

Versuch 4: Pohlsches Rad

Jascha Fricker, Benedict Brouwer

17. April 2022

Einleitung

Dieser Versuch beschäftigt sich mit dem Verhalten von Gasen bei verschiedenen Drücken und Temperaturen. Dabei wird nicht nur bei niedrigem Druck das gasförmige Verhalten untersucht, sondern auch bei hohem Druck der Übergang zur flüssigen Phase.

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	2
2	Experimentelles Vorgehen	2
3	Ergebnisse	3
4	Diskussion	4

1 Theorie

Wenn bei niedrigem Druck die Wechselwirkung zwischen den Gasmolekülen vernachlässigt werden kann, kann das Verhalten eines Gases sehr gut mit der idealen Gasgleichung

$$\begin{aligned} pV &= nRT \\ n &= \frac{pV}{RT} \end{aligned} \quad (1)$$

(Siehe [2, (1)]) beschrieben werden. So kann auch bei gegebenem Druck p , Temperatur T Volumen V und Gaskonstanten R die molare Stoffmenge n bestimmt werden.

Wenn hingegen die Wechselwirkung zwischen der Teilchen a mit dichtester Kugelpackung b berücksichtigt werden soll, gilt die Van der Waals Gleichung [2, (4)]:

$$\left(p + \left(\frac{n}{V} \right)^2 \cdot a \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T \quad (2)$$

Diese Gleichung beschreibt auch den Phasenübergang von gasförmig zu flüssig bei niedrigen Temperaturen. Wenn man den Druck p gegen das Volumen bei konstanter Temperatur aufträgt, entsteht ein sogenannter Isotherm. Dieser hat bei niedrigen Temperaturen zwei Extrema und einen Wendepunkt. Ein wichtiger Parameter eines Gases ist die kritische Temperatur T_{krit} , bei der Isothermen dieser Temperatur fallen Wendepunkt und Extrema zu einem Sattelpunkt zusammen. Für $T < T_{krit}$ gibt es bei der Isothermen ein Bereich, wo die Messwerte nicht der Kurve folgen, sondern ein konstantes Wert entsteht. Dieser wird als Dampfdruck p_d bezeichnet. Hier liegen sowohl Flüssigkeit als auch Gas vor. Die Höhe dieser Geraden kann auch rechnerisch durch die Maxwell-Konstruktion bestimmt werden. Der Zusammenhang zwischen Dampfdruck und Temperatur kann mit der Clausius-Clapeyron-Gleichung [2, (9)] beschrieben werden.

$$\frac{\delta p_d}{\delta T} = \frac{L}{T \cdot (V_g - V_{fl})} \quad (3)$$

mit Verdampfungsenthalpie L , Gasvolumen V_g und Flüssigkeitsvolumen V_{fl} .

2 Experimentelles Vorgehen

In dem Messaufbau konnte das Volumen der Kuvette, in dem das Gas eingeschlossen wurde, verändert und gemessen werden. Die Temperatur wurde durch ein Wasserbad auf einer konstanten Temperatur gehalten und durch ein Thermometer gemessen. Der Druck wurde mithilfe eines Manometers gemessen.

