idealer Gase

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T, \quad (2)$$

$n$  – Anzahl der Mole im Volumen  $V$   
 $R$  – allgemeine Gaskonstante

erkennt man, dass für isotherme Zustandsänderungen  $p \cdot V = \text{konst}$  gilt. Für Zustandsänderungen, bei denen das Gas keine Wärmeenergie mit der Umgebung austauscht (*adiabatische* Prozesse,  $\Delta Q = 0$ ), ergibt sich über den ersten Hauptsatz der Thermodynamik für ideale Gase die Adiabatengleichung

$$p \cdot V^\gamma = \text{konst}, \quad (3)$$

wobei für den *Adiabatexponent*  $\gamma$  gilt

$$\gamma = C_p/C_v = c_p/c_v. \quad (4)$$

Dabei sind  $c_p$  und  $c_v$  die jeweiligen spezifischen Wärmekapazitäten.

In diesem Versuch soll mit Hilfe der Methode von Clément und Desormes der Adiabatexponent von Luft bestimmt werden.

### 2 Aufbau und Durchführung

Ein Standgefäß mit dem Volumen  $V$  ist über jeweils ein Ventil mit der Umgebung und mit einem Blasebalg verbunden (Abb. 1). Mit seiner Hilfe kann im Volumen ein Überdruck erzeugt werden, der an einem offenen, mit Glycerin gefüllten U-Rohr abgelesen werden kann. Gehen Sie zur Bestimmung von  $\gamma$  folgendermaßen vor:

1. Erzeugen Sie im Standgefäß vorsichtig einen Überdruck  $\Delta p_1$ , ohne dass Glycerin aus dem U-Rohr läuft. Schließen Sie das Ventil 2.

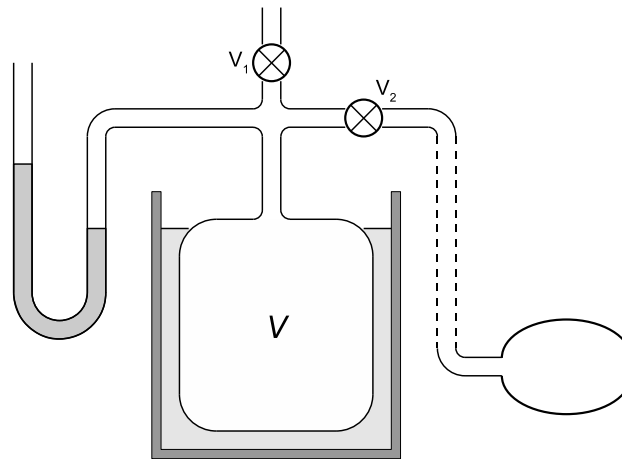


Abbildung 1: Versuchsaufbau nach Clément und Desormes

- Öffnen Sie nach Erreichen des Temperaturgleichgewichtes (einige Minuten) kurzzeitig Ventil 1, so dass ein Druckausgleich stattfindet. Schließen Sie Ventil 1 unmittelbar danach. Die nach dem Öffnen des Ventils einsetzende Expansion des Gases ist wegen ihrer Schnelligkeit in guter Näherung adiabatisch und erfolgt deshalb unter Abkühlung. Mit Gl. (3) erhält man

$$(p + \Delta p_1) \cdot V^\gamma = p \cdot (V + \Delta V)^\gamma \quad (5)$$

- Das eingeschlossene Gas erwärmt sich im Laufe einiger Minuten wieder auf Zimmertemperatur und es entsteht ein Überdruck  $\Delta p_2$ . Notieren Sie  $\Delta p_2$ .

Da das Gas vor der adiabatischen Expansion ebenfalls Zimmertemperatur hatte liegen die beiden Zustände unter der Näherung  $\Delta V/V \ll 1$  auf einer Isothermen. Über Gl. (2) erhält man

$$(p + \Delta p_1) \cdot V = (p + \Delta p_2) \cdot (V + \Delta V). \quad (6)$$

Mit

$$(V + \Delta V)^\gamma = V^\gamma \cdot \left(1 + \frac{\Delta V}{V}\right)^\gamma \approx V^\gamma \left(1 + \gamma \frac{\Delta V}{V}\right) \quad (7)$$

ergibt sich aus Gl. (5) und Gl. (6) unter der Annahme, dass  $\Delta p_2/p \ll 1$  ist,

$$c_p/c_v = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_1 - \Delta p_2} \quad (8)$$

#### Aufgaben:

- Messen Sie das Verhältnis der spezifischen Wärmen mehrmals und mitteln Sie die gefundenen Werte.
- Welchen Einfluss hat die während des Experimentes entwichene Luft auf das Ergebnis?

**Literatur:** Gehrtsen Physik: Kap. 5.2.