

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR  
VAZIRLIGI**

**GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**



**BIOFIZIKA FANIDAN  
LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI  
(USLUBIY KO‘RSATMA)**



**Guliston – 2023**

Karimqulov A.T. Biofizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari (uslubiy ko'rsatma). Guliston - 2023. 68 b.

Biofizika fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun tayyorlangan mazkur uslubiyko'rsatma biofizika fani o'quv dasturi asosida ishlab chiqilgan. Ushbu uslubiy ko'rsatma 60510100-biologiya ta'lim yo'nalishi bakalavr talabalari uchun mo'ljallangan.

**Tuzuvchi:**

**A.T.Karimqulov** – Guliston davlat universiteti Biologiya kafedrası dotsenti, biologiya fanlari nomzodi.

**Taqrizchilar:**

**S.O.Mirzakulov** - O'zbekiston milliy universiteti Odam va hayvonlar fiziologiyasi kafedrası dotsenti, b.f.f.d. (PhD).

**H.H.Qo'shiyev** - Guliston davlat universiteti Biologiya kafedrası professori, biologiya fanlari doktori.

Ushbu uslubiy ko'rsatma Guliston davlat universiteti O'quv-uslubiy boshqarma yig'ilishida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2023 yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ "\_\_\_"- sonli bayonnoma).

## SO‘Z BOSHI

Biofizika - umumiy biologiya sohasining biologik sistemalarda kechadigan va ular faoloyati asosida yotuvchi fizikaviy va fizika kimyoviy jarayonlarni o'rganuvchi fundamental fan hisoblanadi. Biofizika fani biologik jarayonlar termodinamikasini, biopolimerlar stukturasi va funksiyasini, hujayra biofizikasini, elektrofiziologiyani, bioenergetikani, fotobiologik jarayonlar biofizikasini, adaptatsiya mexanizmlarini, energiya almashinishini, ion gomeostazining boshqarilishini, hujayra ichi signalizatsiya jarayonlarini, fotomorfogenezni sistemalar, ixcham ekologik modellar darajasida o'rganadi.

Biofizika fanini o'qitishdan maqsad – tirik hujayrani molekulyar darajada o'rganib, umumiy biologik muammolarni makromolekulalar va hujayra asosida mantiqan echimini taffakkur qila olishni talabdan talab qiladi. Ko'rsatilgan mantiq asosida mazkur soha biologiya bir butun fan ekanligini, har xil jonzotlardagi biofizikaviy jarayonlar bir xil sodir bo'lishini isbotlovchi fizik–kimyoviy yo'nalish ekanligini talabalarga tushuntirishdan iborat.

Ushbu uslubiy ko'rsatma amaldagi fan dasturi va o'quv rejaga mos holda yozilgan bo'lib, 9 ta laboratoriya ishini o'z ichiga oladi. Har bir laboratoriya ishi mavzuga doir nazariy tushunchalar, ish uchun zarur vositalar, ishni bajarish tartibi va nazorat topshiriqlari bo'limlariga ega. Shu bilan birga uslubiy ko'rsatmada fizikaviy formulalar, jadvallat va rasmlar berilgan. Shuningdek, laboratoriya ishlarini tez va aniq bajarishda talabalarga ko'mak beruvchi qo'shimcha ma'lumotlar ilovalar ko'rinishida ham keltirib o'tilgan. Talabalarning nazariy olgan bilimlarini yanada chuqurroq o'zlashtirishlariga erishish maqsadida laboratoriya mashg'ulotlarini ko'rgazmali va amaliy metodlar asosida tashkil etishi o'qitishning samaradorligini yanada oshirishga xizmat qiladi

