

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG`LIQNI SAQLASH
VAZIRLIGI

SAMARQAND DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI

**TIBBIY VA BIOLOGIK FIZIKA, TIBBIY TEXNIKA VA YANGI
TEXNOLOGIYALAR KAFEDRASI.**

**SUYUQLIKLARNING ICHKI ISHQALANISH
KOEFFITSIYENTINI (QOVUSHOQLIGINI) KAPILLYAR
VISKOZIMETR VA VK-4 VISKOZIMETRI VOSITASI BILAN
ANIQLASH.**

**(I-kurs davolash, pediatriya va tibbiy pedagogika fakultetlari
studentlari uchun uslubiy qo`llanma).**

TOSHKENT – 2005

**O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta ta`lim bo`yicha o`quv-uslub
idorasi tomonidan 5 dekabr 2005 yilda tasdiqlangan.**

TUZUVCHILAR: Sodiqov N.O. – SamDTI «Biofizika»
kafedrası mudiri, dotsent.

TAQRIZCHILAR: Eshqobilov N.B. – SamDU «Kvant elektroni-
kasi» kafedrası
professori, f.m.f.d.
Malikov R.M. – SamDTI «Biofizika»
kafedrası dotsenti.

«Tasdiqlayman»

O`zbekiston Respublikasi Sog`liqni Saqlash Vazirligi Oliy va o`rta
tibbiy ta`lim bo`yicha o`quv – uslub idorasi

T.Saidov.

5.01.2005 yil 2005 yil



SUYUQLIKLARNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFITSIYENTINI (QOVUSHOQLIGINI) KAPILLYAR VISKOZIMETR VA VK-4 VISKOZIMETRI VOSITASI BILAN ANIQLASH.

Kerakli asboblari va jihozlar:

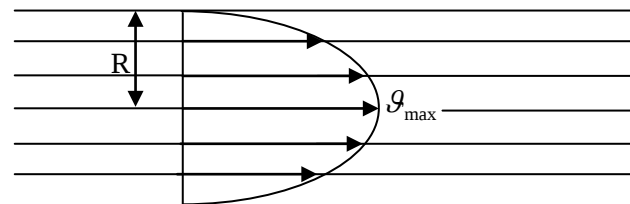
1. Ostvald viskozimetri (qovushoqlik o'lchagich).
2. Meditsina viskozimetri.
3. Termometr.
4. Sekundomer.
5. Ultratermostat.
6. Turli xil konsentratsiyaga ega bo'lgan eritmalar.

Ishning maqsadi: Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini haroratga bog'liq holda aniqlash va meditsina viskozimetrining ishlash jarayoni bilan tanishishdir.

Real suyuqlik va gazlar molekulari orasida o'zaro tortishish kuchlari bo'lganligi sababli, ichki ishqalanish mavjuddir. Bu kuchlar bo'lganligi sababli suyuqlik qatlamlari orasida, agar suyuqlik qatlamlari turli xil tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsalar, ishqalanish qarshilik kuchlari paydo bo'ladi. Bu kuchlar tezliklari katta bo'lgan suyuqlik qatlamlarining tezligini kamaytiradi va tezligi kichik bo'lgan qatlamlar tezliklarini esa oshiradi.

Agar suyuqlik qatlamlarining tezliklarini qo'llovchi manba bo'lmasa, ishqalanish kuchlarining ta'siri bilan suyuqlik qatlamlarining orasida ichki ishqalanish bo'lganligi sababli suyuqlik qatlam-qatlam bo'lib oqadi.

Birinchi qatlam idish devoriga yopishgan bo'lib, tezligi 0, ikkinchi qatlam kamgina tezlikka, uchinchi qatlam kattaroq va h.k. Nay o'rtasida tezlik maksimal qiymatga ega bo'ladi. Suyuqlikning nay bo'yicha oqishida qatlamlarning harakat tezligi rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm

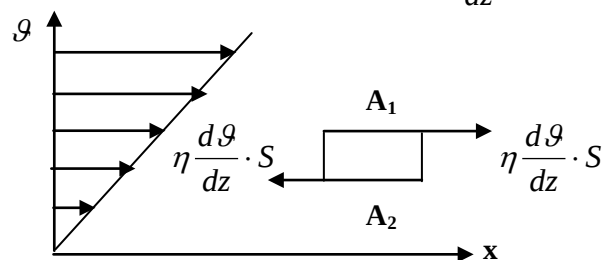
Suyuqlikning bunday oqimini laminar oqim deyiladi. Bunday oqimda suyuqlikning oqimi shovqinsiz bo'ladi.

