

24. Vandens paviršiaus įtempimo koeficiento priklausomybės nuo temperatūros tyrimas žiedo metodu

Užduotis

1. Išmatuoti vandens paviršiaus įtempimo koeficiento priklausomybę nuo temperatūros.

Pagrindiniai teoriniai klausimai

1. Paviršiaus įtempimo fizikinė prigimtis.
2. Paviršiaus įtempimo koeficientas.
3. Paviršiaus kreivumo sąlygojamas slėgis.
4. Kapiliarumo reiškiny.

Tyrimo metodika

Skysčio viduje esančią molekulę iš visų pusių veikia vienodos kitų molekulių traukos jėgos, todėl jų atstojamoji jėga lygi nuliui. Kadangi dujų ir garų molekulių koncentracija yra daug mažesnė nei skysčio, tai skysčio paviršiuje esančią molekulę veikiančių traukos jėgų atstojamoji yra nukreipta nuo skysčio paviršiaus į jo vidų. Dėl tokių paviršiuje esančias molekules veikiančių jėgų, skysčio paviršinis sluoksnis veikia skystį tam tikru slėgiu. Paviršinio sluoksnio molekulių sąveikos potencinė energija yra didesnė nei skysčio viduje esančių molekulių sąveikos potencinė energija. Papildoma energija ΔE dėl paviršiaus įtempimo yra tiesiai proporcinga skysčio paviršiaus plotui ΔS :

$$\Delta E = \sigma \Delta S. \quad (1)$$

Čia σ - paviršiaus įtempimo koeficientas. Jis lygus darbui, kurį reikia atlikti skysčio paviršiaus plotui padidinti ploto vienetu.

Galimas ir kitas, analogiškas įtempimo koeficiento apibrėžimas. Tarkim, kad skystis ribojasi su kietuoju kūnu ir sąlyčio ribos ilgis lygus l . Jei kūną paslinksime tam tikru atstumu, tai tiek paviršiaus įtempimo jėgą F nugalinčios jėgos darbas, tiek ir skysčio paviršiaus ploto pokytis bus tiesiai proporcingi tam atstumui. Todėl paviršiaus įtempimo koeficientą galime apibrėžti santykiu

$$\sigma = \frac{F}{l}, \quad (2)$$

kuris rodo, kad paviršiaus įtempimo koeficientas yra lygus jėgai, veikiančiai paviršių ribojančio kontūro ilgio vienetą.

Taip apibrėžtą skysčio paviršiaus įtempimo koeficientą galima rasti matuojant jėgą, kurią reikia panaudoti atplėšiant nuo jo paviršiaus labai ploną itin tiksliai nustatytų matmenų metalinės vielos žiedą. Kol žiedas neliečia skysčio, tai jį veikiančią sunkio jėgą kompensuoja pakabos reakcijos jėga. Žiedui palietus skystį atsiranda papildoma jėga, kuri pagal (2) formulę yra tiesiai proporcinga lietimosi su

skysčiu linijos ilgiui. Plono žiedo, kurio spindulys yra r , lietimosi su skysčiu dviejų kontūrų ilgiai yra praktiškai vienodi, todėl

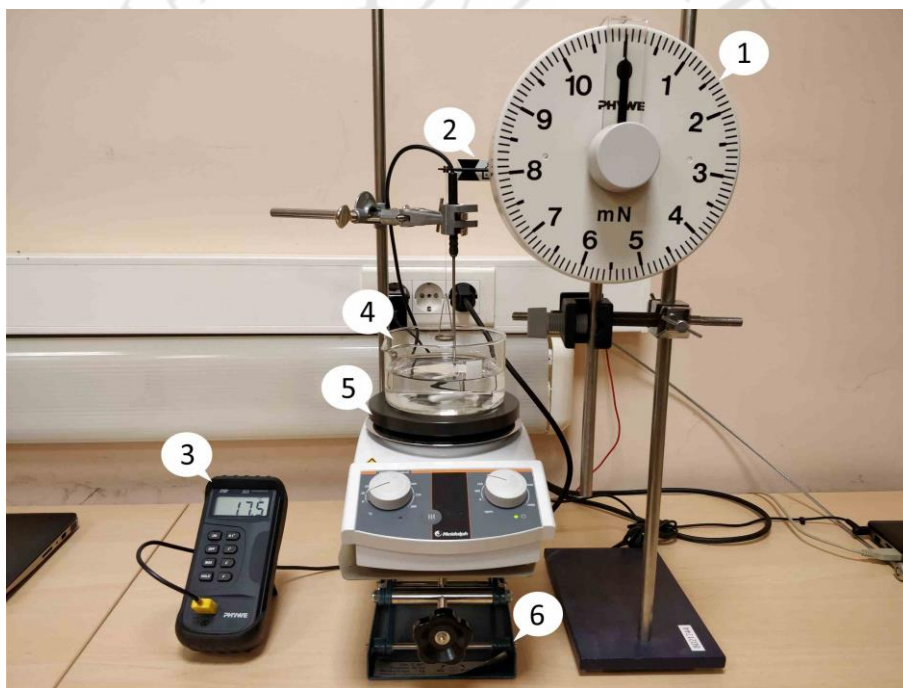
$$l = 2 \cdot 2\pi r. \quad (3)$$

Darbe naudojamo žiedo skersmuo $2r = 19.65$ mm. Taigi, išmatavę žiedo atplėšimo nuo skysčio jėgą F , jo paviršiaus įtempimo koeficientą apskaičiuojame pagal formulę

