

# MASA MOLARĂ A UNUI LICHID

## 1. SCOPUL LUCRĂRII

Determinarea masei molare a unor lichide volatile (etanol și acetonă).

## 2. NOȚIUNI TEORETICE

Masa molară a unui lichid este determinată prin evaporarea lichidului la temperatură și presiune constante, prin măsurarea volumului vaporilor formați, cu ajutorul unei seringi calibrate.

Metoda pentru determinarea masei molare a unui lichid pur care poate fi evaporat complet fără a se descompune, se bazează pe teoria gazului ideal. Ecuația de stare a gazului ideal este dată de

$$p \cdot V_{mol} = R \cdot T \quad (1)$$

sau

$$p \cdot v = n \cdot R \cdot T \quad (2)$$

unde  $p$  - presiunea;  $v$  - volumul total al gazului (extensiv);  $V_{mol}$  - volumul molar;  $R$  - constanta universală a gazelor;  $T$  - temperatura absolută;  $n$  - numărul de moli egal cu

$$n = \frac{m}{M}$$

$m$  - masa gazului, în acest caz masa de substanță evaporată;  $M$  - masa molară.

Înlocuind în ecuația (1) rezultă:

$$M = \frac{mRT}{pv} \quad (3)$$

Ecuația (3) este valabilă atunci când vaporii se comportă ca un gaz ideal, în acest caz însemnând la temperaturi mai mari cu 20 K peste temperatura de fierbere.

Pentru a ține seama de comportarea reală a vaporilor se folosește ecuația van der Waals:

$$\left( p + \frac{a}{V_{mol}^2} \right) \cdot (V_{mol} - b) = R \cdot T \quad (4)$$

Prelucrând ecuația se obține:

$$p \cdot V_{mol} = R \cdot T + \left( b - \frac{a}{R \cdot T} \right) \cdot p. \quad (5)$$

unde  $a$  și  $b$  sunt constantele van der Waals.

Cunoscând că

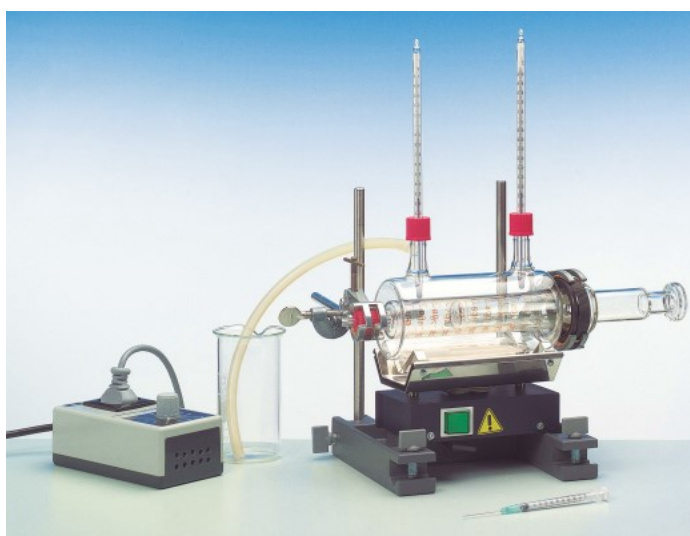
$V_{mol} = \frac{v}{n}$  și  $n = \frac{m}{M}$ , ecuația (5) se poate scrie:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot v} + \frac{m \left( b - \frac{a}{R \cdot T} \right)}{v} \quad (6)$$

Această relație ia în considerare comportarea reală a unui gaz obișnuit în determinarea masei molare.

### 3. PARTEA EXPERIMENTALĂ

#### 3.1. APARATURĂ ȘI SUBSTANȚE



- Stativ in formă de H
- Seringă de sticlă de 100 mL
- Manta de sticlă
- Termometre
- Seringă de 1 mL
- Plită de încălzire
- Regulator de tensiune
- Pahar Berzelius
- Acetonă
- Etanol

Fig. 1. Instalația experimentală

#### 3.2. MOD DE LUCRU

Se deplasează pistonul seringii de sticlă până la gradația de 10 mL. Acest volum mic de aer în seringă permite realizarea mai ușoară a experimentului. Se închide, apoi, tubul capilar al seringii cu un dop de cauciuc. În cilindrul de sticlă (mantaua seringii) se introduce apă distilată (cam două treimi în înălțime). Cilindrul de sticlă trebuie să aibă atașat un furtun prin care apa care se evaporă în timpul încălzirii să se poată scurge într-un pahar Berzelius. În tuburile verticale ale cilindrului de sticlă (mantalei) se introduc termometrele. Se rotește butonul aparatului de încălzire și se ajustează regulatorul de putere la valoarea 5-6. Când apa a atins o temperatură constantă (fierbe), se ajustează regulatorul de putere la valoarea 3-4 și se realizează măsurătorile.

