

TOSHKENT STOMATOLOGIYA INSTITUTI
BIOFIZIKA VA INFORMATIKA KAFEDRASI

Biofizikadan ma'ruzalar

Ma'ruza: № 1

“ГИДРОДИНАМИКА АСОСЛАРИ”
“ГЕМОДИНАМИКА АСОСЛАРИ”

Toshkent - 2015

Maruza rejasi:

- 1.Suyuqlik va gazlarning asosiy hossalari – yopishqoqlik.
- 2.Qon aylanish sistemasi kasalliklarida qo'llaniladigan qon oqish tezligining yopishqoqlikka bog'liqligini amaliyotda o'lchash.
- 3.Nyuton formulasi,yopishqoqlik koeffitsienti va uning o'lchov birliklari.
- 4.Nyuton va nonyuton suyuqliklari.

Odam organizmini ko'p qismini suyuqliklar tashkil etadi, shuning uchun suyuqlikning xossalari biologiya va tibbiyotda katta qiziqish uyg'otadi. Reologiya – bu fizikaning suyuqliklarning oqimini va qoldiq deformatsiyasini o'rganuvchi bo'limidir. Bioreologiya – biofizikaning biologik suyuqliklar (qon) ning oqimini, to'qimalar, mushaklar, suyak va qon oquvchi tomirlar deformatsiyasini o'rganuvchi bo'limidir.

Organ va to'qimalarning reologik xossalarini o'rganish diagnostika usullarining: reografiya, reokardiografiya, reopulmonografiya, reoensefalografiya asosini tashkil etadi.

Yopishqoqlik yoki ichki ishqalanish deb, suyuqlik va gazlarning ayrim parallel qatlamlarining bir-biriga urinma kuch bilan ta'siriga aytiladi.

Ichki ishqalanish kelib chiqishiga sabab shuki, molekulalarning bir qatlamdan boshqasiga impuls tashishi yoki m-v harakat miqdoridir.

Temperatura ortishi bilan suyuqlikning yopishqoqligi eksponensial ravishda kamayadi.

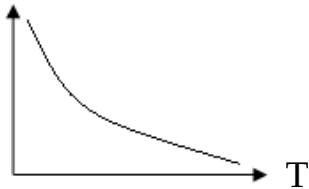
Frenkel qonuniga asosan,

$$\eta_T = A \cdot e^{\frac{W_a}{kT}}$$

bu yerda η_T – ma'lum temperaturadagi yopishqoqlik koeffitsienti, A- const, e- natural logarifm asosi, W_a – aktivlik energiyasi, $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/k (Bo'lsman doimiysi). Temperatura ortishi bilan molekulalar orasidagi masofa ortadi, η - kamayadi.

Temperatura ortishi bilan yopishqoqlik koeffitsienti eksponensial qonun bo'yicha kamayadi:

η



Konsentratsiya ortishi bilan molekulalar orasidagi masofa kamayadi, shuning uchun ular orasidagi bog'lanish ortadi va yopishqoqlik ham ortadi.

Yopishqoqlik molekulalar orasidagi o'zaro bog'lanish bilan ifodalanadi. Ichki ishqalanish kuchi esa N'yuton qonuni bilan ifodalaniladi:

$$F_{\text{ishq}} = \eta (\Delta v/x) S \quad (1)$$

bu yerda η – yopishqoqlik koeffitsienti, $\Delta v/x$ – tezlik gradiyenti, S – qatlamlar yuzasi, (1) formuladan η ni topsak:

$$\eta = \frac{F_{\text{e.mp}}}{\Delta v/x \cdot S}$$

Bu yerdan η o'lchov birliklarini topamiz: $\eta = \text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^2 = \text{Pa} \cdot \text{s} (\text{CI})$ yoki, $\text{din} \cdot \text{s} / \text{cm}^2 = \text{Puaz} (\text{SGS})$

