

Determinarea coeficientului de tensiune superficială

Scopul lucrării:

Scopul acestei lucrări de laborator este de a determina coeficientul de tensiune superficială al lichidelor.

I. Considerații teoretice

În general, o masă de lichid are un volum bine definit, deși forma acestuia variază după cea a vasului care îl conține. Între moleculele de lichid se exercită forțe de interacțiune numite *forțe de coeziune*. Aceste forțe sunt forțe de tip van der Waals și scad odată cu creșterea distanței dintre molecule. La contactul solid-lichid, lichid-gaz, între molecule se manifestă forțe de atracție care se numesc *forțe de adeziune*. Forțele de adeziune și coeziune determină *fenomenele superficiale*.

Fiecare moleculă a lichidului este supusă forțelor determinate de moleculele înconjurătoare. Pentru moleculele din interiorul lichidului, rezultanta acestor forțe va fi nulă, deoarece distribuția acestor forțe este uniformă în toate direcțiile. Pentru moleculele de la suprafața lichidului, rezultanta acestor forțe nu va fi nulă, deoarece distribuția acestor forțe nu mai este aceeași în toate direcțiile. Rezultanta acestor forțe va fi perpendiculară pe suprafața lichidului, și îndreptată spre interiorul acestuia. Astfel, stratul de lichid de la suprafață numit strat superficial va exercita o anumită presiune asupra lichidului. Grosimea stratului superficial este de aproximativ $5 \cdot 10^{-8}$ m, iar presiunea exercitată de acesta este de cca. 10^4 atm (de aici rezultă compresibilitatea redusă a lichidelor).

Datorită interacțiunii dintre moleculele stratului superficial cu moleculele lichidului, respectiv cu moleculele mediului extern, stratul superficial va avea o energie potențială superficială proporțională cu suprafața liberă a lichidului. La echilibru, această energie trebuie să fie minimă, deci și suprafața liberă trebuie să fie minimă. De aici rezultă că suprafața de separare lichid-mediul extern se curbează, tinzând să devină sferică la echilibru. Un exemplu în acest sens este forma sferică a picăturilor mici de lichid, deoarece sfera este corpul care prezintă o suprafață minimă pentru un volum dat. Forța care are tendința de-a micșora cât mai mult aria acestei suprafețe periferice se numește *forță de tensiune superficială*. Forța de tensiune superficială este:

- tangentă la suprafața liberă a lichidului;
- uniform distribuită pe lungimea conturului;
- perpendiculară pe contur.

Putem, deci, afirma că forța de tensiune superficială este o forță de tensiune periferică, prin care un volum dat de fluid tinde să capete o pătură periferică minimă. Mărimea care reprezintă raportul dintre forța de tensiune superficială F și lungimea l a stratului periferic pe care acționează această forță este *coeficientul de tensiune superficială*:

$$\sigma = \frac{F}{l} \quad (1)$$

Unitatea de măsură a coeficientului de tensiune superficială este:

$$[\sigma]_{SI} = \frac{N}{m} \quad (2)$$

Coeficientul de tensiune superficială depinde de natura lichidului și scade odată cu creșterea temperaturii.

Tensiunea superficială explică multe fenomene caracteristice stării lichide, cum ar fi: formarea picăturilor la scurgerea lichidelor printr-o deschidere mică, formarea spumei, adeziunea lichidelor la suprafața recipientelor, capilaritatea etc.

Pentru măsurarea tensiunii superficiale a lichidelor se folosesc metode statice și metode dinamice, funcție de mobilitatea suprafeței aparente.

O metodă folosită frecvent în practică este metoda stalagmometrică sau a picăturilor, care folosește o consecință a fenomenelor superficiale, și anume formarea picăturilor care se scurg printr-un orificiu de diametru mic.

