



V 21 Ermittlung der Molmasse eines Gases aus seiner Dichte



Vorbereitung

Informieren Sie sich in der Literatur über das Avogadrosche Gesetz und die Bestimmung der Molmasse von Gasen. Die Versuchsdurchführung und Auswertung sind im Skript dokumentiert.

Fragen zur Vorbereitung

- Was besagt das Avogadrosche Gesetz und welche Bedeutung hat es für die Volumenbeziehungen von gasförmigen Stoffen?
- Was versteht man unter dem molaren Volumen? Welchen Wert hat es unter Normalbedingungen?
- Welche Faktoren beeinflussen das molare Volumen?

Aufgabenstellung

- Fertigen Sie vorab ein Messprotokoll an und bringen Sie es zum Versuchstag mit (je Team nur ein Messprotokoll nötig).
- Bestimmen Sie die Molmasse der Gase Sauerstoff und Stickstoff durch Differenzwägung. **Evt. Ändern ein unbekanntes Gas und mittels Molmasse bestimmen**
- Vergleichen Sie die experimentell ermittelten Werte mit den theoretischen Molmassen.
- Diskutieren Sie mögliche Fehlerquellen und deren Einfluss auf das Messergebnis.

Einführung

Nach dem Avogadroschen Gesetz enthalten gasförmige Stoffe bei gleichem Volumen, gleichem Druck und gleicher Temperatur gleich viele Teilchen. Aus diesem Gesetz ergibt sich, dass zwei Liter Wasserstoff genau doppelt so viele Teilchen enthalten wie ein Liter Sauerstoff.



Die Stoffmenge $n = 1$ mol nimmt bei allen Gasen unter gleichen Bedingungen von Temperatur und Druck dasselbe Volumen ein. Dieses molare Volumen $V_{(m)}$ ist durch folgende Beziehung definiert:

$$V_{(m)} = V/n$$

Bei 20°C und 1013 hPa beträgt das molare Volumen aller Gase $V_{(m)} = 22,4$ l/mol. Mit steigender Temperatur dehnen sich Gase aus, wodurch das molare Volumen entsprechend zunimmt.

In diesem Versuch wird die Molmasse von Sauerstoff und Stickstoff bestimmt.

Vorsicht bei den Glashähnen der Gaswägekugel, Bruchgefahr! Glashähne gut fetten!

Versuchsziele

- Zeigen, dass auch Gase ein Gewicht haben
- Molmasse von Gasen bestimmen
- Das molare Volumen kennenlernen

Geräte und Chemikalien

- 1 Kugel mit 2 Hähnen (Gaswägekugel)
- 1 Elektronische Präzisionswaage
- 1 Untersetzring für Rundkolben, 250 ml
- 1 Vakuum-Handpumpe
- 1 Kolbenprober
- 1 Silikonschlauch 4 mm Ø, 1 m
- 1 Silikonschlauch 8 mm Ø, 1 m
- 2 Schlauchverbinder 4...15 mm
- 1 Vakuum-Gummischlauch, 8 mm Ø
- 1 Vakuum-Gummischlauch, 6 mm Ø
- 1 Minican-Druckgasdose Sauerstoff
- 1 Minican-Druckgasdose Stickstoff
- 2 Feinregulierungsventil zu Minicandosen
- 1 Schliff-Fett

Versuchsaufbau und Vorbereitung

1. Hähne der Gaswägekugel und des Kolbenprobers mit Schliff-Fett fetten.
2. Das Feinregulierungsventil auf die Minican-Druckgasdose aufschrauben. Achtung: Vor dem Aufschrauben das Entnahmeventil schließen!
3. Die Schlauchverbindung von der Minican-Druckgasdose zum Kolbenprober sollte so lang sein, dass man den Kolbenprober gut auf die Arbeitsfläche ablegen kann. Das dünnere Schlauchstück verbindet die Minican-Druckgasdose mit dem Schlauchverbinder. Von dort wird der dickere Schlauch mit dem Kolbenprober verbunden. Das Schlauchstück für die Gaswägekugel zum Kolbenprober sollte so kurz wie möglich sein.