$$\sigma = \frac{F}{4\pi r}. \quad (4)$$

Darbo eiga

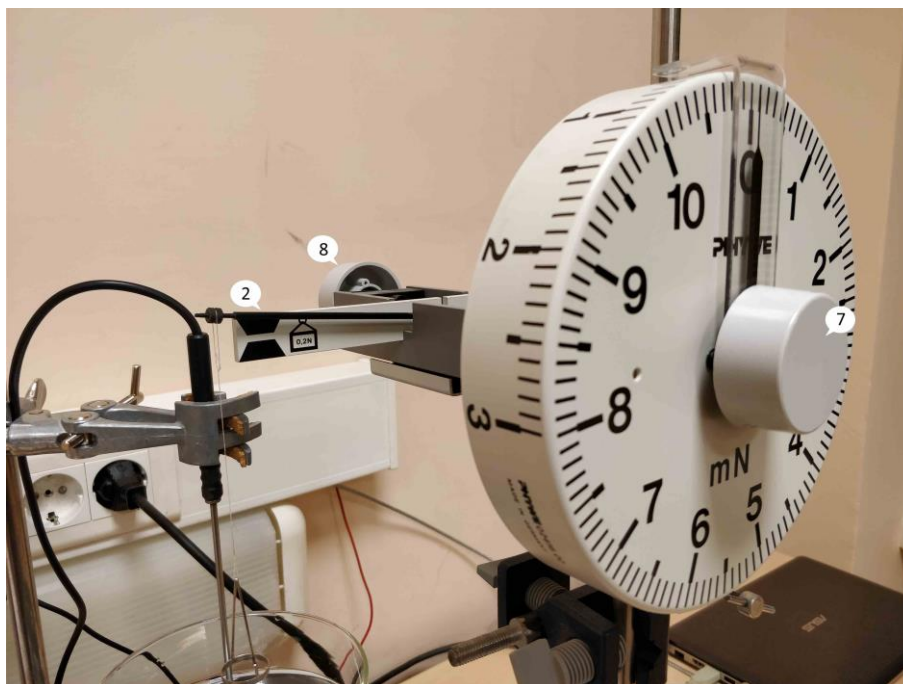
Eksperimento stendas, kurio pagalba yra nustatomas skysčio paviršiaus įtempimo koeficientas pavaizduotas 1 pav. Distiliuotas vanduo stikliniame švariame inde yra šildomas kaitintuvu ir maišomas kaitintuvo magnetine maišykle. Kaitintuvas su indu stovi ant reguliuojamo aukščio platformos. Indas su tiriamu skysčiu laboratorinės platformos pagalba yra leidžiamas žemyn, o paviršiaus įtempimo jėga F skysčio atitrūkimo nuo žiedo momentu nustatoma dinamometru.



1 pav. Skysčio paviršiaus įtempimo koeficiento matavimo laboratorinis stendas. (1) – dinamometras, (2) – dinamometro svirtis ant kurios šilkinio siūlo pakabintas žiedas, (3) – termometras, (4) – tiriamo skysčio indas, (5) – kaitintuvas, (6) – reguliuojamo aukščio laboratorinė platforma.

1. Įsitikinkite, kad stiklinis indas, stovintis ant kaitintuvo, maždaug iki pusės pripildytas distiliuoto vandens.
2. Dinamometro rodyklę rankenėle (7) nustatykite ties nuline padėtimi kaip pavaizduota 2 pav. Tuomet prieš pradėdami eksperimentą sureguliuokite dinamometro svirtį taip, kad ši būtų ties balta pusiausvyros zona. Žiedo svorį sukompensuokite lėtai sukdami dinamometro nugarėlėje esančią rankenėlę (8), kol dinamometro svirtis atsiduria ties balta žyme tarp juodų zonų.
3. Žiedas šilkinio siūlo yra pritvirtintas prie dinamometro. Laboratorinę platforma pakelkite tiek, kad žiedas panirtų į vandenį 1-2 cm gylį. Stenkitės šią

eksperimento dalį atlikti kuo tolydžiau, kad išvengtumėte dideles paklaidas galinčių sukelti stendo vibracijų.



2 pav. Dinamometro svirtis ir jos pusiausvyros padėtis. Nuotraukoje dinamometro svirtis nėra pusiausvyroje.

4. Sukdami reguliuojamo stovo rankenėlę nuleidinėkite indą su vandeniu žemyn, kad žiedas kiltų iš vandens.
5. Kaskart pakoreguokite dinamometro priekinę rankenėlę, kad dinamometro svirtis laikytųsi pusiausvyros padėtyje. Matavimą baikite kuomet žiedas atitrūksta nuo vandens ir užregistruokite dinamometru išmatuotą jėgą. Tikslesniam jėgos nustatymui jėgą matuokite kelis kartus.
6. Įjunkite kaitintuvą ir magnetinę maišyklę (iki 200 aps/min).
7. Vandeniį pašildę iki temperatūros artimos norimai, išjunkite kaitinimą ir vandens maišymą ir leiskite nusistovėti.
8. Termometru išmatuokite skysčio temperatūrą.
9. Pakartokite 2–8 punktus. Atlikite tyrimus temperatūrų ruože nuo kambario temperatūros iki 70°C keičiant temperatūrą po 5°C ir nubraižykite vandens paviršiaus įtempimo koeficiento, apskaičiuoto pagal (4) formulę, priklausomybę nuo temperatūros. Pateikite darbo išvadas.

Literatūra:

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000, 353 p.
2. J. Kaladė, V. Mickevičius, D. Grabauskas, „Termodinamika ir statistinė fizika“, Vilnius, *Mokslas*, 1982, 380 p.