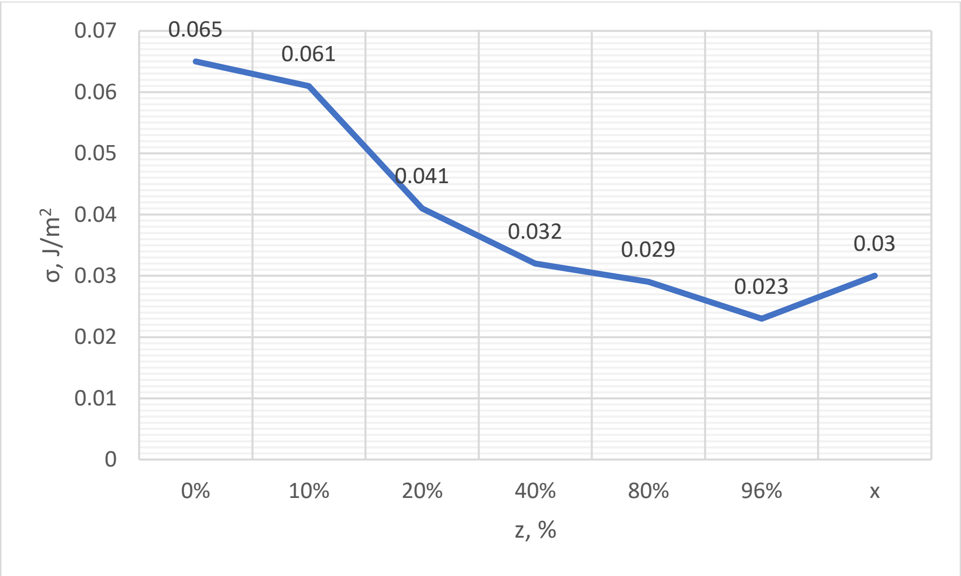
SKYSTŲ TIRPALŲ PAVIRŠINĖS ĮTEMPTIES KOEFICIENTO PRIKLAUSOMYBĖS NUO KONCENTRACIJOS TYRIMAS

Tadas Laurinaitis, IFF-6/8
Data: 2017-04-25
Dėstytojas: lekt. Marius Kaminskas

1. Darbo rezultatai ir skaičiavimai:

z, %	0%	10%	20%	40%	80%	96%	x%
$< h >$	22	21	14	11	10	8	9
σ, J/m^2	0,065	0,061	0,041	0,032	0,029	0,023	0,030

2. Grafikas:



3. Išvados:

Tyrimo metu, išsiaiškinome vandens paviršinės įtempties koeficiento priklausomybę nuo jame ištirpinto alkoholio koncentracijos.

4. Naudota literatūra:

a. Fizikinės mechanikos laboratoriniai darbai /V. Ilgūnas, K. V. Bernatonis, L. Augulis, S. Joneliūnas, S. Tamulevičius. – Kaunas:Konspektas, 1988. – P. 3-5.
b. Tamašauskas A. Fizika 1. – Vilnius: Mokslas, 1987. – P. 33-36.

SKYSTŲ TIRPALŲ PAVIRŠINĖS ĮTEMPTIES KOEFICIENTO PRIKLAUSOMYBĖS NUO KONCENTRACIJOS TYRIMAS

Tadas Laurinaitis, IFF-6/8
Data: 2017-04-25
Dėstytojas: lekt. Marius Kaminskas

Darbo užduotis. Ištirti, kaip priklauso vandens paviršinės įtempties koeficientas nuo jame ištirpinto alkoholio koncentracijos.

Teorinio pasirengimo klausimai. Molekulinės jėgos. Molekulės veikimo spindulys. Paviršinė energija. Paviršinės įtempties koeficientas. Laplaso formulė. Kapiliariniai reiškiniai.

