

Ministerul Educației Tineretului și Sportului al Republicii Moldova

Universitatea Tehnică a Moldovei

REFERAT

Lucrarea de Laborator nr. 6

Tema: *Determinarea coeficientului de frecare interioară
și a parcursului liber al moleculelor unui gaz*

A efectuat

Studentul grupei TI 206

semnătura

Pleșu Cătălin

nume, prenume

A verificat

nota

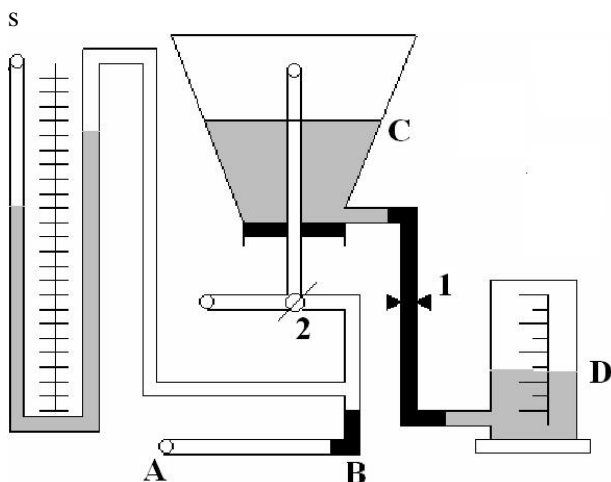
data

semnătura

I.u., Dr. Ciobanu Marina
nume, prenume profesor

Chisinau 2021

1. **Scopul lucrării:** studierea fenomenului frecării interioare în gaze și determinarea coeficientului de frecare interioară a aerului și a parcursului liber mediu al moleculelor.
2. **Aparate și accesorii:** retortă din sticlă, un vas gradat, manometru, un tub capilar, cronometru, barometru, termometru.
3. **Schema instalației**



Unde :

1- fixator

2 - robinet

AB - capilar

C - retorta

D – vas gradat

4. **Formula de calcul:**

$$\eta = \frac{\rho g (h_2 - h_1) \pi R_0^4 t}{8 V l},$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{3\eta}{P} \cdot \sqrt{\frac{\pi R T}{8 \mu}},$$

unde :

η -coeficientul de frecare interioară (kg/ms);

ρ -densitatea apei (kg/m³);

g -acelerația gravitațională (m/s²);

h_1, h_2 -înălțimile coloanei de apă în manometru (m);

R_0 -raza capilarului (m);

t - timpul (s);

V -volumul aerului care a trecut prin capilar în timpul „ t ”. În SI: m³ ;

l -lungimea capilarului (m);

λ -parcursul liber al moleculelor de aer (m);

P -presiunea atmosferică (Pa);

R - constanta universală a gazelor (J/kg* μ mol);

T -temperatura absolută a aerului (K);

M - masa molară a aerului (kg* μ mol);

5. Tabela măsurărilor și determinărilor

data / semnătura profesorului

Înălțimea coloanei de lichid în manometru, volumul și timpul pentru fiecare caz se măsoară o singură dată, deaceia eroarea măsurărilor se consider egală cu eroarea aparatului de măsură respectiv.

nr.	h_2-h_1	V	t	η	$\Delta\eta$	λ	$\Delta\lambda$	ε_η	ε_λ
exp.	10^{-3} m	10^{-6} m ³	s	10^{-5} kg/ms	10^{-5} kg/ms	10^{-8} m	10^{-8} m	%	%
1	38	300	137	1.59	0,097	8.78	0,63	6,1	7,2
2	33	300	149	1.50	0,091	8.29	0,58	6,06	7,02
3	27	300	200	1.65	0,1	9.11	0,64	6,06	7,04

$$D = 1,02 \pm 0,01 \text{ mm}$$

$$\Delta D = 0,005 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 283,0 \pm 0,5 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$T = 294,15 \text{ K}$$

$$\Delta T = 0,005 \text{ K}$$

$$g = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta g = 0,000005 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 998,02 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta \rho = 0,005 \text{ kg/m}^3$$

$$R = 8,31 \text{ J/kg} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta R = 0,005 \text{ J/kg} \cdot \text{mol}$$

$$\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta \mu = 0,0005 \text{ kg} \cdot \text{mol}$$

$$\pi = 3,14$$

$$\Delta \pi = 0,005$$

$$P = 99058,5 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 133,3 \text{ Pa}$$

$$\Delta V = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Delta(h_1 - h_2) = 0,0005 \text{ m}$$