Se extrage un volum de 0,15 mL de lichid de investigat (etanol, respectiv acetonă) cu ajutorul unei seringi de plastic, având grijă să se scoată aerul din seringă. Se curăță apoi acul seringii cu un șervețel și se cântărește seringă cu ajutorul unei balanțe cu precizie de 0,1 mg.

Se notează volumul de aer conținut în seringă de sticlă și se injectează rapid substanța prin dopul de cauciuc. După ce întreaga cantitate de substanță a fost injectată în seringă de sticlă și nu a rămas nimic în tubul capilar, se lasă seringă de injecție înfiptă în dopul de cauciuc până ce volumul nu se mai modifică. Se citește volumul după evaporarea lichidului, după care se recântărește seringă de plastic goală și se calculează masa de substanță injectată.

Se efectuează câte trei măsurători pentru fiecare din cele două lichide în același mod. După fiecare măsurătoare, se îndepărtează dopul de cauciuc al seringii de sticlă și aceasta se curăță prin umplere cu aer și golire, repetată de minim 5 ori.

Datele se colectează într-un tabel:

Substanța	Nr. Crt.	Masa seringă cu lichid, g	Masă seringă după injecție, g	Masă lichid injectat, m/g	Variația volumului, mL
Etanol	1				
	2				
	3				
Acetonă	1				
	2				
	3				

#### 4. PRELUCRAREA DATELOR EXPERIMENTALE

4.1. Se calculează masele molare pentru cele două lichide studiate, etanol și acetonă, cu relațiile (3), respectiv (6) pentru cazul ideal și real pentru fiecare determinare.

4.2. Se calculează masele molare medii pentru fiecare substanță.

4.3. Analizați rezultatele obținute în termeni de comportare reală și ideală a vaporilor.

Substanța	Nr. Crt.	m, g	Variația volumului, mL	$M_{ideală}$ , g/mol	$M_{reală}$ , g/mol	$M_{ideală}$ medie, g/mol	$M_{reală}$ medie, g/mol
Etanol	1						
	2						
	3						
Acetonă	1						
	2						
	3						

#### Date din literatură

(Constantele van der Waals pentru gaze reale ( $a$ ,  $b$ ) și masele molare)

**Etanol:**

$$a = 12,56 \text{ bar}\cdot\text{L}^2/\text{mol}^2$$

$$b = 0,0871 \text{ L/mol}$$

**Acetonă:**

$$a = 16,02 \text{ bar}\cdot\text{L}^2/\text{mol}^2$$

$$b = 0,1124 \text{ L/mol}$$

$$M = 46,07 \text{ g/mol}$$

$$M = 58,09 \text{ g/mol}$$

### **Observații**

Constanta  $a$  din relația (6) se exprimă în  $\text{atm}\cdot\text{L}^2/\text{mol}^2$  prin înmulțirea cu 0,986 atm/bar.

Constanta  $a$  din relația (6) se exprimă în  $\text{kPa}\cdot\text{L}^2/\text{mol}^2$  prin înmulțirea cu 100 kPa/bar.

### **5. ÎNTREBĂRI**

5.1. Este comportarea vaporilor de etanol, respectiv de acetonă ideală? Dacă nu este ideală, cum au fost afectate calculele? Explicați.

5.2. Dacă se folosește în mod eronat volumul de probă injectat, în locul masei injectate determinată prin cântărire, ce efect are asupra masei molare calculate?

5.3. Dacă întreaga cantitate de lichid injectat nu se vaporizează, masa molară calculată va fi prea mică sau prea mare? Explicați.

5.4. Rezolvați următoarele probleme:

5.4.1. Câți moli de gaz se găsesc în 890 mL la 21 °C și 750 mmHg?

5.4.2. La ce temperatură 0,654 moli de Ne vor ocupa 12,3 L la 1,95 atm?