Mărimea picăturilor formate la capătul capilarului depinde de tensiunea superficială a lichidului. În momentul desprinderii picăturii, greutatea acesteia (G), este egală cu forța de tensiune superficială (F) ce se exercită tangențial pe conturul de implantare al picăturii la extremitatea capilarului:

$$G = F \quad (3)$$

Dacă r este raza orificiului de curgere iar $2\pi r$ conturul lui, atunci forța de tensiune superficială pe întregul contur, care susține picătura până la desprinderea acesteia, se poate determina din relația (1) și este de forma:

$$F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \quad (4)$$

Greutatea unei picături se poate scrie în funcție de volumul ei:

$$G = m \cdot g = V_1 \cdot \rho \cdot g \quad (5)$$

Fie n numărul de picături în care se fracționează volumul V al lichidului între două repere, astfel că volumul unei picături V_1 este dat de raportul:

$$V_1 = \frac{V}{n} \quad (6)$$

Din echilibrul celor două forțe rezultă:

$$\sigma = \frac{V \cdot \rho \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n} \quad (7)$$

Astfel, cunoscând numărul de picături pentru un lichid aflat într-un volum egal de lichid cu cel studiat, valoarea coeficientului de tensiune superficială, σ_0 , este:

$$\sigma_0 = \frac{V \cdot \rho_0 \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_0} \quad (8)$$

Făcând raportul ultimelor două relații obținem:

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{\rho \cdot n_0}{\rho_0 \cdot n} \quad (9)$$

Astfel, coeficientul de tensiune superficială al lichidului de studiat poate fi determinat cu relația:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{\rho n_0}{\rho_0 n} \quad (10)$$

II. Metodica experimentală

II.1. Dispozitivul experimental

Dispozitivul experimental (Fig.1) constă dintr-un vas cilindric de sticlă (stalagmometru Traube) care este prevăzut la partea inferioară cu un tub capilar.

Orificiul de scurgere se termină cu o suprafață plană bine șlefuită. În partea superioară vasul cilindric se continuă cu un tub de sticlă terminat cu un tub de cauciuc. Pe tubul de cauciuc

se află o clemă cu șurub, care reglează în mod convenabil viteza de curgere a picăturilor. Aparatul se fixează în poziție verticală pe un stativ.

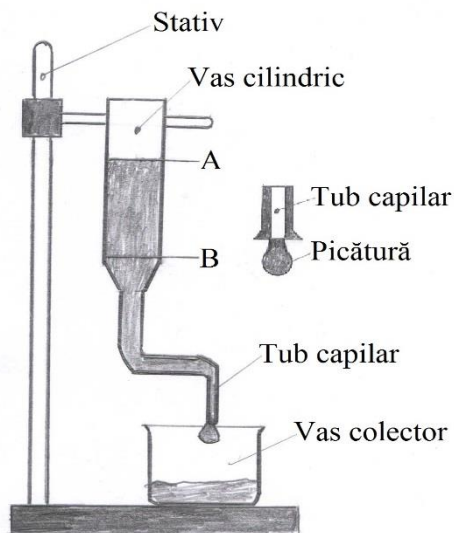


Fig. 1

II.2. Modul de lucru

- i. Se toarnă apă distilată în stalagmometru până deasupra reperului superior;
- ii. Se numără picaturile de apă distilată (n_0) cuprinse între două repere, iar rezultatul se notează în tabelul 1;
- iii. Analog se procedează cu lichidul de studiat (de exemplu soluții de alcool-apă de diferite concentrații).

Tabelul 1.

c (%)	n_0	ρ_0 (kg/m ³)	σ_0 (N/m)	n	ρ (kg/m ³)	σ (N/m)	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma}$ (%)

II.3. Prelucrarea datelor experimentale

- i. Cunoscând densitatea soluțiilor se vor calcula coeficienții de tensiune superficială pentru fiecare concentrație, cu relația (10);
- ii. Se reprezintă grafic $\sigma = f(c)$. Din grafic se determină valoarea, x, a concentrației necunoscute;

- iii. Se determină eroarea de calcul a coeficientului de tensiune superficială cu ajutorul relației:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta n_0}{n_0} + \frac{\Delta n}{n} \quad (11)$$

unde se consideră $\Delta n_0 = \Delta n$, deoarece eroarea măsurării este aceeași.