

1 Einleitung

In diesem Versuch werden molare Massen mittels zwei verschiedener Methoden bestimmt. Einmal mit der Dampfdichtemethode, das andere mal mit der Gefrierpunktserniedrigung. Zunächst ist als molare Masse das Verhältnis der Masse und der Stoffmenge definiert,

$$M = \frac{m}{\nu} \frac{g}{mol} \quad (1.1)$$

wobei ν die Stoffmenge ist und m die Masse.

Ein Mol ist definiert als die Anzahl der Teilchen die in 12g des Kohlenstoffisotops ^{12}C enthalten sind. Das Molvolumen ist definiert durch das Volumen durch die Stoffmenge

$$V_m = \frac{V}{\nu} = \frac{M}{\rho} \frac{m^3}{mol} \quad (1.2)$$

V ist das Volumen und $\rho = \frac{m}{V}$ die Dichte des Stoffes.

Aus der idealen Gasgleichung folgt für eine Stoffmenge von einem Mol.

$$V_m = \frac{RT}{p} \quad (1.3)$$

R ist die allgemeine Gaskonstante und hat den Wert $8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ und T ist die Temperatur.

Unter Normalbedingungen beträgt das molare Volumen eines idealen Gases bei einem Mol Stoffmenge etwa $22,41 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$.

Für eine Stoffmenge von einem Mol ergibt sich für 1.2

$$\frac{M}{V_{m0}} = \frac{m}{V_0} \quad (1.4)$$

durch die ideale Gasgleichung bei Normalbedingungen und einigen weiteren Schritten ergibt sich,

$$M = m \frac{V_{m0}}{V} \frac{p_0}{p} \frac{T}{T_0} \quad (1.5)$$

diese wird in der weiteren Auswertung gebraucht, m ist die Masse der Probesubstanz p_0 und T_0 sind Druck und Temperatur unter Normalbedingungen.

Da die Probesubstanz mit einer Spritze aufgezogen wird, ist diese nicht direkt messbar. Es ist nur die Differenz der Massen der jeweils gefüllten und leeren Spritzen bekannt.

Es kommt noch ein Zusatzterm hinzu, der dem Auftrieb zu verschulden ist, somit folgt

$$m = (m_2 - m_1) + \rho_L V_{Fl} \quad (1.6)$$

ρ_L ist die Dichte der Luft und V_{Fl} das Volumen der Probesubstanz.

Damit sind die grundlegenden Formeln für die Dampfdichtemethode besprochen, zur funktionsweisen der Apparatur mehr im Versuchsteil.

Bei der Gefrierpunktserniedrigung wird die molare Masse, durch die Änderung des Gefrierpunkts eines Stoffes, in dem ein anderer Stoff in diesem gelöst wird, bestimmt.

Diese wird durch folgende Formel beschrieben,

$$\Delta T = K \frac{1}{m_L} \frac{m_S}{M_S} \quad (1.7)$$

K heißt kryoskopische Konstante und ist für Lösungsmittel die charakteristische Größe, in diesem Fall ist das Lösungsmittel Cyclohexan. Hierfür hat K den Wert $20,2 \cdot 10^3 \frac{\text{g} \cdot \text{K}}{\text{mol}}$. m_L ist die Masse des Lösungsmittels m_S die Masse der gelösten Substanz und M_S ist die molare Masse der gelösten Substanz.

Diese lässt sich durch einfaches umstellen der Formel berechnen,

$$M_S = K \frac{1}{m_L} \frac{m_S}{\Delta T} \quad (1.8)$$

damit lassen sich die gewünschten Berechnungen durchführen.

2 Versuchsteil

2.1 Messung der molaren Masse anhand der Dampfdichtemethode

2.1.1 Auswertung

2.2 Messung der molaren Masse anhand der Gefrierpunktserniedrigung

In diesem Teil wird im Lösungsmittel Cyclohexan eine geringe Menge Eicosan gelöst und der Unterschied der Gefrierpunkte gemessen. Dabei liegen die Mengen bei $(16,27 \pm 0,02) \text{ g}$ Cyclohexan und $(0,39 \pm 0,01) \text{ g}$ Eicosan.

Zunächst wurde der Gefrierpunkt des Cyclohexans gemessen. Dafür wurde die Substanz in einem Reagenzglas in ein Eisbad gelegt und unter ständigem Rühren abgekühlt. Wird ein Plateau erreicht, wurde der Gefrierpunkt ermittelt. Dieser liegt bei $T_1 = (6,6 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$.

Die Ermittlung des Gefrierpunkts für das Stoffgemisch aus Cyclohexan und Eicosan ist analog, nur ist das Rühren noch wichtiger als vorher. Hier liegt der Gefrierpunkt bei $T_2 = (3,3 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$.

Damit beträgt die Temperaturdifferenz $\Delta T = T_1 - T_2 = (3,3 \pm 0,2) \text{ K}$.

Nach (1.8) gilt,

$$M_S = 20,2 \cdot 10^3 \frac{\text{gK}}{\text{mol}} \frac{1}{(16,27 \pm 0,02) \text{ g}} \frac{(0,39 \pm 0,01) \text{ g}}{(3,3 \pm 0,2) \text{ K}}$$

das ergibt,

$$M_S = (146,73 \pm 4,80) \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

dieser Wert stimmt mit dem Literaturwert von $282,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ leider nicht überein.

3 Diskussion

Das Ergebnis für die Gefrierpunktserniedrigung weicht weit vom Literaturwert ab. Generell wurden alle Messungen korrekt durchgeführt, aber um diesen Fehler zu erklären muss es an einer Stelle einen groben Fehler gegeben haben. Die Temperaturdifferenz ist korrekt und das Eicosan war bereits in 400mg Rationen aufgeteilt, somit ist es wahrscheinlich, dass der Fehler bei der Menge des Cyclohexans liegt. Wobei zu erwähnen ist, dass dieser Wert auch im Rahmen liegt.