

## **Versuch K2. Geschwindigkeit von Gasmolekülen (V. 4.0)**

### **I Ziel des Versuches**

Ziel des Versuches ist es, die Diffusionsgeschwindigkeit von zwei unterschiedlichen gasförmigen Substanzen durch ein Rohr zu bestimmen und daraus das Verhältnis der molaren Massen zu bestimmen.

### **II Theoretischer Hintergrund**

Im Gleichgewicht herrscht in einem System an allen Orten die gleiche Konzentration. Gibt es einen Konzentrationsgradienten, so erfolgt ein Transport von Materie, eine Diffusion von den Orten hoher Konzentration hin zu den Orten niedriger Konzentration.

### **III Leitfragen zum Versuch**

- 1) Warum wandern Gasteilchen in einem Rohr vom Ort des Einlasses zum anderen Ende?
- 2) Welche Gesetze beschreiben dieses Phänomen? (Gleichungen mit Text)
- 3) Wie lauten die Gesetzmäßigkeiten, wenn das Phänomen nicht nur vom Ort abhängt (wie unter 1) sondern zusätzlich auch noch von der Zeit?
- 4) Wie lautet in der kinetischen Gastheorie der Zusammenhang zwischen mittlerer Geschwindigkeit und molarer Masse?
- 5) Was ergibt sich daraus für das Verhältnis der mittleren quadratischen Geschwindigkeit zweier Gase mit unterschiedlicher Masse?
- 6) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Diffusionskonstante  $D$  (siehe 2) und der mittleren Geschwindigkeit der Gasmoleküle (siehe 4)?

### **IV Arbeitsauftrag zum Versuchstag**

- 1) Erstellen Sie (alle Gruppenmitglieder einzeln!) im Vorfeld anhand der Versuchsanleitung einen Zettel (min. eine DIN A4 Seite) mit geeigneten Stichpunkten (inkl. kurzen Erklärungen und Formeln/Gleichungen) und bringen Sie diesen bitte zum Versuchstag mit.

Die Vorbereitungszettel aller Gruppenmitglieder werden am Versuchstag gestempelt und später dem Versuchsbericht als Anlage beigelegt.

## V Versuchsbeschreibung und -durchführung

Ein ca. 1 m langes Glasrohr wird mit Wasser gesäubert und abschließend mit wenig Aceton leicht durchgespült und mit Druckluft trockengeblasen. Nun wird jeweils ein mit Laborpapier umwickelter Gummistopfen mit Ammoniak bzw. Salzsäure benetzt. Dazu entfernt man den Schliffstopfen auf der Vorratsflasche und ersetzt ihn durch den umwickelten Gummistopfen. Jede Flasche wird vorsichtig und leicht geschüttelt, so dass das Papier auf der Verschlussseite des Stopfens von der Lösung benetzt wird (es ist untersagt, die Vorratsflaschen "über Kopf" zu schütteln!). Anschließend wird möglichst schnell und gleichzeitig das Glasrohr mit dem "Ammoniakstopfen" auf der einen Seite und dem "Salzsäurestopfen" auf der anderen Seite verschlossen.