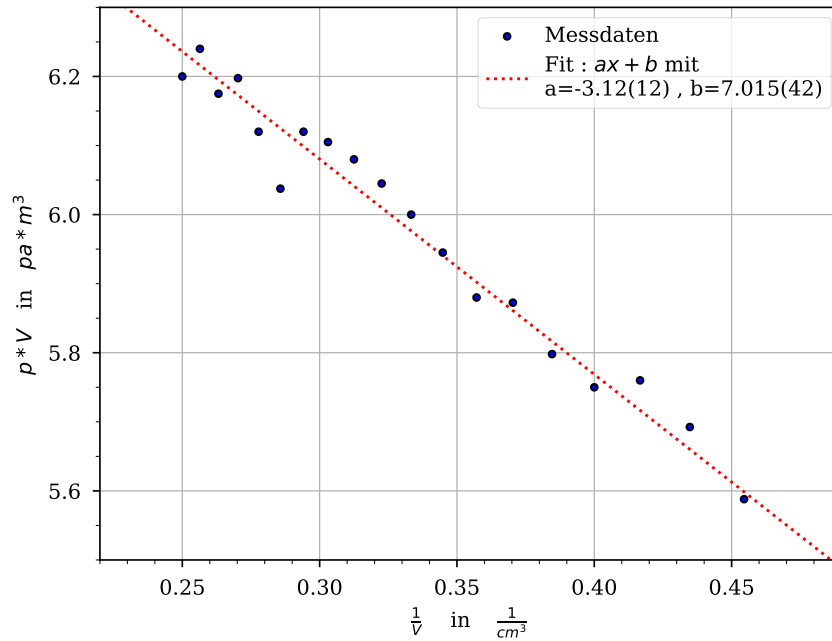


Abbildung 1: Bestimmung der molaren Stoffmenge n

3 Ergebnisse

Mithilfe der genauen Messreihe bei 50°C wurde durch einen Fit der Funktion 1 im Graph 1 die molare Stoffmenge $n = 0,002613(16)\text{mol}$ bestimmt. Diese molare Masse wurde für alle Messreihen benutzt.

Die Isothermen sind im Graphen 2 dargestellt, wobei der Druck gegen das Volumen aufgetragen wurde.

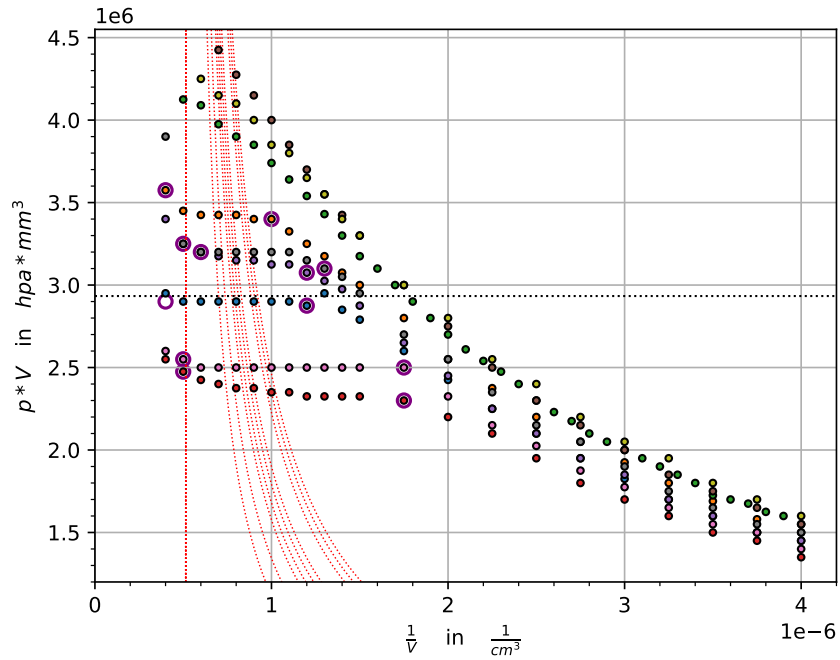


Abbildung 2: Isotherme bei verschiedenen Temperaturen

4 Diskussion

$$\begin{aligned}
 T_{krit}SF_6 &= 45,55^\circ\text{C} [1] \\
 p_{krit}SF_6 &= 37,53\text{bar} [1] \\
 \rho_{krit}SF_6 &= 735\text{kg m}^{-3} [1]
 \end{aligned}$$

Temperatur in °C	Dampfdruck in bar
20 °C	2,108 MPa
30 °C	2,66 MPa
40 °C	3,31 MPa

Tabelle 1: Literaturwerte

Literatur

- [1] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. *GESTIS SToffdatenbank, Eintrag Schwefelhexafluorid.*
- [2] Technische Universität München. Aufgabenstellung Zustandsgleichung reeller Gase (ZUS). <https://www.ph.tum.de/academics/org/labs/ap/ap1/ZUS.pdf>, Februar 2021.