## **LABORATORIYA TADQIQOTLARINING UMUMIY QONUNIYATLARI**

**Asosiy maqsad:** Laboratoriyada ishlash qoidalari va laboratoriya mashg'ulotlari texnikasi bilan tanishish

### **Vazifalar:**

1. Laboratoriyada ish boshlashdan oldin halat kiyish, suv, elektr, gaz borligini, mo'rili shkafning ishlash ishlamasligini ko'zdan kechirish xavfsizlik texnikasi qoidalari rioya qilish kerak.
2. Har bir talaba, iloji boricha, o'zi uchun ajratilgan joyda ishlashi kerak.
3. O'tkazilgan tajribaning tavsifi unda ishlatiladigan asbob va reaktivlar talabalarning ish daftarlarida to'liq yozilgan bo'lishi lozim. Tajriba materiallarini talaba to'liq o'zlashtirganiga, o'qituvchi iqror bo'lganidan keyin, ishni bajarishga ruxsat etadi.
4. Tajriba o'tkazilayotganda, tozalikka va texnika xavfsizligiga rioya qilish kerak.
5. Ish vaqtida gaz yoki vodoprovod jo'mraklari va elektr asboblari, tarozilar ishlamay qolsa, tezda laborantga murojaat qilish kerak.
6. Tajriba tugagach, gaz gorylkasi, suv jo'mraklarini byrkitish, gaz asboblarni o'chirish va tajriba natijalarini laboratoriya daftariga yozish kerak.
7. Spirt lampasi yoki gaz gorylkasi bilan ishlayotganda extiyot bo'ling. Spirt lampasi alangasidan foydalanib bo'lgandan keyin, uni qopqoq yordamida o'chiring.
8. Elektr isitish asbobidan foydalanishdan oldin elektr simining izolatsiyasi butunligini tykshirib ko'rish.
9. Talaba ishlatib bo'lgan ryaktivlarni joyiga qo'yishi, o'zi sintyz qilgan moddani laborantga topshirishi lozim. Ishlatgan idishlar va asboblarni tozalab, shkaflarga qo'yib, ish joyini toza qoldirish lozim.
10. Laboratoriya darsini qoldirgan talabaning o'qituvchisiz yoki katta laborantsiz tajriba o'tkazishiga ruxsat etilmaydi.

### **Nazariy tushuncha:**

Har bir talaba o'zining doimiy ishlash joyiga ega bo'lishi, ish xonasini doim ozoda va saranjom tutishi, mazkur laboratoriya mobaynida ishlatilmaydigan asbob, idishlar, kimyoviy moddalar, kitob-daftar va boshqalar bo'lmasligi lozim. Tajriba boshlashdan ilgari talaba laboratoriya ishi uchun zarur asbob va ryaktivlarni bilib, ro'yxat qilib oladi.

Laboratoriyada asosiy ish qurollari: elektroplitka, eritmalar va ryaktivlar uchun javonlar, analitik tarozi va boshqalar bo'lishi kerak. Tajribaga kerakli asbobning ishga yaroqliligini, unga zarur bo'lgan xamma jixozlarni sinchiklab tykshirilib, xavfsizlik qoidalari rioya qilgan xolda bajariladi.

Tajriba o'tkaziladigan laboratoriya birinchi tibbiy yordam ko'rsatish uchun kerakli bo'lgan doridarmonlari bo'lgan aptechka va boshqa jixozlar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak. Tajriba tamom bo'lgach, idishlarni yuvib, tozalab, o'z joyiga tartib bilan qo'yish lozim. Bu idishlardan foydalanishni osonlashtiradi, keyingi tajribaga tayyor bo'lib turadi, vaqt tyjaladi. YUvilgan idishlar ustki tomonidan toza sochiq bilan artilgan xrom, xlorid kislota eritmaları bilan yuviladi, so'ng distillangan suv bilan chayqab, quritish shkafida quritiladi.

Quruq reaktiv va eritmaların tozaligiga, saqlanishiga alohida ahamiyat byrish shart. Reaktivlar solingan idishlarning og'zini ochiq qoldirish mutlaqo mumkin emas. Reaktivlar analitik tarozilarda tortilganda, toza, quruq shisha idishlarda, buyuksda hamda kichik kimyoviy stakanchalarda tortish lozim. Konsyntrlangan kislotalar va 25%li ammiak eritmasini ishqalangan tiqinli shishada saqlash kerak. Ustidan shisha qalpoq yopib qo'yiladi. Eritmalar shkafda saqlanadi. Xavosi tortiladigan javon tagida, isitkich asboblardan uzoqroqda saqlanadi. Karbonat angidrid, suvni shimadigan ryaktivlar, eritma solingan idish va shishalarning po'kaklari eritilgan parafinda shimdirib olinadi.

Eritma solingan shisha ustiga aniq va chiroyli qilib eritmaning nomi, uning kontsentratsiyasi, tayyorlangan vaqti (kun, oy, yili), talabaning ismi, familiyasi yozilgan yorliq yopishtiriladi. Eritma pipetka bilan asosiy shishadan olinadi. Ishlatish uchun eritmadan stakanga ozgina ortiqroq quyib olish kerak. Stakanga quyilgan eritmani yana qayta shishaga quyish mumkin emas. Konsentrlangan kislota va ishqorlarning eritmalarini, zaxarli suyuqliklarni pipetka orqali og'izda so'rib olish mumkin emas. Buning uchun rezina nasos yoki avtomat pipetkadan foydalaniladi.

### **Nazorat savollari**

1. Laboratoryada ish boshlashdan oldin har bir talaba nimalarga e'tibor berishi kerak?
2. Laboratoryada asosiy ish qurollaridan nimalar bo'lishi lozim?
3. Eritma solingan shisha idishlar qanday holda saqlanishi kerak?
4. Konsentrlangan kislota va ishqorlarning eritmalarini, zaxarli suyuqliklar bilan ishlaganda nimalarga e'tibor berish lozim?
5. Tajriba tamom bo'lgach, nimalarni unutmash kerak?

# 1-LABORATORIYA ISHI

## OCHIQ SISTEMA BARQAROR STATSIONAR HOLATNING ENTROPIYASI

### Nazariy qism: Statsionar xolat

Ochiq sistemalar aniqlanmasiga ko`ra ular termodinamik muvozanat holatida bo`la olmaydilar. Chunki termodinamik muvozanat ochiq sistema tushunchasiga zid bo`lib, u sistemaning shunday bir holatini tavsiflaydi, bunda mazkur sistemada hech qanday jarayon ketmaydi. Ochiq sistema tashqi muhit bilan modda va energiya almashinuvida bo`ladi. Shunga binoan, uning umumiy entropiyasi ikki qismdan, ya`ni sistema ichida sodir bo`ladigan o`zgarishlar bilan shartlangan entropiya  $dS_i$  va sistemaning tashqi muhit bilan amalga oshadigan aloqasi tufayli yuzaga chiqadigan entropiyasi  $dS_e$  dan tashkil topgan.

$$dS = dS_i + dS_e$$

Sistema ichida kechadigan o`zgarishlar bilan shartlangan entropiya qismi  $ds_i$  termodinamik ikki qonunga binoan, musbat qiymat yoki nolga teng bo`lishi mumkin. Bordi-yu, sistema ichida kechayotgan jarayonlar qaytmas bo`lsa, u holda mazkur jarayonlarga bog`liq ravishda ro`yobga chiqadigan entropiya qismi hamma vaqt musbat qiymatga, aksincha, sistema ichida kechayotgan jarayonlar o`z tabiatiga ko`ra qaytar bo`lsa, entropiyaning bu qismi nolga teng bo`lib qoladi.

Ochiq sistemalarga haraktli bo`lgan  $ds_e$  kattaligi esa musbat nol va hatto manfiy qiymatga ega bo`lishi mumkin. Tashqi muhit bilan hech qanday aloqada bo`lmaydigan (izolirlangan) sistemalarda  $dS_e = 0$  bo`ladi. Shunga ko`ra, bu xil sistemalarda entropiyaning umumiy o`shish sistema ichidagi entropiya o`shishiga teng bo`lib qoladi, ya`ni  $dS_i = dS_e$ . Agarda  $dS_e$  miqdori jihatdan,  $ds_i$  kattaligiga teng bo`lib, ishorasi manfiy bo`lsa, sistema umumiy entropiyasining o`shishi nolga teng bo`ladi va bunday hol sistemaning statsionar holatiga mos keladi. Shunday qilib, ochiq sistemalar nazariyasiga ko`ra, ochiq sistemalar entropiyasi, ularning tashqi muhit bilan amalga oshadigan aloqasi tufayli yo kamayadi, yo oshadi yoki o`zgarmaydi.

Statsionar holatda sistema ichidagi entropiya o`zgarishining tezligi uning tashqi muhit bilan entropiya "almashinuv" tezligiga teng, ya`ni  $(dS_e) / (dS_i) = (dS_e) / dt$  bo`lib, bu tenglama o`z navbatida, ochiq sistemaning statsionar holatini tavsiflovchi muhim kattaliklarning biriga aylanadi.

Statsionar holatda to`g`ri reaksiyalar tezligi teskari reaksiyalar tezligidan ustun kelishi ham mumkin. Ammo, ulararo farq vaqt davomida o`zgarmasdan doimiy qoladi. Bunga, sekund sayin o`shishga intiluvchi  $(dS_i) / dt$  ni minimumga tushirish yo`li bilan erishiladi va shu orqali statsionar sistemaning muhim xossasi bo`lmish ichki barqarorlik ta`minlanadi.

Agarda sistema statsionar holatdan chetlanishga majbur etilsa, unda sistema ichida shu onning o`zida shunday o`zgarishlar sodir bo`ladiki, bu o`zgarishlar sistemani uning dastlabki statsionar holatiga aralastiradi. Sistemaning mana shunday buzilgan statsionar holatni tiklay olish qobiliyati autostabillanish deb ataladi. Autostabillanish mexanizmi asosida aks aloqa prinsipi yotib, mazkur mexanizm statsionar holat barqarorligini taxminlashda katta ahamiyatga egadir.

Sut emizuvchi hayvonlar hayotida autostabillanish mexanizmlar faoliyati yaqqol ko`zga tashlanadi. Masalan, tarkibida ko`p miqdorda karbonat angidridi tutgan havodan nafas olish, qondagi karbonat angidridning ko`payishiga olib kelmaydi. Chunki qonga o`tgan karbonat angidridi xemoretseptorlarga ta`sir etib, nafas markazini qitiqlaydi va shu orqali o`pkadagi gaz almashinuv jadalligi oshirilib, qondagi karbonat angidridi konsentratsiyasining me`yoriga qaytarilishi ta`minlanadi.

Demak, statsionar holatning barqarorligi uchun manfiy aks aloqa prinsipi xarakterlidir.

Qo`zg`aluvchan sistemalar uchun esa beqaror statsionar holat xarakterlidir. Masalan, qo`zgaluvchan membrananing qitiqlagichlari ta`siridan qutbsizlanishi natriy ionlari diffuziyasining kuchayishiga sabab bo`ladi. Bu hol, o`z navbatida, membranani yana ham kuchliroq qutbsizlantiradi.

Jarayon membrana orqali natriy ionlari bo`yicha muvozanat potentsiali tiklanguncha, o`z-o`zini tezlatish, ya`ni musbat aks aloqa prinsipiga binoan avj ola boradi. Membranada dastlabki statsionar holatning tiklanishi, sistemada paydo bo`lgan musbat entropiyani kompensatsiyalash uchun erkin energiyaning sarf etilishini, boshqacha aytganda, tashqaridan "manfiy entropiyaning" kirib kelishini talab etadi. Shunday qilib, har ikkala holda ham, sistema o`z xossalarini vaqt davomida doimiy bir darajada saqlab qoladi.

Entropiyaning statistik ma`nosi sistemaning zarralarini betartiblik darajasini ifodalaydi. Ta`kidlash zarurki, barqaror statsionar holat uchun entropiyaning minimal o`sishi xarakterli bo`lsa, beqaror statsionar holat uchun esa entropiyaning maksimal o`sishi xarakterlidir.

Suyuqlik oqim tezliklari idishlar  $H_1$ ,  $H_2$  -dagi sathlar farqiga to`g`ri proporsional bo`lib,  $R_1$  naychadagi oqim tezligi  $V_1 = K_1(h_1 - h)$ ,  $R_2$  naychadagisi esa  $V_2 = K_2(h - h_2)$ , teng bo`ladi, bu yerda  $K_1$  va  $K_2$  - o`tkazuvchanlik birliklarida ifodalangan koeffisientlar bo`lib, qarshilikka teskari proporsionaldir.

Sistema orqali suyuqlilarni uzluksiz oqish va uning naychalar devoriga ishqalanishi qaytmas jarayonlar bo`lgani uchun sistemada entropiya uzluksiz oshib boradi. Entropiyaning barpo etilish tezligi esa suyuqlik oqimlari tezliklari bilan o`sha oqimlarga sabab bo`luvchi kuchlar ko`paytmasiga teng.

Naycha  $R_1$  da yuzaga keladigan entropiya uchun yozamiz.

$$T \frac{ds}{dt} = V_1(\mathbf{h}_1 - \mathbf{h}), \quad (2)$$

Naycha  $R_2$  -uchun esa  $T \frac{ds}{dt} = V_2(\mathbf{h} - \mathbf{h}_2)$ .

bu yerdagi  $T$ - mutlaq harorat,  $\frac{ds}{dt}$  - entropiya o`shish tezligi,  $V_1$  va  $V_2$  - oqim

tezliklari,  $(\mathbf{h}_1 - \mathbf{h})$  va  $(\mathbf{h} - \mathbf{h}_2)$  esa idishlardagi suyuqlik sathlariaro farqlardir.

Formula (2) dagi o`ng va so`l ifodalar vaqt birligida ajralib chiqqan energiya-quvvatini ifodalaydi, ya`ni so`l tomondagisi issiqlik energiyasini, o`ng tomondagisi esa mexanik energiyani ifodalaydi.

Demak, mazkur formulalar naychalar  $R_1$ ,  $R_2$  da mexanik energiyaning qanday qismi ishqalanish jarayoni tufayli ekvivalent miqdorda issiqlik energiyasiga aylanishini ko`rsatadi.

Shunday qilib, butun sistemada entropiyaning oshish tezligi teng bo`ladi:

$$T \frac{ds}{dt} = T \frac{ds}{dt} + T \frac{ds}{dt} = V_1(\mathbf{h}_1 - \mathbf{h}) + V_2(\mathbf{h} - \mathbf{h}_2) \quad (3)$$

Formula (3) ga formula (I) va  $V_1$ ,  $V_2$  qiymatlari qo`yilsa quyidagi tenglik hosil bo`ladi:

$$T \frac{ds}{dt} = k_1(\mathbf{h}_1 - \mathbf{h})^2 + k_2(\mathbf{h} - \mathbf{h}_2)^2 \quad (4)$$

Formula (4) dagi  $T \frac{ds}{dt}$  ni TS orqali ifodalab, TS-ning  $h$  ga bog`liqlik grafigini

chizish mumkin. Formula (4) ning o`ng tomondagi ifodalar kvadratli bo`lgani uchun TS-h-bog`liqligi grafikda parabola shaklida namoyon bo`ladi.

Ma`lumki, parabola shoxlarining yo`nalishi formuladagi o`ng tomon ifodalarning ishorasiga bog`liq. Agarda  $k_1$  va  $k_2$  musbat ishoraga ega bo`lsa, parabola shoxlari tepaga yo`naladi. Bunday hol entropiya o`shishi tezligining minimal miqdori bilan xarakterlanadigan barqaror statsionar holatga mos keladi.

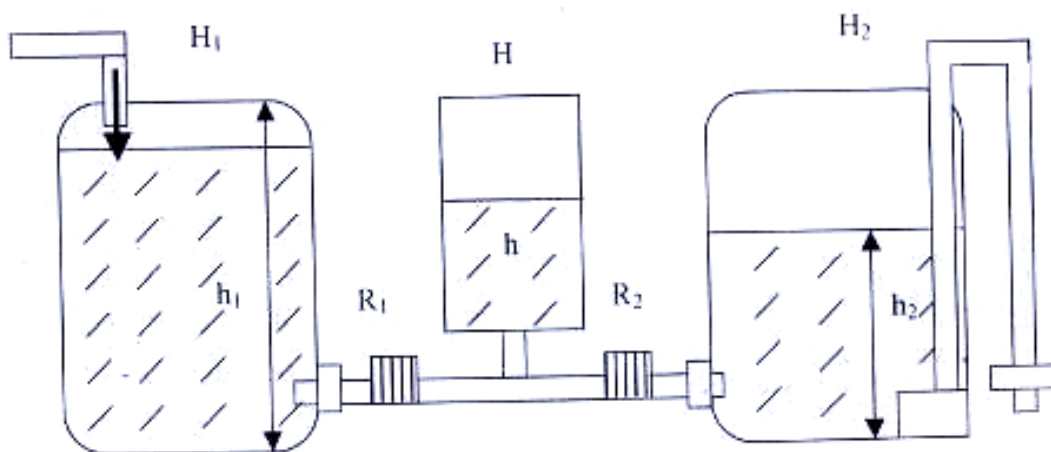
Agarda naychalardagi oqim tezliklari o`zgartirilsa, II-idishdagi suyuqlik balandligi ham o`zgaradi, ya`ni sistema yangi statsionar holatga o`tadi. H-idishdagi statsionar holat birdaniga tiklanmasdan, dastlab, ma`lum bir maksimal yoki minimal balandliklar orqali o`tib, so`ngra oldingi holatga yaqin keladigan ma`lum bir balandlikda turg`unlashish orqali tiklanadi.



Bayon etilganlarni yakunlab aytish mumkinki, barqaror statsionar holatda H-idishdagi suyuqlik sathining har qanday siljishi, albatta uning dastlabi qolatga qaytishi bilan tamomlanib, sistema entropiyasining minimal o`shishi bilan xarakterlanadi.

**Ish uchun zarur vositalar:** ochiq sistemaning gidrodinamik modeli.

**Ishni bajarish:** Gidrodinamik model vodoprovod sistemasiga ulanib, unga suv yuboriladi.  $H_1, H$  va  $H_2$  idishlardagi suv satxlari turg'unlashgach, ularning balandliklari  $h_1, h$  va  $h_2$  o'lchab olinadi. So'ngra vodoprovod jumragi kattaroq ochilib, idishlardagi suv sato'larining yangi kattaliklari o'lchab olinadi. Shu hildagi ishlar  $H_1$  idishdagi suv satxining kamaytirilish xolatlari uchun xam bajariladi va ularga mos  $h_1, h$  va  $h_2$  kattaliklari o'lchab olinib, jadvalga ko'chiriladi. O'lchov ishlari tamomlangach, H-idishdagi suv satxlarning har bir xolatiga bog'liq ravishda  $R_1$  va  $R_2$  naychalarda yuzaga keladigan suyuqlik oqim tezliklari xisoblab topiladi, ya'ni  $R_1$  uchun  $V_1 = k_1 \Delta h_1$   $R_2$  uchun  $V_2 = k_2 \Delta h_2$ , by erda  $k_1 = (\pi r^4 / 8 \eta l) t$ ,  $\pi = 3,14$ ;  $r$  - naychalar radiusi,  $l$  - naychalar uzunligi,  $\eta$  - yopishqoqlik,  $t$  - vaqt,  $\Delta h_1 = h_1 - h$ ,  $\Delta h_2 = h - h_2$  ga teng.



1-rasm. Ochiq sistema gidrodinamik modelining chizmasi.

Hisoblab topilgan oqim tezligidan foydalanib, ochiq sistemadagi statsionar xolatni saqlab turish uchun vujudga keltiriladigan entropiya tezligi hisoblab topiladi, ya'ni

$$T \frac{ds}{dt} = K_1 (\Delta h_1)^2 + K_2 (\Delta h_2)^2$$

Hisoblash natijalari xam jadvalga ko'chiriladi.

1-jadval.

$H_1, H, H_2$ - Idishlardagi suv balandliklari ( $h_1, h_2$ )	Suv balandliklararo farqlar		Naychalardagi oqim tezliklari		Entropiya o'zgarishi $T \frac{ds}{dt} = TS$
	$\Delta h_1$	$\Delta h_2$	$V_1$	$V_2$	

Jadval ma'lumotlari asosida abstsiss o'qiga  $h$ - kattalikasi, ordinata o'qiga esa  $TS$  qiymatlari tushirilib,  $TS$ - $h$  bog'liqlik grafigi chiziladi. Grafikdan  $h$  qiymati bo'yicha  $TS$  ning shunday bir kichik qiymati topiladiki, u ochiq sistema  $H$ -dagi statsionar holatni ta'minlash uchun zarur bo'lgan entropiyaning o'sish tezligini harakterlaydi.

### Nazorat savollari

1. Nima uchun ochiq sistemada termodinamik muvozanat emas, balki statsionar holat qaror topadi?
2. Entropiya nima?
3. Ochiq sistema umumiy entropiyasi nimaga teng?
4. Ochiq sistema statsionar holatida  $deS$  va  $diS$  larning qiymati nechaga teng bo'ladi?
5. Qaysi holatlarda ochiq sistema umumiy entropiyasi ( $dS$ ) ortadi, kamayadi yoki o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi?

## 2-LABORATORIYA ISHI

### BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIGINI O'LCHASH

Suyuqliklarning sirt tarangligi deganda, suyuqlik bilan uning bug'lari aro chegara bo'limida yuzaga keladigan ortiqcha erkin energiya tushuniladi.