Versuchsdurchführung

1. Gaswägekugel auf den Korkring legen. Hähne der Gaswägekugel öffnen und die Vakuum-Handpumpe an dem zweiten Hahn anschließen. Zum Spülen Luft durch die Gaswägekugel ziehen.
2. Einen Hahn der Gaswägekugel schließen und mit der Vakuum-Handpumpe etwas Luft rauspumpen (bis ca. 200 mbar).
3. Den zweiten Hahn schließen und die Hand-Vakuumpumpe mit dem Schlauchstück abnehmen.
4. Korkring (Untersetzring) auf die Waage legen und diese tarieren. Gaswägekugel auf den Korkring auf der Waage legen und die Gaswägekugel wiegen und Messwert notieren. Gaswägekugel mit dem Korkring von der Waage nehmen.
5. Kolbenprober an die Minican-Druckgasdose über das Schlauchstück anschließen.
6. Hahn am Kolbenprober öffnen und Gas aus der Minican-Druckgasdose einströmen lassen (ca. 100 ml). Ventil der Minican-Druckgasdose schließen und Kolbenprober abnehmen. Inhalt des Kolbenprobers mit dem Kolben rausdrücken. Dieses Spülen des Kolbenprobers mit dem zu untersuchenden Gas wiederholen.
7. Exakt 100 ml Gas für die Messung entnehmen. Hahn am Kolbenprober schließen. Zügig Gaswägekugel und Kolbenprober verbinden. Hahn an der Gaswägekugel öffnen, Hahn am Kolbenprober öffnen. Das Gas aus dem Kolbenprober strömt in die Gaswägekugel (eventuell einen Gasrest aus dem Kolbenprober mit dem Kolben in die Gaswägekugel drücken).
8. Hahn an der Gaswägekugel schließen und Schlauchverbindung abnehmen. Gaswägekugel auf die Waage legen und wiegen, Messwert notieren.
9. Den Versuch 3- bis 4-mal wiederholen.

Den Versuch mit dem Gas Sauerstoff und/oder Stickstoff durchführen.



Auswertung

Molmasse für das Gas Sauerstoff

Durch Differenzwägung der Gaswägekugel wird die Molmasse des Gases bestimmt. Dabei wird die leere Gaswägekugel (l) mit der vollen Gaswägekugel (v) verglichen. In der vollen Gaswägekugel befinden sich 100 ml Gas (hier: Sauerstoff).

Masse m [g]

Gaswägekugel (l) 257,41

Gaswägekugel (v) 257,55

Differenz 0,14

Es wurden 100 ml (= 0,1 l) Gas bei Raumtemperatur und unter Normaldruck gewogen. Daraus kann leicht die Litermasse berechnet werden. Um den Wert für die Molmasse zu erhalten, wird die Litermasse mit 22,4 l/mol multipliziert.

Für das Beispiel Sauerstoff gilt:

- Litermasse: $(0,14 \text{ g} / 0,1 \text{ l}) = 1,40 \text{ g/l}$
- Molmasse: $1,40 \text{ g/l} \times 22,4 \text{ l/mol} = 31,36 \text{ g/mol}$

Molmasse für das Gas Stickstoff

Masse m [g]

Gaswägekugel (l) 257,38

Gaswägekugel (v) 257,50

Differenz 0,12

Für das Beispiel Stickstoff gilt:

- Litermasse: $(0,12 \text{ g} / 0,1 \text{ l}) = 1,20 \text{ g/l}$
- Molmasse: $1,20 \text{ g/l} \times 22,4 \text{ l/mol} = 26,88 \text{ g/mol}$

Die theoretische Molmasse von Sauerstoff liegt bei 32 g/mol, für Stickstoff bei 28 g/mol.

Gase, die leichter als Luft sind, eignen sich nicht für den Versuch, da die Messanzeige der Waage aufwendig auftriebskorrigiert werden müsste. Dies zeigt sich bei den verwendeten Gasen, da hier die Werte immer etwas niedriger als die zu erwartenden Werte sind. Wasserstoff eignet sich aus diesen Gründen nicht für diesen Versuch.

**Anhang****Theoretische Molmassen [g/mol]**

Sauerstoff (O ₂)	32,00
Stickstoff (N ₂)	28,01
Kohlendioxid (CO ₂)	44,01
Wasserstoff (H ₂)	2,02

Reinigung und Entsorgung

Die Hähne der Gaswägekugel öffnen und Luft einströmen lassen. Beim Kolbenprober mehrmals Luft durchziehen. Wird die Gaswägekugel lange nicht genutzt, die Hähne mit Petrolether oder Benzin entfetten und mit einem Stück Papier als Abstandshalter wieder einschrauben.

Das Feinregulierungsventil ist nicht vollständig dicht. Dieses daher für die Lagerung abschrauben.

Literatur