

Übungen in physikalischer Chemie für Studierende der Pharmazie	
Versuch Nr.: 2	Version 2016
Kurzbezeichnung: <b>Molmassenbestimmung</b>	

# Bestimmung der Molmasse aus dem Dampfvolumen einer vorgegebenen Substanzmenge (Verfahren nach VICTOR MEYER)

---

## Aufgabenstellung

Die Molmasse einer gegebenen flüssigen Substanz ist nach dem Verfahren von VICTOR MEYER zu bestimmen.

## Grundlagen:

Folgende Fragen sind zur Vorbereitung zu beantworten:

- Warum muss das Wasser in Niveaufgefäß und Bürette jeweils gleich hoch stehen?
- Welche Bedingungen müssen für Siedetemperatur und Molmasse der Probenflüssigkeit gelten?

## Versuchsaufbau und Durchführung

Die bereitgestellte Apparatur besteht aus dem mit Wasser gefüllten Siedegefäß (siehe Abbildung auf Seite 3), das eine seitliche Öffnung besitzt und in das der Verdampfungskolben hineinragt. Unter der Verschlusskappe kann ein Kölbchen mit der zu untersuchenden Substanz auf den drehbaren Auslöser gestellt werden. An den Ansatz ist eine Gasbürette mit dem Niveaugefäß angeschlossen.

1. **Beide Brenner entzünden, nachdem der gelbe Gashahn geöffnet wurde (einer wird mit kleinster „Sparflamme“ betrieben, der andere mit größter Flamme unter die Apparatur positioniert).**
2. Nacheinander werden drei Kölbchen auf die Auslösevorrichtung gebracht und die Kapillare ein fingerbreit oberhalb des Schliffkerns mit Hilfe eines Tuchs (Handschutz) abgebrochen. **Der überstehende Teil muss so lang sein, dass das Kölbchen noch angefasst werden kann, andererseits aber die Schliffkappe auf den Schliffkern passt!**
3. Die drei Kölbchen leer auf der Analysenwaage wiegen (Kölbchen auf gekennzeichnete Flächen legen (Kölbchen nicht beschriften!) und Massen notieren!)
4. 100 µl Substanz mit der Mikroliterspritze in ein Kölbchen einbringen. Der Inhalt der Spritze sollte sehr zügig, unter kräftigen Druck entleert werden.

5. In der Kapillare anstehende Flüssigkeit in das Kölbchen „herunterschlagen“.
6. Kölbchen erneut auf der Analysenwaage auswiegen.
  - 6.1. Wenn ca. 40 bis 80 mg der flüssigen Substanz enthalten sind, wird die Kapillare mit der Sparflamme zugeschmolzen und anschließend durch nochmalige Wägung die exakte Masse der enthaltenen Flüssigkeit ermittelt.
  - 6.2. Wenn die Masse der Flüssigkeit  $<40$  mg oder  $>80$  mg ist, kann überschüssige Masse durch vorsichtiges Erhitzen ausgetrieben bzw. fehlende Masse mit der Spritze nachgegeben werden.
7. Punkte 4 bis 6 wiederholen, bis zunächst 3 Kölbchen vorbereitet sind.

**Das Wasser in der Apparatur sollte inzwischen siedeln.**

8. Über jedes Kölbchen eine Kupferspirale schieben und ein Kölbchen auf die Auslösevorrichtung stellen.
9. Wassermeniskus in der Gasbürette durch Anheben des Niveaugefäßes auf einen Anfangswert von 0-3 ml einstellen, Schliffkappe fest und dicht auf den Schliffkern aufsetzen.
10. Ausgleichgefäß absenken und Dichtigkeit der Apparatur überprüfen, bei Undichtigkeit Niveaugefäß ablegen, Schliffkappe abnehmen und alle Schliffverbindungen nachfetten.
11. Anfangspunkt für die Volumenmessung wird an der Bürette abgelesen und notiert.
12. Durch Drehen des Auslösers das Kölbchen nach unten fallen lassen, wobei es zerbricht und die Substanz verdampft.
13. Niveaugefäß (geduldig!) so mitführen, dass die Menisken in der Gasbürette und im Niveaugefäß auf gleicher Höhe bleiben.  
Ändert sich das Volumen in der Gasbürette (minutenlang!) nicht mehr, Endwert ablesen, Niveaugefäß ablegen und die Schliffkappe abnehmen!
14. Raumtemperatur am Thermometer ablesen und notieren (liegt auf der oberen Ablage auf Höhe der Gasbürette).
15. Dampf aus der Siedeapparatur mit der Absaugvorrichtung absaugen. Dazu das Keramikrohr vorsichtig in die Apparatur möglichst tief einführen und ca. 1 min die Pumpe eingeschaltet lassen.
16. Weiter bei Punkt 8, bis 3 Kölbchen erfolgreich eingesetzt wurden. Misslingt ein Versuch, ist ein weiteres Kölbchen nach Punkt 2 bis 6 vorzubereiten.