Faraz qilaylikki suyuqlik qatlam – qatlam bo'lib oqayotgan bo'lsin va ikki bir-biriga yaqin qatlamlar har xil tezliklar bilan harakat qilayotgan bo'lsalar, bu holda qatlamlar orasida ichki (F_{uuk}) ishqalanish kuchi paydo bo'ladi.

Nyuton aniqladiki, bu ikki qatlam orasida paydo bo'lgan (F_{uuk}) ishqalanish kuchi suyuqlikning tabiatiga, bu qatlamlarning tegib turgan yuzasi (S) ga va tezlik gradiyenti ($d\vartheta/dz$) ga proporsionaldir.

$$F_{\text{uuk}} = \eta * S * \frac{d\vartheta}{dz}; \quad \text{bu yerda } S - \text{yuz, } \eta - \text{ichki}$$

ishqalanish (qovushoqlik) koeffitsiyenti, $\frac{d\vartheta}{dz}$ - tezlik gradiyenti.



2-rasm

F_{uuk} - bir-birlariga tegib turgan qatlamlar yuzalariga o'tkazilgan o'rinma bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

Tezlik gradiyenti bir qatlamdan ikkinchi qatlamga o'tganda nay o'qiga tik yo'nalish bo'yicha tezliklarni qadam tezlik bilan o'zgarishini ko'rsatadi.

Agar $\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$ bo'lsa, bu qatlamlar orasidagi masofa Δz bo'lsa,

bu holda tezlik gradiyenti $\text{grad. } \vartheta = \frac{\Delta\vartheta}{\Delta z}$ bo'ladi va Nyuton formulasi

quyidagicha bo'ladi $F_{\text{uuk}} = \eta * S * \frac{\Delta\vartheta}{\Delta z}$ (1) bundan

5.Stoks usulida qovushoqlikni aniqlash formulasini keltirib chiqaring.

6.Ostvald viskozimetri tuzilishini tushuntiring.

7.Naylardan oqqan suyuqlikni miqdorini hisoblash uchun Puazeyl formulasini yozing.

8.Ostvald usulida yopishqoqlikni aniqlash formulasini keltirib chiqaring.

9.Tibbiy viskozimetr tuzilishini tushuntiring.

10.Tibbiy viskozimetr yordamida qovushoqlikni hisoblash formulasini yozing.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi. Tom 2 Moskva. 1982.
2. A.N.Remizov. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. 1992.
3. I.A.Essaulova, M.Ye.Bloxina, L.D.Gonsov. Tibbiy va biologik fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. Moskva. 1987.
4. Vladimirov Yu.A. va boshqalar. Biofizika. M., 1983.
5. Kuxling X. Spravochnik po fizike, 1982.

ulangan. Uning oxirida 6 – naycha o`rnatilganki, uning yordamida og`iz bilan suyuqlik naychalar orqali suriladi.

Kranchani ochib, ikkinchi naychani uchini bekitib, birinchi naychaga 6 shisha naycha orqali distirlangan suv surilib, O belgiga olib keltirilib qo`yiladi. Krancha bekiladi. Ikkinchi naychaga tekshiriladigan suyuqlik (tibbiyot xodimlari qoni) ni 6 – naycha orqali surib, uni ham O (·) ga keltirib qo`yiladi.

Viskozimetr tekis joyga stol ustiga qo`yiladi. Krancha 4 ni ochib og`iz bilan 6 – naycha orqali surib, qon (1) belgiga keltiriladi. Distirlangan suvning kelib to`xtagan joyi (raqami) qonning nisbiy namligini ko`rsatadi.

Tibbiyot viskozimetri bilan suyuqlikning η ni aniqlash ham Puazeyl formulasiga asoslangandir. Puazeyl formulasiga asosan, bir xil vaqt oralig`ida bir xil kapillyar naylar orqali oqib chiqqan suyuqliklarning hajmlari suyuqliklarning ichki ishqalanish koefitsiyentlariga teskari proporsionaldir.

