

Messung von molaren Massen

Protokoll zum Versuch Nummer W4 vom 4. Mai 2015

Frederik Edens, Dennis Eckermann

Gruppe 6mo

f_eden01@uni-muenster.de

dennis.eckermann@gmx.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Auswertung	3
2.1. Bestimmung von κ nach Rüchardt-Flammersfeld	3
2.2. Bestimmung von κ nach Clément-Desormes	3
3. Diskussion	5
A. Anhang	6
A.1. Fehlerrechnung	6

1. Einleitung

In diesem Versuch wird der Adiabatenexponent κ mit Hilfe zweier Methoden bestimmt.

Essentiell sind hier die Poissonschen Gleichungen, welche Druck, Volumen und Temperatur bei adiabatischen Zustandsänderungen verknüpfen. Die Poissonschen Gleichungen lauten,

$$\begin{aligned} T \cdot V^{\kappa-1} &= \text{const}' \\ p \cdot V^{\kappa} &= \text{const}'' \\ \frac{T^{\kappa}}{p^{\kappa-1}} &= \text{const}''' \end{aligned} \tag{1.1}$$

unter Verwendung dieser Gleichungen lassen sich geschlossene Formeln für κ herleiten.

κ ist der Quotient der molaren Wärmekapazitäten $c_{m,p}$ und $c_{m,V}$.

$c_{m,p}$ ist die Wärmekapazität bei konstantem Druck und $c_{m,V}$ die Wärmekapazität bei konstantem Volumen, für κ folgt,

$$\kappa = \frac{c_{m,p}}{c_{m,V}} = \frac{f+2}{f}$$

f ist die Zahl der Freiheitsgrade.

Die erste Methode ist die Bestimmung von κ nach Rüchard-Flammersfeld. In diesem Versuchsaufbau befindet sich ein Glasrohr, welches mit einem Gummistopfen an einer großen Flasche befestigt ist. In die Flasche wird konstant entweder Luft, Argon oder CO₂ hineingepumpt. Das Glasrohr hat auf etwa halber Höhe einen Schlitz durch den Gas entweichen kann, das Glasrohr besitzt die Fläche A.

In diesem Rohr befindet sich ein Schwingkörper, der durch das zuströmende Gas und dem Schlitz zu einer harmonischen Schwingung angeregt wird.

Die Kreisfrequenz lässt sich herleiten zu,

$$\omega^2 = + \frac{\kappa p_0 A^2}{m V_0} \tag{1.2}$$

mit Hilfe der Schwingungsdauer $T = \frac{2\pi}{\omega}$ folgt für κ ,

$$\kappa = \frac{4\pi^2 m V_0}{p_0 A^2 T^2} \tag{1.3}$$

V_0 und p_0 sind Volumen und Druck des Gases in der Gleichgewichtslage, m ist die Masse des Schwingkörpers.

Somit kann anhand der Schwingungsdauer des Schwingkörpers der Adiabatenexponent bestimmt werden.

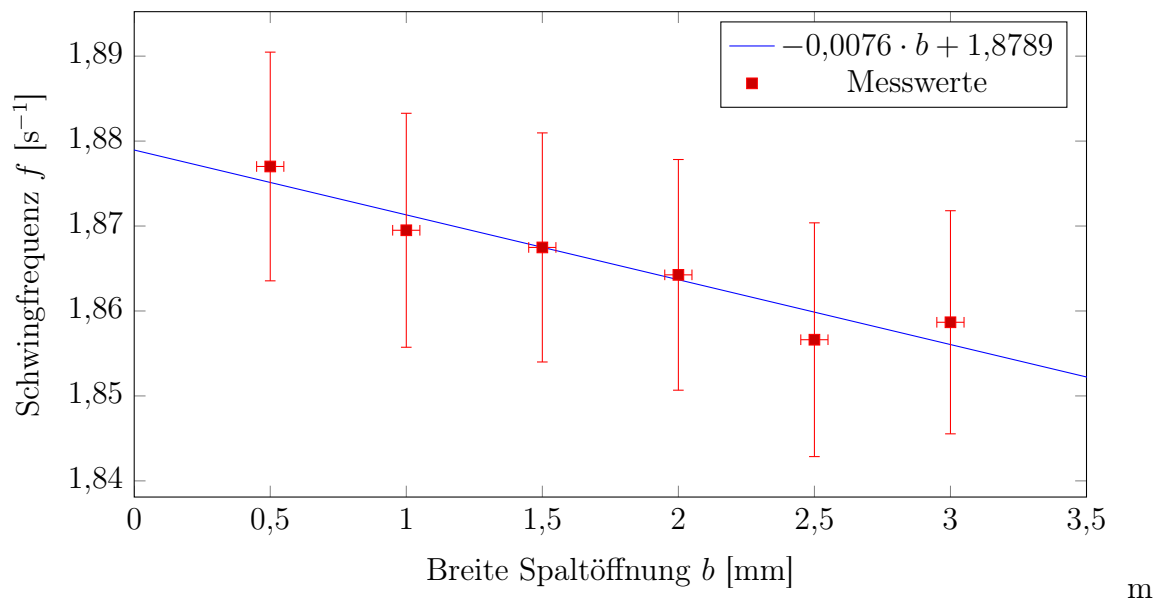
Die zweite Methode ist die Bestimmung von κ nach Clément-Desormes.

Bei dieser Methode ist ein großes Glasgefäß mit Luftgefüllt und mit einem Flüssigkeitsbarometer verbunden. Während der Belüftungshahn geschlossen ist wird der Druck im Gefäß erhöht.

Durch richtiges Timing beim Umdrehen des Hahns kann der Expansionsprozess als adiabatisch angesehen werden. Durch weitere thermodynamische Überlegungen und Annahmen und unter der Verwendung der Poissonschen Gleichungen folgt für den Adiabatenexponent,

$$\kappa = \frac{h_1}{h_1 - h_3} \quad (1.4)$$

h_1 ist die Höhe des Flüssigkeitsbarometers nachdem der Druck erhöht wurde und h_3 ist die Höhe nachdem der Hahn umgedreht wurde. Mit Hilfe dieser Formel lässt sich mit diesem Versuchsaufbau der Adiabatenexponent bestimmen.



