

Auswertung

Ideales und reales Gas
Versuch P2-47,48,49

Iris Conradi und Melanie Hauck
Gruppe Mo-02

13. Mai 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Jollysches Gasthermometer	3
2	Bestimmung von κ	4
2.1	Methode von Clément-Desormes	4
2.2	Vergleichsmessungen	4
2.3	Methode von Rüchardt	5
3	Dampfdruckkurve	5

1 Jollysches Gasthermometer

Zur Bestimmung des Spannungskoeffizienten von Luft soll Gleichung (7) aus der Vorbereitung verwendet werden. Dazu benötigen wir den thermischen Ausdehnungskoeffizienten γ des Rezipienten. Es soll der Wert für Duranglas $\gamma = 1.47 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$ verwendet werden. Außerdem benötigen wir eine Abschätzung für das Rezipientenvolumen V und den schädlichen Raum v .

Den Durchmesser des Rezipienten haben wir mit 6 cm abgeschätzt. Es ergibt sich also, da der Rezipient kugelförmig war, ein Volumen von $V = 1.13 \cdot 10^{-4} \text{m}^3$.

Die Kapillarröhre, die den schädlichen Raum bildet (siehe Skizze im Messprotokoll), hat in etwa eine Länge von 51 cm und einen Durchmesser von 1.5 mm. Somit ergibt sich $v = 9,012 \cdot 10^{-7} \text{m}^3$.

Außerdem benötigen wir die Siedetemperatur des Wassers. Im Raum herrschte ein Luftdruck von 1005 mbar, damit ergibt sich mit Hilfe der Formel, die am Versuchsplatz angegeben war, $\vartheta_b = 99.77^\circ\text{C}$.

Die Zimmertemperatur bestimmen wir mit Hilfe von Gleichung (5) aus der Vorbereitung. Die Werte mit Index 1 entnehmen wir der Messung bei 0°C , die Werte mit Index 2 liegen bei Zimmertemperatur vor. Mit unseren Messwerten ergibt sich ein Wert von 297.99 K. Dies entspricht $T_Z = 24.84^\circ\text{C}$. Am Ende des Versuches wurde eine Zimmertemperatur von 25°C gemessen. Dies passt gut zu unserem Wert.

Damit ergibt sich für den Spannungskoeffizienten:

$$\alpha = 3,59 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \tag{1}$$

Damit ergibt sich der absolute Nullpunkt nach Gleichung (8) aus der Vorbereitung zu -278.47°C , dies ist um etwa 5°C kälter als erwartet. Dies entspricht einer Abweichung von etwa 2%.

2 Bestimmung von κ

2.1 Methode von Clément-Desormes

Wir haben vier Messungen durchgeführt, bei denen wir die Druckausgleichsdauer 2-3s gewählt haben. Der Betreuer hat angegeben, dass in diesem Bereich der Prozessschritt als adiabatisch angenommen werden kann. In Tabelle 2 sind unsere Ergebnisse für den Adiabatenexponenten zu finden. Zur Berechnung wurde Gleichung (15) aus der Vorbereitung verwendet. Für die Druckdifferenzen kann man direkt die Höhendifferenzen verwenden, da sich durch die Division die Masse des Öls im Manometer herauskürzt. Als Mittelwert

Öffnungsdauer	Δh_1	Δh_2	κ
2,15s	6,3cm	1,3cm	1,26
3s	16,2cm	2,1cm	1,15
3,31s	11,7cm	2,7cm	1,13
3,5s	4,3cm	0,85cm	1,25

Tabelle 1: Clément-Desormes

ergibt sich $\kappa = 1.2$. Bei 20°C beträgt der Adiabatenexponent von Luft etwa 1.4. Unser Messwert hat eine Abweichung von etwa 14%. Allerdings betrug die Raumtemperatur eher 25°C. Unser Messwert liegt aber in der richtigen Größenordnung.

2.2 Vergleichsmessungen

Wir haben Vergleichsmessungen bei größeren Druckausgleichsdauern vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle ?? zu finden. Diese Messwerte liegen dichter am wahren Wert

Öffnungsdauer	Δh_1	Δh_2	κ
5,56s	13,6cm	2,5cm	1,23
9,93s	12cm	2,5cm	1,26

Tabelle 2: Clément-Desormes

als der Mittelwert bei 2-3s. Daher können wir nicht sagen, dass der Teilprozess bei 2-3s hinreichend adiabatisch abgelaufen ist. Diese Vergleichswerte legen nahe, dass 3s eher zu kurz sind. Jedoch haben wir an der Ölsäule gesehen, dass der Druck nach 3s vollständig ausgeglichen war.

2.3 Methode von Rüchardt

Die Durchführung des Versuches war sehr schwierig. Häufig ist keine Schwingung zustande gekommen. Nachdem wir darauf geachtet hatten, dass die Stopfen besonders fest auf der Flasche saßen, funktionierte es deutlich häufiger. Manchmal blieb die Kugel jedoch stecken. Unsere erste Messung werden wir im Folgenden nicht verwenden, da wir uns hierbei verzählt haben.

Zur Bestimmung von κ bilden wir zunächst den Mittelwert der Schwingungsdauer. Es ergibt sich $T = 1.109$ s.