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{v_0}{v} = \frac{\pi r^2 \ell_0}{\pi r^2 \ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \quad \text{bundan} \quad \eta = \eta_0 \cdot \frac{\ell_0}{\ell} \quad (8)$$

η_0 ning qiymatini temperaturaga qarab, jadvaldan topib olamiz. η_0 – suv uchun, η - tekshiriladigan suyuqlik uchun ishqalanish koefitsiyenti. ℓ_0 - suv uchun, ℓ - tekshiriladigan suyuqlik uchun asbobdan topiladi. O`lchash 5 marta bajariladi.  $\langle \eta \rangle$  o`rtacha qiymat topiladi. σ - ni bilib, $\Delta \eta = \frac{\sigma \cdot t_{x-n}}{\sqrt{n}}$ ni topib, haqiqiy qiymat quyidagicha topiladi.

$$\eta = \langle \eta \rangle \pm \Delta \eta \quad E = \frac{\Delta \eta}{\langle \eta \rangle} \cdot 100\% \quad \text{- nisbiy xato topiladi.}$$

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR.

1. Suyuqliklarning ichki ishqalanish koefitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Qovushoq suyuqliklar uchun Nyuton tenglamasini yozing.
3. Qovushoqlik haroratga bog`liqligini tushuntiring.
4. Nyuton va Nyuton bo`lmagan suyuqliklar deb nimaga aytiladi.

$$\eta = \frac{F_{\text{uuk}}}{S \cdot \frac{\Delta g}{\Delta z}}; \quad \text{agar} \quad \frac{\Delta g}{\Delta z} = \rho g \quad \text{tezlik gradiyenti 1 ga teng bo`lsa,}$$

bir-biriga tegib turgan yuza ham bir birlikka teng bo`lsa, qovushoqlik koefitsiyenti  $\eta$  son qiymati jihatdan  $F_{\text{uuk}}$  kuchiga teng bo`ladi. SI

sistemasida F – *Ньютон*, $g = \frac{m}{c}$, $S = m^2$ bo`lgani uchun η ning

$$\text{birliqi} \quad \frac{H}{m^2 \cdot \frac{m/c}{m}} = \frac{H}{m^2 \cdot \frac{1}{c}} = \frac{H \cdot c}{m^2} = Pa \cdot c \quad \text{bo`ladi.}$$

$$0,1 \cdot \frac{H \cdot c}{m^2} \text{ - puaz deyiladi.} \quad 1 Pa = 0,1 \cdot \frac{H \cdot c}{m^2} = 0,1 Pa \cdot c$$

Ko`pincha yopishqoqlikni nisbiy yopishqoqlik  $\eta_{\text{нисбий}}$  bilan tavsiflaydilar. Tekshirilayotgan suyuqlik yopishqoqligi  $\eta$  ning, suvning yopishqoqligiga nisbati, ya`ni $\frac{\eta}{\eta_0} = \eta_{\text{нисбий}}$; $t = 20^\circ S$

haroratda $\eta_{\text{нисбий}}$ jadvalda berilgan.

Suyuqlik	$\frac{H \cdot c}{m^2} = Pa \cdot c$	Pa	$\eta_{\text{нисбий}}$
Etil efiri	0,00023	0,0023	0,23
Suv	0,001	0,01	1,0
Etil spirti	0,0012	0,012	1,2
Kostor moyi	0,9	9	900
Glitserin	0,85	8,5	850

Harorat darajasi oshishi bilan yopishqoqlik kamayib boradi.

1) Nyuton qonunga bo`ysunadigan suyuqlik ( $\eta$  - tezlik gradiyentiga bog`liq bo`lmagan) Nyuton suyuqliklari deyiladi. Bularga suv, turli xildagi eritmalar.

2) Nyuton formulasiga bo`ysunmaydigan suyuqliklarni nyuton bo`lmagan suyuqliklari deyiladi.

Ularining yopishqoqligi (qovushoqligi) anamal deyiladi.

Nyuton bo'lmagan suyuqliklarga murakkab tuzilishga ega bo'lgan yirik molekulalardan iborat bo'lgan suyuqliklar, masalan polimerlarning eritmasi va qon kiradi, qon oqsillar va qon (zarrachalari) hujayralaridan iborat. Odam qonining yopishqoqlik koeffitsiyenti normada (4÷5) mPa·s atrofida bo'ladi, patologiyada esa 1,7 mPa·s dan 22,9 mPa·s gacha o'zgarishi mumkin.

Qonning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash tashhis uchun (diagnostik) ahamiyatga ega. Tuberkulyoz kasalligida yopishqoqlik kamayadi, yuqumli kasalliklarda esa ortadi.

Katta molekulalarga ega bo'lgan murakkab suyuqliklar, shu jumladan qon ham Nyuton bo'lmagan suyuqliklarga kiradi.

Suyuqliklarning yopishqoqligini Stoks usulidan foydalanib aniqlash.

Ichki ishqalanish kuchi Nyuton formulasi bo'yicha aniqlanadi.

$$F_{\text{murk}} = \eta \frac{d\vartheta}{dx} * S ; \quad S \text{ -yuza, } \frac{d\vartheta}{dx} \text{ - tezlik gradiyenti,}$$

$\vartheta_2 - \vartheta_1 = \Delta\vartheta$, η - yopishqoqlik koeffitsiyenti. Stoks usuli bilan suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash uchun uzun, balandligi 70-80sm idish olinadi. Idishning og'ziga yaqin joyigacha tekshiriladigan suyuqlik solinadi. Shu idishga shishadan yasalgan sharcha tashlanadi. Jismning suyuqlik ichida harakat qilganida qarshilik kuchlari paydo bo'ladi.



3-rasm

formulaladan alohida o'lchashlarning o'rtacha kvadratik xatosini topib, $\Delta\eta_x$

ning absolyut xatosini $\Delta\eta_x = \frac{\sigma \cdot t_{x,n}}{\sqrt{n}}$ formuladan foydalanib $\Delta\eta_{xning}$ absolyut

xatosini bilish mumkin va haqiqiy natijani quyidagicha yozish mumkin. $\eta_x = <\eta_x> \pm \Delta\eta_x$.

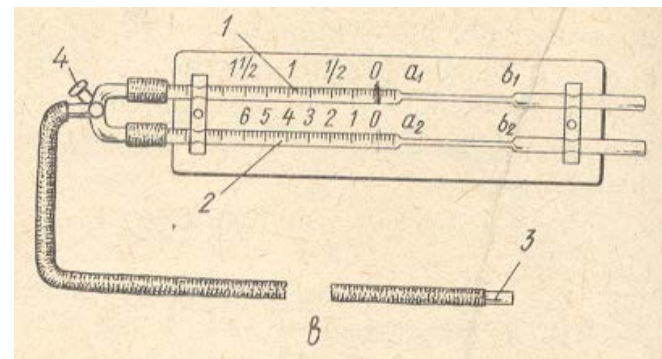
Tibbiy viskozimetr yordamida ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.

Tibbiyotda ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlashda, ko'pincha tibbiy viskozimetrdan foydalaniladi (VK - 4) markali viskozimetrdan.

Bu asbob bilan kam miqdordagi qonning ichki ishqalanish koeffitsiyentini topiladi. Qonning ichki ishqalanish koeffitsiyenti $4 \div 5$ mPa·s orasidadir. Kasal bemorlarda esa $1,7 \div 22,9$ mPa·s gacha o'zgaradi. Ba'zi kasalliklarda η - oshsa, ba'zilarida kamayadi.

Masalan, tuberkulez kasalligida kamayadi. Shuning uchun η ni aniqlash tibbiyot xodimlari uchun zarurdir. Tibbiy viskozimetri gradirlangan ikki bir xil naychalardan – 2 iborat bo'lib, taxtacha – 1 ga parallel qilib o'rnatilgan.

Har bir naycha uch a , θ , s kapillyar naychalardan iborat bo'lib, birlariga birlashtirilgan (ulangan bo'lib, bir butundir). Har bir naychada odam 10 gacha bo'lgan bo'limlar mavjud va ularning har qaysisi yana 10 qismga bo'lingandir.



Rasm – 5

Bu naychalarning rezin nay bilan kran uzib - ochuvchi murvat o'rnatilgan. Bu kranni tutib turish uchun prujinali qisqich 3 ham mavjud. Rasm - 5 dagi shishadan yasalgan troynik (uchlik) bo'lib, uning ikki uchi kapillyar naychalarga, uchinchi uchi esa 7 – rezin naychaga

sekundomerni to'xtamaziz. Bu holda sekundomer a va b belgilar orasidagi suyuqlik hajmiga teng bo'lgan, suyuqlik oqib chiqishidagi vaqt t_0 ni ko'rsatadi. Xuddi shuningdek tekshiriladigan suyuqlikning shunday hajmdagi miqdorining chiqishidagi vaqtni t_x ni sekundomer bilan o'lchab olamiz. (6) formula vositasi bilan η_x ni topish uchun, ΔR_x va ΔR_0 bosimlar ayirmasini bilish kerak. Viskozimetrdagi suyuqlik balandliklarini bilib, ΔR ni aniqlaymiz.
 $\Delta P = \rho gh$

ρ - suyuqlikning zichligi, g - erkin tushish tezlanish, h - viskozimetrdagi suyuqlikning balandligi suyuqlik sathlarining ayirmasi.

Agar etalon va tekshiriladiga suyuqlik miqdorlarining balandliklari sathlari bir xil bo'lsa, u holda

$$\Delta P_x = \rho_x gh; \quad \Delta P_0 = \rho_0 gh \quad \text{bundan} \quad \frac{\Delta P_x}{\Delta P_0} = \frac{\rho_x}{\rho_0}, \text{ bunga asosan,}$$

$$(6) \text{ formulani quyidagicha yozish mumkin: } \eta_x = \eta_0 \frac{\rho_x}{\rho_0} \cdot \frac{t_x}{t_0} \quad (7)$$

Tekshiriladigan suyuqlik zichligini areometr bilan o'lchash mumkin yoki jadvaldan topamiz. ρ_0 ni ham jadvaldan topib, t_x va t_0 larni bilib, (7) formula vositasi bilan η ni aniqlaniladi. O'lchamni 5 marta yetkazib, η_x ni qiymatini 5 marta topamiz.

(7) formulani differensiyalab

$$\frac{d\eta_x}{\eta_x} = \frac{d\eta_0}{\eta_0} + \frac{d\rho_x}{\rho_x} + \frac{d\rho_0}{\rho_0} + \frac{dt_x}{t_x} + \frac{dt_0}{t_0} \quad \text{yoki} \quad (a)$$

nisbiy xatoni aniqlashimiz mumkin.

$$\frac{\Delta\eta_x}{\eta_x} = \frac{\Delta\eta_0}{\eta_0} + \frac{\Delta\rho_x}{\rho_x} + \frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} + \frac{\Delta t_x}{t_x} + \frac{\Delta t_0}{t_0} \quad (v)$$

bunda η_x , η_0 , ρ_x , ρ_0 , t_x , t_0 lar o'rtacha qiymatlar.

$\Delta\eta_0$,, Δt_0 lar – absolyut xatolar (v) formuladan nisbiy xatoni topamiz.

$$\Delta\eta_x \text{ – ning o'rtacha qiymati } <\Delta\eta_x> \text{ ni bilib, } \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta\eta_x^2}{n-1}}$$

Agar jism suyuqlik ichida katta tezlik bilan harakat qilsa, jism orqasida suyuqlikda uyurmachalar paydo bo'ladi, bu holatda harakatlanuvchi jismning bir qism energiyasi shu uyurmalar (vixrlar) paydo qilishlikning ichki energiyasiga aylanadi. Agar jism (shisha sharcha) kichik tezlik bilan suyuqlikda harakat etsa, uyurmalar paydo bo'lmasa, qarshilik kuchlari (ishqalanish kuchlari natijasida) hosil bo'ladi. Suyuqlikning jismga tekkan kismi va shu jism sirti orasida paydo bo'ladi.

Stoks usuli bo'yicha agar sharcha yopishqoq (qovushoq) suyuqlikda sekin tezlik bilan harakat kilsa, uyurma paydo bo'lmasa qarshilik kuchi (Stoks kuchi) quyidagicha aniqlanadi.

$$F_\kappa = 6\pi\eta r g$$

Ya'ni, Stoks qonuni bo'yicha yopishqoq (qovushoq) suyuqlikda g -tezlik bilan harakatlanuvchi sharchaga quyidagicha F_κ qarshilik kuchi, - Stoks kuchi F_c ta'sir qiladi.

$$F_c = F_\kappa = 6\pi\eta r g$$

r – sharchaning radiusi

g – tezlik

η – yopishqoqlik(kovushoklik) koeffitsiyenti

F_c – qarshilik (Stoks) kuchi

P – og'irlik kuchi ($P = mg$)

F_A – Arximed kuchi (itarish kuchi)

Bu kuchlarning ta'sir etish yo'nalishi (rasm-3)da ko'rsatilgan.

Og'irlik kuchi va qarshilik (Stoks) kuchi yuqoriga tomon yo'nalgan.

$$P = mg; \quad m = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho - \text{shisha sharchaning massasi}$$

$$P = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g - \text{og'irlik kuchi}$$

$$F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_0 g - \text{Arximed kuchi}$$

bu yerda ρ - sharchaning zichligi, ρ_0 - suyuqlikning zichligi

Agar biz shisha sharchani suyuqlikka tashlasak, sharcha suyuqlikda harakatlanib, tezligi boshda katta bo'ladi, so'ngra bir xil tezlik bilan harakatlanadi. Ma'lum vaqtdan so'ng Arximed va Stoks kuchlarning yig'indisi og'irlik (R) kuchiga tenglashadi, muvozanat yuzaga keladi.

F_A – Arximed kuchi va Stoks kuchlarining yig'indisi og'irlik kuchi P ga teng bo'ladi.

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_0 g + 6\pi r \eta g$$

$$2\pi R^3 g (\rho - \rho_0) = 9\pi r \eta g \quad \eta = \frac{2R^2 g (\rho - \rho_0)}{9g} \quad (2)$$

(2) formuladagi miqdorlarni bilib, η - ni aniqlash mumkin. Bu usul juda oddiy, lekin bu meditsinada qo'llanilmaydi, chunki ko'p miqdorda suyuqlik talab etiladi.

Idishga sharcha tashlanadi, tezligi bir xil bo'lgan nuqtadan boshlab t – vaqtda ℓ - o'tilgan yo'lni aniqlanadi va $g = \frac{\ell}{t}$ formuladan g ni topib, (2) formula yordamida η ni aniqlanadi.

Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini Ostvald usuli bilan aniqlash.

Bizga ma'lumki, naychadan oqib o'tgan suyuqlikning hajmi Puazeyl formulasi bilan aniqlanadi.

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta P t}{8\eta \ell} \quad (3)$$

bu yerda r - naychani radiusi, ℓ - naychani uzunligi, ΔP - naychani boshi va oxiridagi bosimlarining ayirmasi η - yopishqoqlik koeffitsiyenti.

Tekshiriladigan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini Puazeyl formulasidan foydalanib topishda ma'lum hajmdagi suyuqlikni kapillyar naychadan oqishidagi vaqtni o'lchaydilar, hamda xuddi shunday hajmdagi ishqalanish koeffitsiyenti ma'lum bo'lgan (masalan suvning) suyuqlikning oqish vaqtini o'lchaydilar.

Bu holda etalon suyuqlik (masalan suv uchun) Puazeyl formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta P_0 t_0}{8\eta_0 \ell} \quad (4)$$

-9-

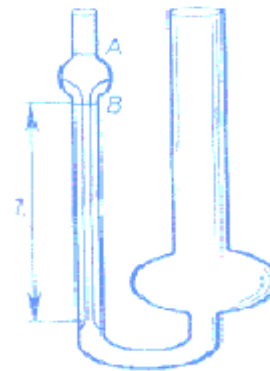
Tekshiriladigan suyuqlik uchun esa $V = \frac{\pi \Delta P_x r^4 t_x}{8\eta_x \ell}$ (5). (4) va (5)

formulalarning chap tomonlari teng bo'lgani uchun, o'ng tomonlarini ham tenglashtiramiz.

$$\frac{\pi r^4 \Delta P_0 t_0}{8\eta_0 \ell} = \frac{\pi r^4 \Delta P_x t_x}{8\eta_x \ell}$$

Bundan quyidagini olamiz.

$\eta_x = \eta_0 \frac{\Delta P_x}{\Delta P_0} \cdot \frac{t_x}{t_0}$ (6). Bu usuldan foydalanib, ishqalanish koeffitsiyenti η - ni aniqlashda Ostvald viskozimetri 4-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm – 4

Bu asbob U - shakldagi bukilgan naydan iborat bo'lib, bir tomonining (chap tomoni) yuqori qismida sharcha mavjuddir. Uning pasti esa kapillyar kanalchaga tutashgan. Sharchaning yuqori qismida a - belgi pastki qismida b - belgilari mavjud bo'lib, u kapillyar naycha ℓ , c orqali o'ng tomondagi naychani kengaygan qismi bilan tutashgan.

Pipetka vositasi bilan o'ng tomondagi trubkaga ma'lum miqdordagi etalon suyuqlik (suv) solinadi va rezina nok (grusha) vositasi bilan chap tomondagi trubkaga suyuqlikni surib a - belgidan yuqorigacha ko'tariladi. Shundan so'ng suyuqlik o'z og'irligi bilan pastga oqishga imkon tug'iladi. (Rezina grusha olinadi).

Suyuqlik kapillyar nay orqali, trubkaning keng, ikkinchi qismiga qarab oqadi. Suyuqlikning sirti oqib a - belgiga kelganda sekundomerni ishgatushiramiz va suyuqlik oqib b - belgiga kelganda