Tezlik gradiyenti deb, qatlamlar orasidagi tezlik o'zgarishini ular orasidagi masofaga nisbatiga aytiladi. Ko'pgina suyuqliklarning yopishqoqligi tezlik gradiyentiga bog'liq bo'lmaydi, faqat ularning tabiatiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Bunday suyuqliklar (suv, past molekulali organik moddalar) nyuton suyuqliklari deyiladi. Ayrim suyuqliklarning (polimerlar, suspenziya va emulsiyalar) yopishqoqligi ularning oqish sharoitiga, bosimiga va tezlik gradiyentiga bog'liq bo'ladi. Bunday suyuqliklar nonyuton suyuqliklar deyiladi. Qonni elementlari bilan birga - nonyuton suyuqlik deyish mumkin. Chunki u plazma to'qimasining suspenziyasidir. Ammo qonning yopishqoqligi kichik bo'lgani uchun uni nyuton suyuqligi ham deyish mumkin.

Ma'ruza № 4

Mavzu: **BIOREOLOGIYA**

Reja:

1. Gagen-Puazeyl formulasi. Hidravlik qarshilik.
2. Laminar va turbulent oqimlar. Reynolds soni.
3. Sirt taranglik, kapillayrlik. Laplas formulasi. Gaz emboliyasi.
4. Yurakning ishi va quvvati.

Yopishqoqlik suyuqlikning naydagi o'rtacha oqish tezligini kamaytiradi:

$$V = \frac{\Delta p}{l} \cdot \frac{r^2}{8\eta}$$

(Puazeyl qonuni), bu yerda $\Delta P/l$ – bosim gradiyenti, r – nay radiusi.

Δt vaqt ichida oqib o'tayotgan suyuqlik hajmi quyudagiga teng:

$$V = S \cdot v \cdot \Delta t = \pi r^2 \cdot v \cdot \Delta t$$

bu yerda S - nayning ko'ndalang kesim yuzasi yoki:

(Gagen-Puazeyl formula:
$$V = \frac{\pi r^4}{8\eta l} \cdot \Delta p \cdot \Delta t$$

$$V_{cek} = S \cdot v = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v$$

$$V_{sek} = \frac{\pi r^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta P}{l} = \frac{\pi r^4}{8\eta l} \cdot (P_1 - P_2)$$

Bunda
$$w = \frac{8\eta l}{\pi r^4} \rightarrow \text{Gidravlik qarshilikdir.}$$

Laminar oqim deb, bir-biri bilan aralashmasdan har xil tezlikda harakatlanuvchi qatlamlar oqimiga aytiladi.

Trubulent oqim deb suyuqlik qatlamlarning bir-biri bilan aralashib, katta tezlikda oqishiga aytiladi. Trubulent oqim, uyurmali oqim xarakteriga ega bo'lib, shovqin bilan kuzatiladi. Bunday oqim nayning tarmoqlangan qismida kuzatiladi.

Oqim xarakterini ifodalash uchun Reynolds soni degan kattalik kiritiladi:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\eta} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\eta}$$

ρ - zichlik, v -oqim tezligi, D - nayning diametri.

$\nu_{kin} = \eta / \rho$ – kinematik yopishqoqlik. Uning birlik o'lchovi m^2/s (SI) va $cm^2/s = stoks$ (SGS); $1 stoks = 10^{-4} m^2/s$. Lanimar oqim turbulent oqimga o'tadigan holatdagi Reynolds soni kritik holat deyiladi. Silliqlik naylar uchun $Re_{kr} \approx 2300$.

Arteroskleroz tufayli qon tomirlarida endotelial qatlamlarning zararlanishi tufayli qonning laminar oqimi trubulent oqimga o'tishi mumkin.

Sitoplazmaning yopishqoqligi $2-50 mPa \cdot s$ oralig'ida aniqlanadi va hujayra siklining davriga bog'liq bo'ladi. Temperatura $40-50^{\circ}C$ dan oshganda va $12-15^{\circ}C$ ga tushganda (kamayganda) sitoplazmaning yopishqoqligi oshadi. Qonning yopishqoqligi erkaklarda normal holda $4,3-5,3 Pa \cdot s$ ($0,43-0,53 Pa \cdot s$). Ayollarda esa $3,9-4,9 Pa \cdot s$ ($0,39-0,49 Pa \cdot s$) bo'ladi. Patologik holatlarda qonning yopishqoqligi animiya kasalligida $2-3 Pa \cdot s$ gacha kamaysa, og'ir infeksion kasalliklar va politsitemiya kasalliklarida, $12-20 Pa \cdot s$ gacha ortib ketadi.