Für Gleichung (20) aus der Vorbereitung benötigen wir noch folgende Größen: das Volumen in der Ruhelage $V_0 = 101$ (Ruhelage der Kugel befand sich etwa in Höhe der Flaschenöffnung), Masse der Kugel $m = 16.68$ g, Querschnittsfläche des Glasrohrs $A = 2.01$ cm² und den Druck der in der Ruhelage der Kugel in der Flasche herrscht $P = P_0 + P_K = 101.31$ kPa. Damit ergibt sich $\kappa = 1.31$. Dieser Wert weicht um 6.4% vom Literaturwert ab.

3 Dampfdruckkurve

Die Dampfdruckkurve ist in Abbildung 1 dargestellt. Wir haben die Werte für den Druck durch Differenzbildung der Manometerstände. Da es sich um ein geschlossenes Manometer handelt, muss man den Druck in der Kammer hinzuaddieren (bei offenen Manometern ist dies der Luftdruck). Wie man an unseren Messwerten sehen kann, sind die Quecksilbersäulen bei etwa 25°C gleich hoch. Somit muss der Druck im Manometer dem Sättigungsdampfdruck¹ bei 25°C entsprechen. Dieser beträgt 151.199 Torr. Dieser Wert musste zu dem Schweredruck des Quecksilbers hinzuaddiert werden.

Man sieht an Abbildung 1, dass die Werte für fallende und steigende Temperaturen sehr gut zusammenpassen. Außerdem weist die Kurve den erwarteten exponentiellen Verlauf auf (Boltzmann-Faktor gibt Verhältnis zwischen flüssigen und gasförmigen Teilchen an). Daher ergibt sich bei Auftragung mit dem natürlichen Logarithmus in y-Richtung annähernd eine Gerade.

Zur Bestimmung der Verdampfungswärme verwenden wir Gleichung (23) aus der Vorbereitung. Dazu wählten wir $P_0 = 1$ mmHg. Die molare Verdampfungswärme bestimmt man aus der Steigung der Regressionsgeraden. Diese ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Punkte bilden eine sehr gute Gerade. Die Steigung der Ausgleichsgeraden beträgt: -4025.37 K (Standardabweichung etwa 2%).

¹berechnet mit http://www.ddbst.com/en/online/Online_Calc_vap_Form.php

3 Dampfdruckkurve

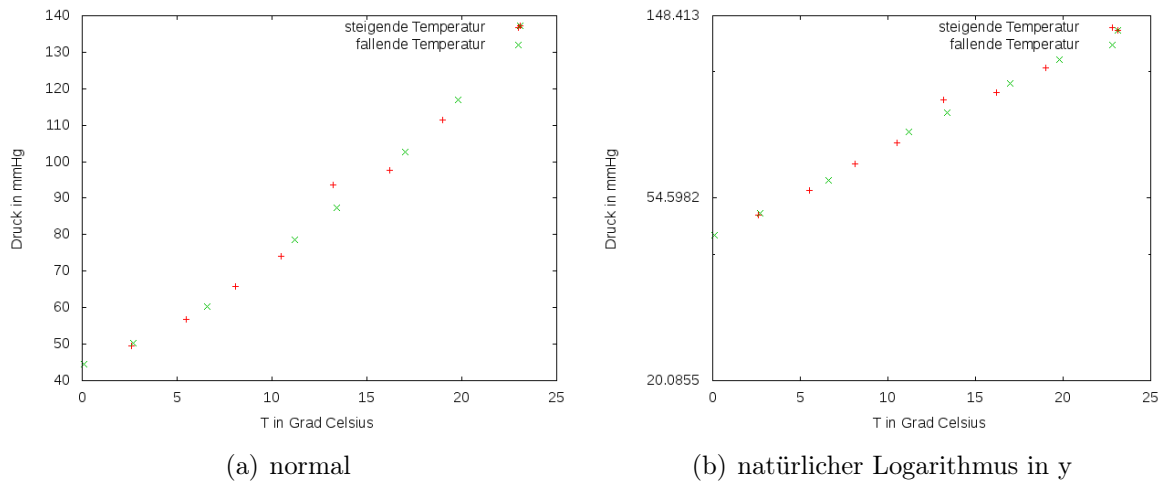


Abbildung 1: Dampfdruckkurve

Damit ergibt sich die molare Verdampfungswärme:

$$\Lambda_m = \frac{\Lambda}{n} = 33.47 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad (2)$$

Die Größenordnung unseres Wertes ist richtig (Literaturwert $\Lambda_m = 28.85 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$). Unser

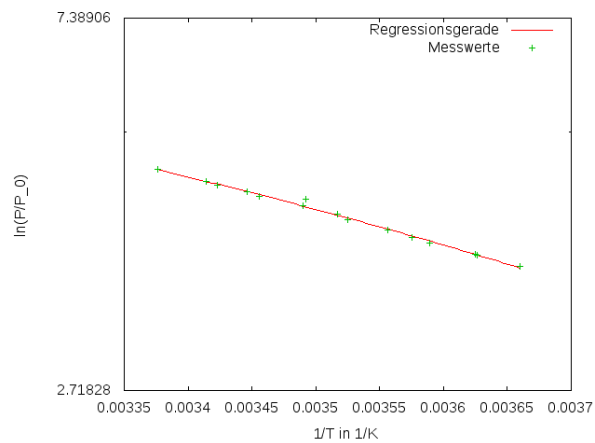


Abbildung 2: molare Verdampfungswärme

Wert weicht um 16% vom Literaturwert ab.