Teorinė dalis. Skysčio molekulės yra arti viena kitos, todėl tarp jų veikia gana didelės molekulinės jėgos. Didėjant atstumui, molekulinės jėgos sparčiai mažėja. Kai šis atstumas didesnis už vadinamąjį *molekulinio veikimo sferos spindulį* $R \approx 10^{-9}$ m, į jas jau nekreipiama dėmesio. Kiekviena skysčio molekulė, kuri nutolusi nuo laisvojo paviršiaus atstumu, didesniu už R (1 pav.), yra iš visų pusių maždaug vienodai apsupta kitų to skysčio molekulių, ir todėl ją veikianti tų molekulių atstojamoji jėga $\vec{f}_a = 0$ (molekulė A). Kitaip yra molekulei B, esančiai nuo skysčio paviršiaus atstumu, mažesniu už R. Kai virš skysčio paviršiaus yra oras, tuomet ją veikianti jėga $\vec{f}_a$ yra nukreipta į skysčio vidų. Kaip tik dėl to kiekviena skysčio molekulė, pereidama iš skysčio gilumos į jo paviršių, atlieka darbą. Šį darbą atlikti gali tik molekulė, turinti pakankamą kinetinės energijos kiekį. Atlikto darbo didumu padidėja molekulės potencinė energija. Todėl kiekviena paviršinio skysčio sluoksnio molekulė, giluminių atžvilgiu, turi potencinės energijos *perteklių*. Šią paviršinio sluoksnio pertekline energiją W_p vadiname *paviršine*. Ji tiesiog proporcinga skysčio paviršiaus plotui S, t.y.

$$W_p = \sigma S \quad . \tag{1}$$

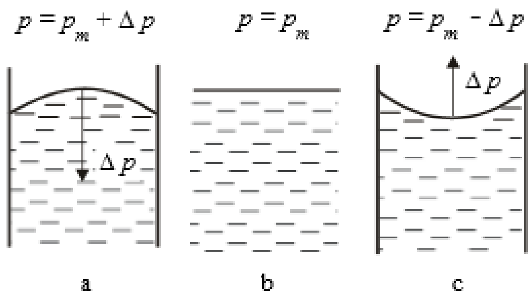
Kaip žinome, kiekvieno kūno pastoviąją būseną atitinka minimali potencinė energija, todėl skysčio laisvajame paviršiuje veikia jam lygiagrečios jėgos, kurios stengiasi sumažinti paviršiaus plotą S, taip pat ir paviršinę energiją W_p. Šios jėgos vadinamos *paviršinės įtempties jėgomis*. Dydis

$$\sigma = \frac{W_p}{S}, \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^2} \tag{1a}$$

SKYSTŲ TIRPALŲ PAVIRŠINĖS ĮTEMPTIES KOEFICIENTO PRIKLAUSOMYBĖS NUO KONCENTRACIJOS TYRIMAS

Tadas Laurinaitis, IFF-6/8
Data: 2017-04-25
Dėstytojas: lekt. Marius Kaminskas

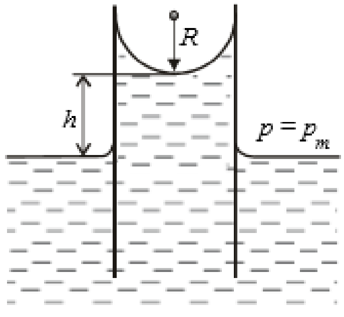
paviršinės įtempties, dar turime skysčio *paviršiaus slėgį* p_m , kuriuo paviršiaus sluoksnis slegia visą skystį. Šis slėgis priklauso nuo skysčio prigimties ir jo paviršiaus kreivumo. Iš patirties žinome, kad kapiliarą nedrėkinančio skysčio meniskas *išgaubtas* (2 pav., a), o drėkinančio – *įgaubtas* (2 pav., c). 2 paveiksle dydžiu p pažymėtas skysčio paviršiaus bendras slėgis.



2 pav.

Laplasas įrodė, kad, dėl skysčio paviršinės įtempties jėgų kreivas skysčio paviršiaus sluoksnis, plokščiojo atžvilgiu, skystį veikia papildomu slėgiu Δp, kuris nukreiptas *paviršiaus kreivumo centro link* (2 pav.). Pagal Laplasą, spindulio R skysčio sferinio paviršiaus papildomas slėgis (3 pav.) išreiškiamas taip:

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{R} . \qquad (2)$$



3 pav.

Papildomas slėgis labai svarbus kapiliariniams reiškiniams. Skysčiui kapiliarą drėkinant, susidaro įgaubtas meniskas, ir po juo slėgis dydžiu Δp sumažėja. Dėl to skystis kapiliaru *pakyla* tiek, kad susidariusio skysčio stulpelio *hidrostatinis slėgis* $\rho g h$ kompensuotų papildomąjį slėgį, t.y.

$$\rho g h = \frac{2\sigma}{R} . \qquad (3)$$

Kai skystis kapiliarą gerai drėkina, jo menisko kreivumo spindulys R yra lygus kapiliaro spinduliui r. Tuomet šią lygtį patogu naudoti skysčio paviršinės įtempties koeficientui nustatyti.

Darbo aprašymas. Darbe nagrinėjamas įrenginys pavaizduotas 4 paveiksle. Į inde 1 įpiltą tiriamąjį skystį įleidus kapiliarą 2, guminiu vamzdeliu sujungtą su manometru 3, drėkinantis skystis kapiliaru pakyla aukštyn. Į vandenį panardinus gaubtą 4, susidaro slėgis, kuris veikia kapiliarą ir skysčio manometrą. Kai kapiliaro galas yra skysčio paviršiniame sluoksnyje, šį slėgį didiname,

SKYSTŲ TIRPALŲ PAVIRŠINĖS ĮTEMPTIES KOEFICIENTO PRIKLAUSOMYBĖS NUO KONCENTRACIJOS TYRIMAS

Tadas Laurinaitis, IFF-6/8
Data: 2017-04-25
Dėstytojas: lekt. Marius Kaminskas

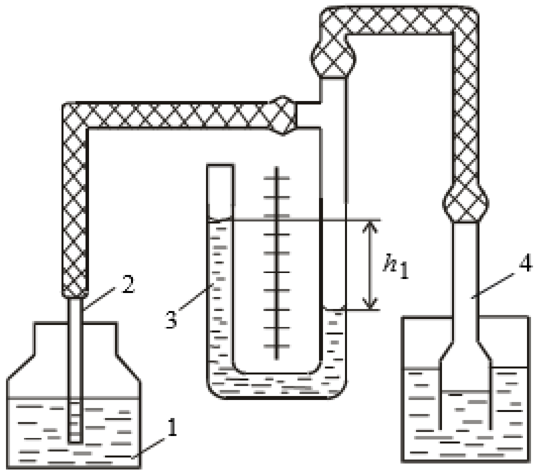
nardindami gaubtą tol, kol pasirodo burbuliukai, priešingu atveju gaubtą nardiname tol, kol meniskas kapiliare nuslūgsta iki skysčio paviršiaus lygio inde 1. Taip susidaręs slėgis išmatuojamas manometru ir išreiškiamas taip:

$$p = \rho_1 g h_1 ; \qquad (3a)$$

čia ρ_1 – manometrinio skysčio tankis ir h_1 – skysčio lygių manometro šakose skirtumas. Šis slėgis kompensuoja kapiliare susidariusį Laplaso slėgį, t.y. $\rho_1 g h_1 = 2\sigma/r$. Iš čia išplaukia

$$\sigma = 0{,}5 \rho_1 g \cdot r h_1 . \qquad (4)$$

1. Matavimus pradedame su distiliuotu vandeniu. Į jį panardinę kapiliarą ir aprašytu būdu sudarę kompensuojantį slėgį, išmatuojame h_1. Matavimą pakartoję keletą kartų, apskaičiuojame dydžio h_1 aritmetinį vidurkį $< h_1 >$ bei įvertiname jo nustatymo ribinę paklaidą $\Delta\ h_1$. Iš lentelių nustatę kambario temperatūros manometrinio skysčio tankį ρ_1, apskaičiuojame σ.



4 pav.

2. Aprašytu būdu nustatome alkoholio įvairių koncentracijų tirpalų σ, brėžiame grafiką $\sigma = f(z)$ ir iš jo nustatome nežinomą tirpalo koncentraciją z_x . Matavimų ir skaičiavimų rezultatus patogu surašyti lentelėje. Prieš nardinant kapiliarą į tirpalą, jį reikia nusausinti, o panardinus – praplauti tiriamajame tirpale (t.y. panardinus jį į tirpalą, gaubtą 4 nardinti tol, kol iš kapiliaro pradės veržtis oro burbuliukai).