Sirt tarangligi

Suyuqlik molekulalari suyuqlikning ichki hajmiga intilib, sirtni qisqartirishga intiladi. Shuning uchun suyuqlikning sirti tarang holga kelishi sirt taranglik deyiladi. Bu sirt molekulalarning o'zaro bog'lanishi tufayli yuzaga keladi.

Sirt taranglik koeffisienti son jihatdan sirtni chegaralab turuvchi kontur uzunligiga ta'sir etuvchi sirt taranglik kuchiga teng, ya'ni

$$\sigma = F/l \text{ [N/m]-Sida; yoki [din/sm]-SGSda}$$

Temperatura ortishi bilan molekular orasidagi masofa ortadi va ular orasidagi bog'lanish kamayadi, sirt taranglik koeffisienti kamayadi. Sirt taranglik koeffisienti va temperatura orasidagi bog'lanish quyudagicha ifodalaniladi:

$$\sigma_t = \sigma_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{t_{kp}}\right)$$

Agar $t=t_{kr}$ bo'lsa $\sigma_t=\sigma_0$. Agar $\sigma_t=0$, $t=1$ bo'lganda, bundan $1/a=t_{kr}$.

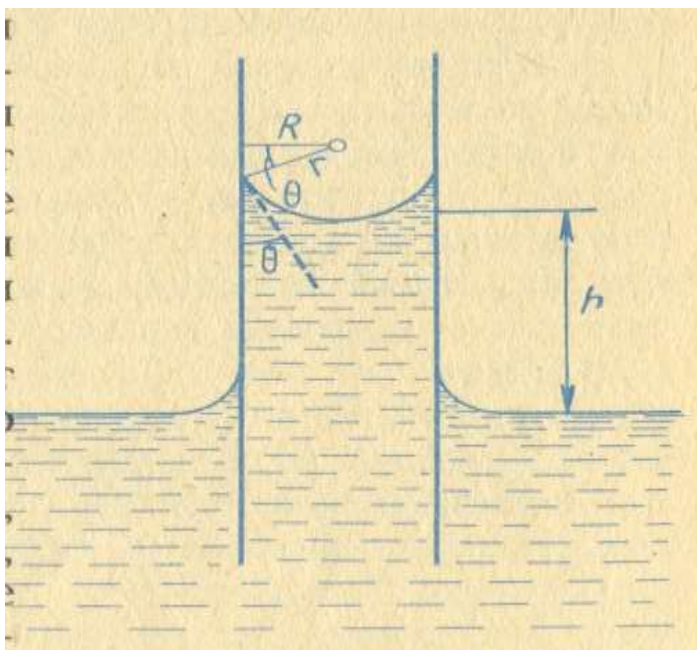
Yoki formulani quyudagicha yozish mumkin:

$$\sigma_t = \sigma_0 \cdot (1 - at)$$

Kapillyarlik

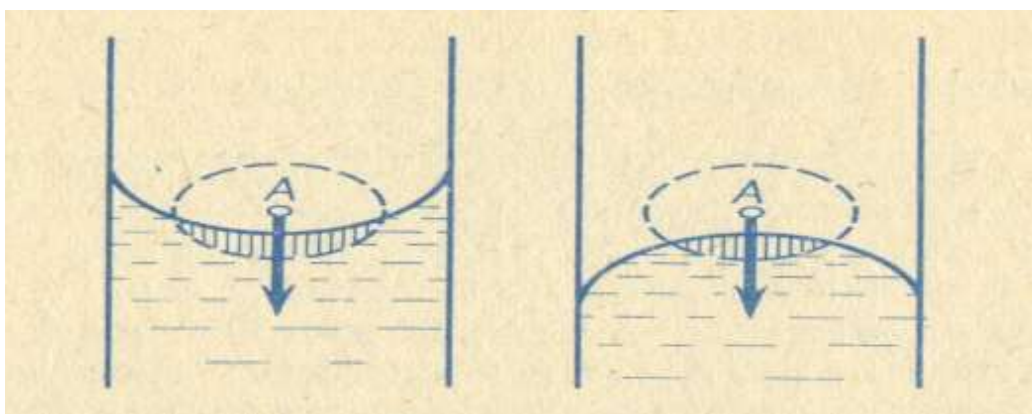
Suyuqlikning ingichka kapillyar naylarda menisk hosil qilib ko'tarilishi yoki pasayishi hodisasiga kapillyarlik deyiladi. Suyuqlikning erkin sirti kapillyar naylarda botiq yoki qavariq sferik shaklda bo'lishi mumkin. Kapillyarlik hodisasi sirt taranglik hodisasiga asoslangan, bunda menisk ostidagi bosim suyuqlikning ustudagi gaz yoki bug'ning p bosimidan Δp ga farq qiladi. Δp - meniskining shakliga bog'liq bo'ladi va meniskning ko'tarilishi va pasayishiga sabab bo'ladi. U Laplas formulasi yordamida ifodalanadi:

$$\Delta p = \pm \frac{2\sigma}{R}$$



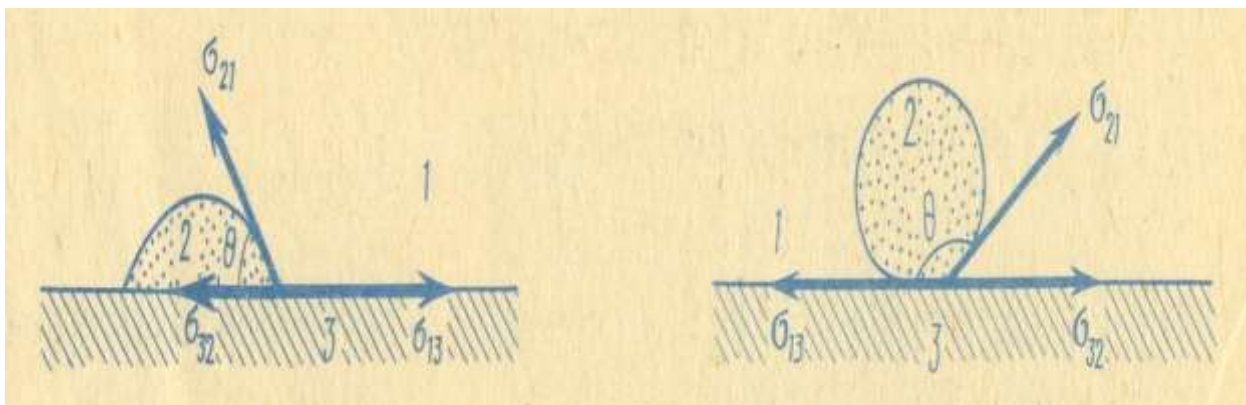
bu yerda “+” meniskning qavariqligini belgilaydi va ho’llanmaydigan suyuqlik deyiladi(suyuqlik kapillyar naylarda pasayadi).”-”ishora meniskning botiqligini va suyuqlikni ho’llaydiganligini ifodalaydi(suyuqlik naylarda ko’tariladi). R-menisk radusining egriligi deyiladi.

Botiq va qavariq menisklar

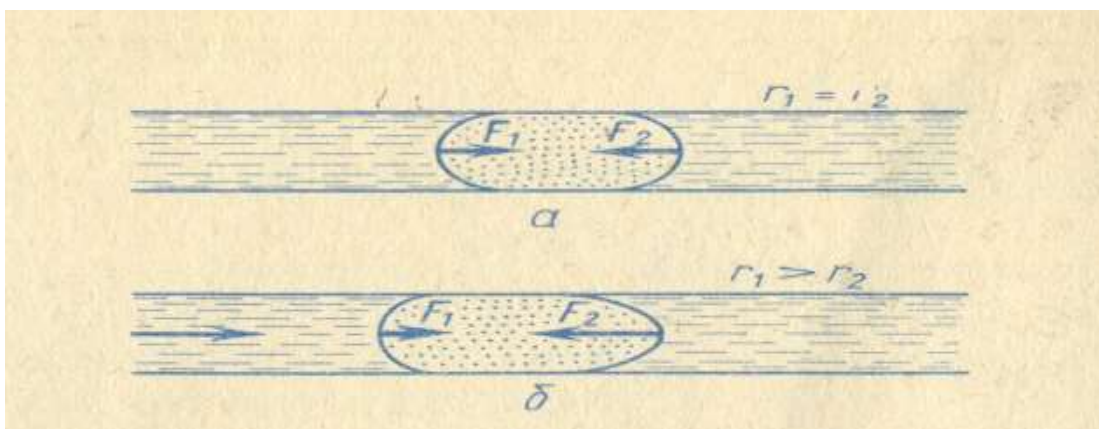


Ho’lllovchi suyuqliklar deb, shunday suyuqliklarga aytiladiki, bunday suyuqliklarning molekulalari orasidagi o’zaro tortishish kuchlari kapillyar devorlari molekulalari bilan o’zaro tortishish kuchlariga qaraganda kichikroq bo’ladi. Aks holda ho’llanmaydigan suyuqliklar deyiladi. Meniskka o’tqazilgan

urinma egri chiziq bilan idish devori orasidagi burchak ho'llaydigan suyuqliklar uchun o'tkir bo'ladi. Ho'llamaydigan suyuqliklar uchun esa o'tmas bo'ladi.



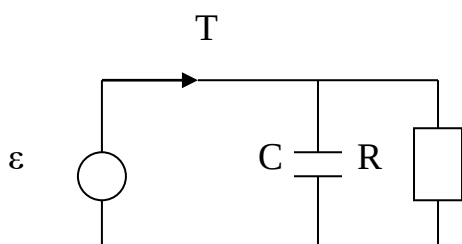
Agar kichik diametrli qon tomiriga havo pufakchasi kirib qolsa, uning ikki tomonida menisk hosil bo'ladi. Natijada qo'shimcha bosim ostidagi havo pufakchasi qon harakatini to'sib qo'yadi. Bu hodisa havo emboliyasi deyiladi. Agar havo pufakchasi (masalan bosim kesgin o'zgarganda, chuqurlikdan yuqoriga chiqqanda qonda azot gazi hosil bo'lishidan yuzaga keladi) buni gaz emboliyasi deyiladi.



Yurakning ishi va quvvati

Yurakning ishi Ayu chap qorincha bilan o'ng qorincha bajargan ishning yig'indisiga teng: $A_{yu} = A_{ch} + A_{o'ng}$ Chap qorincha bajargan ish kinetik energiyaga va bosim kuchini yengishga sarflanadi: $A_{ch} = PV + mv^2/2 = V + rV v^2/2 = V(P + rv^2/2)$ $A_{o'ng} = 0,2A_{ch}$ Shuning uchun $A_{yu} = A_{o'ng} + A_{ch} = 0,2A_{ch} + A_{ch} = 1,2A_{ch} = 1,2V(P + rv^2/2)$. Yurakning quvvati 1sistolik davr uchun : $N = A_{yu}/t_{sis} = 1J / 0,3sek \approx 3,3Vt$

Yurak va qon-tomirlarining ekvivalent elektrik sxemasi



ε - yurakning elektr yurituvchi kuchi- yurak analogi;

T- to'g'rilagich(yarim o'tkazgichli diod)-yurak klapanlari analogi;

C- kondensator – katta sig'imli qon tomirlari(aorta,arteriyalar) analogi;

R- rezistor – mayda qon-tomirlar (kapillyarlar) analogi

Контрол саволлар:

1. Реология нимани ўрганади?
2. Қовушқоқлик деб нимага айтилади?
3. Ньютон формуласини ифодаланг?
4. Қовушқоқлик коэффиценти нима ва унинг ўлчов бирлиги қандай?
5. Ньютон ва ноньютон суюқликлари деб нималарга айтилади?
6. Пуазейл қонунини ифодаланг?
7. Капиллярлик нима?
8. Сирт таранглик нима?
9. Қандай менисклар (эгриланиш сиртлари) бўлади?
10. Юракнинг иши ва қуввати нимага тенг?