6. Exemplul de calcul

$$\eta = \frac{\rho g (h_2 - h_1) \pi R_0^4 t}{8 V l} =$$

$$= \frac{998,02 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,80665 \text{ m/s}^2 \cdot 38 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 3,14 \cdot (0,51 \cdot 10^{-3})^4 \text{ m} \cdot 137 \text{ s}}{8 \cdot 300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 283 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 0,000015944 \approx 1,59 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$$

$$\lambda = \frac{3\eta}{P} \cdot \sqrt{\frac{\pi R T}{8\mu}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 1,59 \text{ kg/ms} \cdot 10^{-5}}{99058,5 \text{ Pa}} \cdot \sqrt{\frac{3,14 \cdot 8,31 \text{ J/(kg} \cdot \text{mol)} \cdot 294,15 \text{ K}}{8 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}}} = 8,75855 \times 10^{-8} \approx 8,75 \times 10^{-8} \text{ m}$$

7. Calculul erorilor:

Eroarea absolută și relativă a mărimilor η și λ se calculează numai pentru un caz din cele trei, indicat de profesor.

$$\eta = \frac{\rho g (h_2 - h_1) \pi R_0^4 t}{8 V l}, \quad <\lambda> = \frac{3\eta}{P} \cdot \sqrt{\frac{\pi R T}{8 \mu}},$$

$$\Delta \eta = \left(\frac{d\rho}{\rho} + \frac{dg}{g} + \frac{d(h_1 - h_2)}{h_1 - h_2} + \frac{d\pi}{\pi} + 4 \frac{dR_0}{R} + \frac{dt}{t} + \frac{dV}{V} + \frac{dl}{l} \right) \cdot \eta$$

$$\Delta \eta = \left(\frac{0,005 \text{ kg/m}^3}{998,02 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,000005 \text{ m/s}^2}{9,80665 \text{ m/s}^2} + \frac{0,0005 \text{ m}}{38 \cdot 10^{-3} \text{ m}} + \frac{0,005}{3,14} + 4 \cdot \frac{0,005 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{0,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}} + \frac{0,5 \text{ s}}{137 \text{ s}} + \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{283 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \right) \cdot 1,59 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms} = 0,061 \cdot 1,59 \cdot 10^{-5} = 0,097 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$$

$$\Delta \lambda = \left(\frac{\Delta \eta}{\eta} + \frac{\Delta P}{P} + \frac{1}{2} \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R} + \frac{1}{2} \frac{\Delta T}{T} + \frac{1}{2} \frac{\Delta M}{M} \right) \cdot \lambda$$

$$\Delta \lambda = \left(\frac{0,097 \text{ kg/ms}}{1,59 \text{ kg/ms}} + \frac{133,3 \text{ Pa}}{99058,5 \text{ Pa}} + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{0,005}{3,14} + \frac{0,005 \text{ J/kg} \cdot \text{mol}}{8,31 \text{ J/kg} \cdot \text{mol}} + \frac{0,005 \text{ K}}{294,15 \text{ K}} + \frac{0,0005 \text{ kg} \cdot \text{mol}}{29 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}} \right) \right) \cdot 8,75 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 0,072 \cdot 8,75 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 0,063 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

8. Rezultatul final

$$\eta = (1,58 \pm 0,09) \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms} \quad \varepsilon = 6,07\%$$

$$\lambda = (8,69 \pm 0,06) \cdot 10^{-8} \text{ m} \quad \varepsilon = 7,08\%$$

9. Concluzii

Realizând această lucrare de laborator am determinat coeficientul de frecare interioare a aerului și a parcursului mediu al moleculelor (η și λ) în condițiile din laborator, această experiență poate fi efectuată și pentru alte gaze.

Am observat că, există o corelație între înălțimile coloanei de apă în manometru și timp, adică cu cât înălțimea este mai mică cu atât timpul în care un anumit volum de apă ajunge în vasul gradat este mai mare.

În urma calculării erorilor am obținut $\varepsilon_\eta = 6,07\%$ și $\varepsilon_\lambda = 7,08\%$ ceea ce aparent nu este o eroare foarte mare, acest lucru poate fi explicat prin faptul nu am avut de făcut foarte multe măsurări. Însă aceste erori ar putea fi micșorate luând mai multe seturi de date atent și utilizându-le pe cele mai asemănătoare.