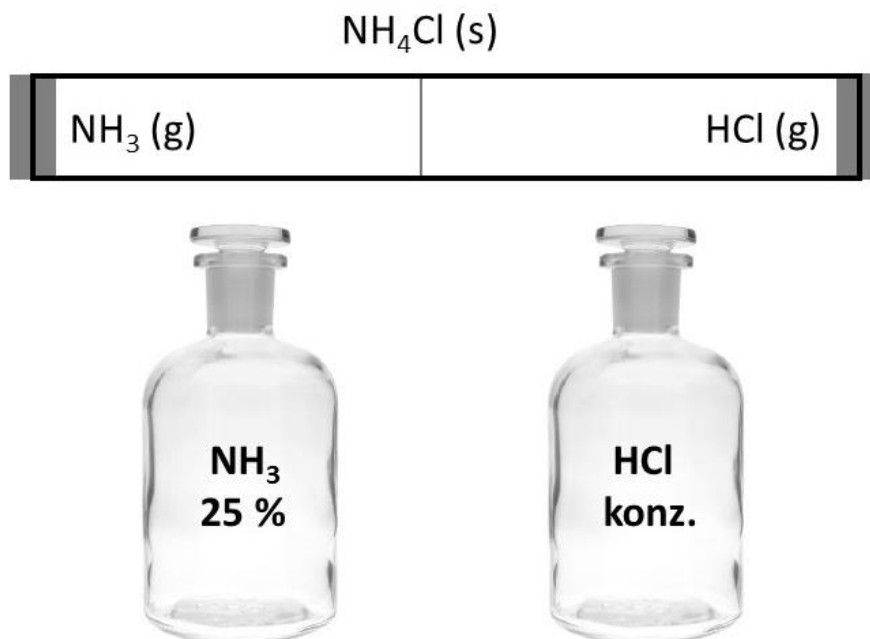


Abb 1. Schematischer Versuchsaufbau

Nach ca. 11 min erkennt man einen diffusen, weißen Nebel-Ring von Ammoniumchlorid an einer Stelle des Rohres (siehe Abbildung). Hier treffen die Gase aufeinander und reagieren miteinander. Beim ersten Auftreten des Nebels notieren Sie die Zeit und die Wegstrecken zwischen den Stopfen und dem Ammoniumchlorid und vergleichen das experimentelle Wegstreckenverhältnis mit dem aus der Theorie vorhergesagten Verhältnis.

Der Versuch wird dreimal durchgeführt.

## VI a) Auswertung während des Versuchstages

1. Berechnen Sie die Diffusionsgeschwindigkeit der beiden Substanzen.
2. Bestimmen Sie das Verhältnis der molaren Massen.

## b) Auswertung nach dem Versuchstag

1. Berechnen Sie die theoretischen Wegstrecken auf der Basis des mittleren Verschiebungsquadrates und vergleichen Sie sie mit den Messergebnissen. Benutzen Sie dazu folgenden Zusammenhang:

$$\bar{x} = \sqrt{2 \cdot D \cdot t}.$$

## VII Materialien

1. Verwendete Chemikalien:

**Salzsäure**



Signalwort: Gefahr

### Gefahrenbezeichnung(en)

H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H335: Kann die Atemwege reizen.

### Vorsichtsmaßnahmen

P260: Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.

P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen.

P303 + P361 + P353: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.

P304 + P340 + P310: BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen.

P305 + P351 + P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter s

## Konzentrierte Ammoniaklösung (25%)

Signalwort: Gefahr



### Gefahrenbezeichnung(en)

H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H335: Kann die Atemwege reizen.

H410: Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

### Vorsichtsmaßnahmen

P260: Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.

P280: Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen.

P301 + P312 + P330: BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen. Mund ausspülen.

P303 + P361 + P353: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.

P304 + P340 + P310: BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen.

P305 + P351 + P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

## 2. Literaturwerte für die Diffusionskoeffizienten von $\text{NH}_3$ und $\text{HCl}$ in Luft:

$\text{HCl}$ :  $0.145 \text{ cm}^2/\text{s}$  bei  $20^\circ\text{C}$ , 1 atm

A. Suryanarayana, Mass Transfer Operations, New Age International, 2002.

$\text{NH}_3$ :  $0.259 \text{ cm}^2/\text{s}$  bei  $20^\circ\text{C}$ , 1 atm

GSI Chemical Database, 2014, CAS 7664417.

# Versuch K2

## Messprotokoll

### *„Geschwindigkeit von Gasmolekülen“*

Gruppe	Umgebungstemp.[°C]	Datum/ Stempel
Name		

Nr.	Weg NH <sub>3</sub> [cm]	Weg HCl [cm]	t [s]	v(NH <sub>3</sub> )/v(HCl)
1				
2				
3				

Rechenweg für das Verhältnis der molaren Massen (1 mal exemplarisch):

Verhältnis der molaren Massen: