

DETERMINAREA TENSIUNII SUPERFICIALE A UNUI LICHID PRIN METODA STALAGMOMETRICĂ

Considerații teoretice

Metoda stalagmometrică de determinare a tensiunii superficiale face parte dintre metodele bazate pe compararea forțelor superficiale ca forțele gravitaționale. Ea se bazează pe observația că un lichid aflat într-un tub capilar se scurge din acesta formând picături. Mărimea picăturilor formate la capătul capilarului depinde de tensiunea superficială a lichidului și anume, în momentul ruperii, greutatea picăturii de lichid, notată G' , este egală cu forța elastică de întindere a "membranei" ce susține picătura (fig. 1), notată F . Fie R raza interioară sau exterioară a capilarului, după cum picătura se prinde de pereții interiori sau exteriori ai acestuia și σ , tensiunea superficială a lichidului. Forța exercitată de-a lungul circumferinței capilarului și care susține picătura până la desprinderea acesteia, este egală cu :

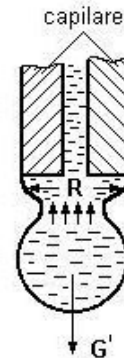


Fig. 1

$$F = 2\pi R\sigma$$

(1)

În momentul desprinderii:

$$G' = 2\pi R\sigma \quad (2)$$

Deoarece cântărirea unei singure picături este afectată de erori mari de măsură, se lasă să picure din capilar un număr n egal cu 30 de picături care se cântăresc. Fie G greutatea acestora. Atunci greutatea unei picături este:

$$G' = G/n = mg/n$$

unde am notat cu m masa, exprimată în kilograme a n picături și cu g , accelerația gravitației.

Cu aceste precizări formula (2) devine:

$$\frac{mg}{n} = 2\pi R\sigma \quad (3)$$

Formula (3) permite determinarea lui σ atunci când se cunosc R , m și n . Studiile lui W. Harkins au arătat însă că această formulă simplă este afectată de erori mari, datorită faptului că ruperea picăturii se face după circumferința unei gătuiri mai mici deci cea a capilarului. El a introdus un factor de corecție empiric $f(R/V^{1/3})$ care, după cum arată forma sa, este funcție de raportul dintre raza capilarului și rădăcina cubică a volumului picăturii, V . Dependența factorului de corecție de $R/V^{1/3}$ ține seama de faptul experimental că picături asemenea geometric se rup în același mod.

Formula lui Harkins este:

$$\frac{mg}{n} = 2\pi r \sigma f \left(\frac{R}{V^{1/3}} \right) \quad (4)$$

de unde:

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi R n f (R/V^{1/3})} \quad (5)$$

Volumul V al unei picături se determină simplu cunoscând masa unei picături și densitatea ρ a acesteia, cu formula:

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

Valorile funcției f , așa cum au fost date de Harkins, sunt trecute în tabela 19 de la sfârșitul “Caiet de lucrări practice”.

Descrierea aparatului

Stalagmometrul este format dintr-un mic balon de sticlă care este prevăzut la partea inferioară cu un tub capilar. Orificiul de scurgere se termină cu o suprafață plană bine șlefuită. În partea superioară balonașul 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.

Modul de lucru

1. Aparatul se spală cu apă distilată și se fixează pe stativ.
2. Se cântărește micul cristalizator gol și bine uscat.
3. Se umple stalagmometrul cu apă distilată. Pentru aceasta se introduce partea inferioară a lui într-un pahar cu apă distilată și se aspiră prin tubul de cauciuc. Se strânge repede clema. Dacă în timpul aspirației intră în aparat și bula de aer ce întrerupe coloana, acesta trebuie golit și umplerea lui trebuie repetată.
4. Se pune cristalizatorul uscat sub capilar și deșurubând foarte puțin clema ce strânge tubul de cauciuc se lasă să cadă în cristalizator un număr de 30 de picături de apă distilată cu viteza cea mai mică posibilă. Se află prin cântărire masa celor 30 de picături de apă.
5. Se calculează cu formula (6) volumul unei picături considerând densitatea apei egală cu 1000 Kg/m^3 . Se află valoarea factorului de corecție f folosind tabela 19. Din formula (5) se determină tensiunea superficială a apei în N/m. Se repetă determinarea de trei ori.

Raza capilarului este trecută pe aparat.

ATENȚIUNE: clătirea aparatului ca și neverticalitatea sa sunt importante surse de erori ale metodei.

Calculul erorilor

Se calculează eroarea maximă asupra lui σ așa cum rezultă din formula (5) determinând mai întâi eroarea relativă maximă.

Pentru aceasta se alege una dintre cele trei determinări. Eroarea asupra măsurării masei, δm , este determinată de balanța folosită, δR este trecut pe aparat, iar δm se ia egal cu zero.

Eroarea asupra factorului $f (R/V^{1/3})$ se compune din două erori: una datorită impreciziei tabelii, $\delta^{(1)}f$, adică a zecimalelor neglijate sau rotunjite din tabelă și o altă eroare datorită impreciziei determinării raportului $R/V^{1/3}$, $\delta^{(2)}f$. După cum se vede din tabela lui f , avem $\delta^{(1)}f = 0.0001$. Să presupunem că am obținut $R/V^{1/3} = 0.733 \pm 0.002$. Din tabelă se vede că acestei erori a lui $R/V^{1/3}$ îi corespunde o eroare:

$$\delta^{(2)}f = \frac{0.6093 - 0.6032}{5.10} \cdot 2 = 0.0002$$

deci

$$\delta f = \delta^{(1)}f + \delta^{(2)}f = 0.00031$$

Rezultatul se va prezenta sub forma:

$$\sigma = \bar{\sigma} \pm \delta\sigma .$$