**Nach Verbrauch von höchstens 3 Kölbchen *und* am Ende des Versuchs sind die Reste der Kölbchen aus dem Verdampfer zu entfernen!**

**Bei Beendigung des Versuches darf die Apparatur (C) nicht mit Wasser gespült werden!**

Abschließend ist der Luftdruck durch Ablesung am Barometer zu ermitteln.

Die dazu erforderliche Vorschrift liegt beim Barometer.

**Auswertung:**

Nach dem allgemeinen Gasgesetz ist die Stoffmenge  $n_L$  der verdrängten Luft gleich der der verdampften Flüssigkeit  $n_D$ . Da das Luftvolumen bei Raumtemperatur  $T_R$  gemessen wird, ergibt sich:

$$n_D = n_L = \frac{p \cdot V_L}{R \cdot T_R} \quad (1).$$

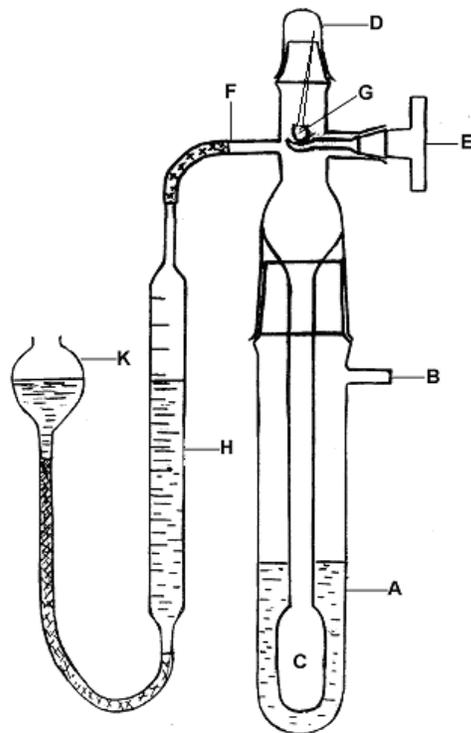
Die molare Masse  $M$  ergibt sich aus:

$$M = \frac{m_{Fl}}{n_D} = \frac{m_{Fl} \cdot R \cdot T_R}{p \cdot V_L} \quad (2).$$

**Literatur:**

Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, P.W. Atkins & J. de Paula, 4. Aufl., Wiley-VCH 2008

Basiswissen Physikalische Chemie, C. Czeslik, H. Seemann & R. Winter, 3. Aufl., Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009, Kap. 6.4.4.

**VICTOR MEYER-Apparatur****Abbildung****Schematischer Aufbau**

- A Siedegefäß
- B seitliche Öffnung darin
- C Verdampfungskolben
- D Verschlusskappe
- E drehbarer Auslöser
- F Ansatz
- G Kölbchen
- H Glasburette
- K Niveaugefäß

**Datenblatt: Molmassenbestimmung**

Gruppe:.....

Datum:.....

**Ermittlung der Dampfvolumina an der VICTOR-MEYER-Apparatur:**

	Kölbchen 1	Kölbchen 2	Kölbchen 3
$m_{\text{leer}}$ in			
$m_{\text{voll}}$ in			
$m$ (Flüssigkeit) = $m_{\text{voll}} - m_{\text{leer}}$ in			
$T_R$ in			
$v_L$ in			
$\Delta v_{L\text{max}}$ in (Schätzung)			

**Ermittlung des Luftdruckes am Barometer**

Dichte des Quecksilbers bei der mittleren Raumtemperatur (aus der am Barometer liegenden Tabelle entnehmen):

$$\rho_{\text{Hg}} = \dots\dots\dots \text{ g/cm}^3$$

Höhe der Quecksilbersäule

$$h_{\text{Hg}} = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

$$p = \rho_{\text{Hg}} * g * h_{\text{Hg}} \text{ mit } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Der Luftdruck ist in kPa zu berechnen (Einheiten entsprechend umwandeln!)

$$p = \dots\dots\dots \text{ kPa}$$

Berechnung des Ergebnisses für ein Kölbchen nach Gleichung (2):

$$M = \dots\dots\dots \text{ (Einheit!)}$$

Der Versuch wurde ordnungsgemäß durchgeführt und der Arbeitsplatz übergeben.

**Unterschrift:**.....