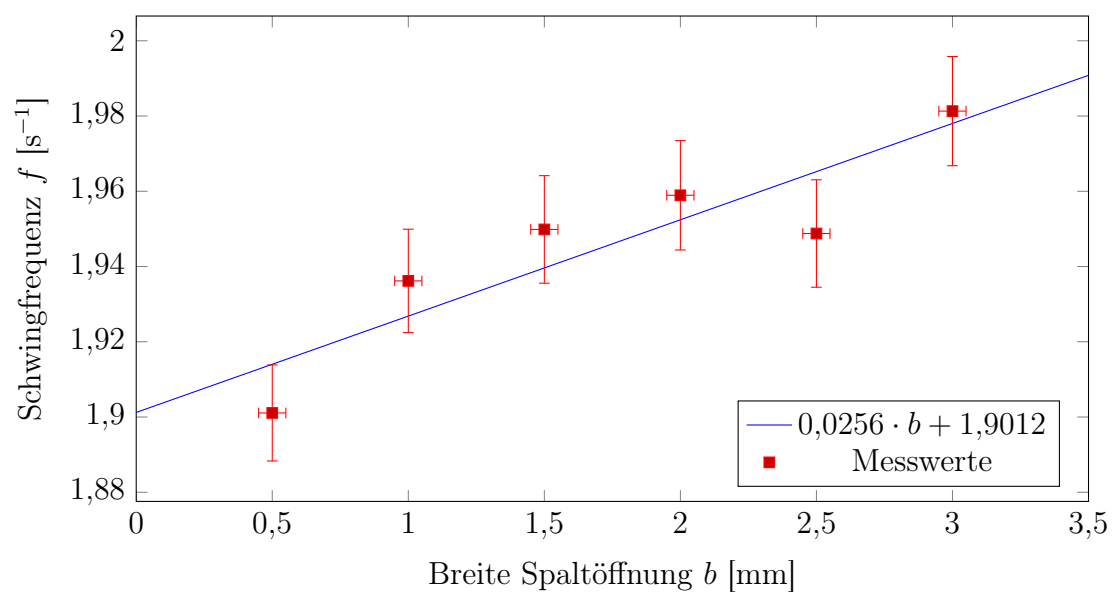
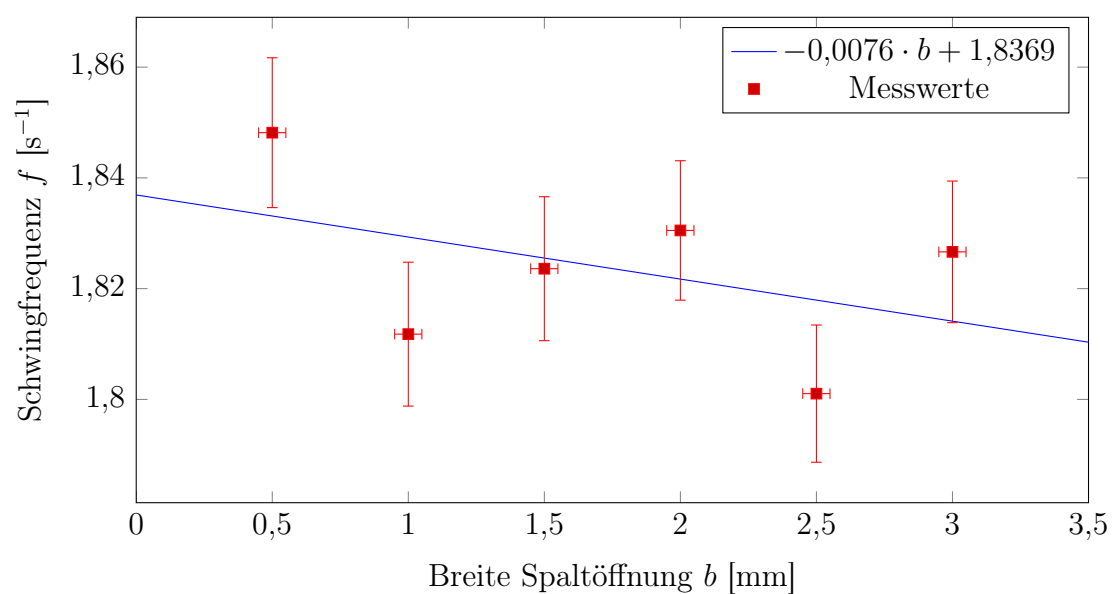
h_1 [cm]	h_3 [cm]	κ	f
$10,6 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	$1,377 \pm 0,019$	$5,31 \pm 0,27$
$10,6 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	$1,342 \pm 0,018$	$5,85 \pm 0,31$
$10,2 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	$1,342 \pm 0,019$	$5,85 \pm 0,32$
$13,5 \pm 0,1$	$3,6 \pm 0,1$	$1,364 \pm 0,015$	$5,50 \pm 0,22$
$8,5 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$1,371 \pm 0,023$	$5,39 \pm 0,34$
$8,2 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$1,390 \pm 0,025$	$5,13 \pm 0,33$

Tabelle 1 – Messwerte...

2. Auswertung

2.1. Bestimmung von κ nach Rüchardt-Flammersfeld

2.2. Bestimmung von κ nach Clément-Desormes

Abbildung 2 – b - f -Diagramm mit ArgonAbbildung 3 – b - f -Diagramm mit CO₂

3. Diskussion

A. Anhang

A.1. Fehlerrechnung

In diesem Versuch werden alle Messgrößen linear oder anti-proportional berechnet. Daher ist der Fehler aller vorkommenden Größen $y(x_1, \dots, x_n)$ gegeben durch

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(y \frac{\Delta x_i}{x_i} \right)^2} = |y| \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta x_i}{x_i} \right)^2} \quad (\text{A.1})$$