Suyuqlining yuza bo'limida joylashgan molekulalar, uning chuqurligidan tortishish kuchlari o'zaro tenglashgan molekulalardan, faqat yuza bo'lim tagida joylashgan molekulalarning bir tomonlama tortishlariga duchor bo'lishi bilan farqlanadi. Molekulalararo torayishish kuchlarining tenglashmaganligi natijasida,

yuza bo`limida ortiqcha erkin energiya paydo bo`ladi. Shu xilda paydo bo`lgan erkin energiya miqdori quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$\Delta F = \sigma \Delta S, \quad (1)$$

bu yerdagi  $\sigma$ -suyuqlik sirti taranglik koeffitsienti, S-yuza maydoni.

Demak, yuza bo`limida kelib chiqadigan oshiqcha erkin energiya yuza maydoni kattaligiga to`g`ri proporsionaldir. Sirt taranglik koeffitsienti ( $\sigma$ ) ni suyuqlik yuza maydonini 1 smga kattalashtirish uchun talab etiladigan ish sifatida tasavvur etish mumkin, ya`ni

$$\sigma = \frac{A}{S} \quad (2)$$

Agarda ish A-ni erg-larda, yuza maydonini S sm-larda ifodalansa, u holda sirt taranglik koeffitsienti erg. sm<sup>-2</sup>da o`lchanadi. Ma`lumki, 1 erg = 1 din. sm, shunga ko`ra, erg. sm din.sm<sup>-2</sup> = din. sm<sup>-1</sup>.

Suyuqlik sirt taranglik koeffitsientini suyuqlik yuza bo`lim perimetrini 1 sm ga oshirish uchun zarur kuch tarzida ham tasavvur etish mumkin. Tasavvurlarning qanday bo`lishidan qat`iy nazar, har ikkala holda, o`lchov birliklari bir xil natijaga olib qoladi, ya`ni erg.sm<sup>-2</sup> = din.sm<sup>-1</sup>.

Suyuqliklarning sirt tarangligi haroratga bog`liq bo`lib, harorat oshganda kamayadi va aksincha. Bu hol suyuqlik yuza bo`limidagi bug` bosimining haroratga bog`liq ravishda o`zgarishi bilan izohlanadi. Suyuqliklar sirt tarangligi ba`zi bir kimyoviy moddalar, masalan, bir atomli spirtlar, efir, yog` kislotalari va ularning gomologlari ta`siridan juda ham kamayib ketadi. Bu xil sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar-*sirt faol moddalar* deb ataladi. Qandlar sirt tarangligini o`zgartirmaydi. Mineral tuzlar esa bir oz oshiradi.

Gibbs ta`kidlanganidek, yuza energiyasining minimumga intilishi "erigan" sirt faol modda molekulalarining eritma yuzasiga yig`ilishiga sabab bo`ladi. Bu xildagi yuza bo`limida "erigan" modda konsentratsiyasining suyuqlik chuqur qatlamlaridagi konsentratsiyaga nisbatan oshish hodisasi adsorbsiya nomi bilan yuritiladi. Erigan moddaning sirt aktivlik xususiyati qanchalik kuchli bo`lsa, uning yuza bo`limidagi adsorbsiyasi ham shuncha kuchli bo`ladi. Demak, u suyuqlikning sirt tarangligini shunchalik kuchli kamaytiradi.

Adsorbsiya vaqt talab jarayondir. Shunga ko`ra, sirt modda eritmasining yangi hosil bo`lgan yuzaga xarakterli sirt tarangligi, o`sha yuzada adsorbsiya tamom bo`lganidan keyin qaror topadigan sirt tarangligidan hamma vaqt katta bo`ladi. Demak, bu xildagi eritmalarda, sirt tarangligining qaysi paytda o`lchanishiga bog`liq holda, o`lchov natijalari har xil bo`lib chiqadi. Birinchi hol uchun mos keladigan sirt taranglik dinamik sirt taranglik ( $\sigma_{din}$ ) deb atalib, sirt tarkibi suyuqlikning ichki qatlamlari bilan bir xil bo`lgan yuzasi xarakterlandi. Ikkinchi holga mos sirt taranglik

statik sirt taranglik ( $\sigma_{\text{stat}}$ ) deb atalib, adsorbsiya tamom bo`lganidan keyingi yuzaning sirt tarangligini aks ettiradi.

Mutlaq toza suyuqliklar distillingan suv, mutlaq spirt, atseton va hokazolarning dinamik va statik sirt taranglik kattaliklari o`zaro mos keladi, chunki suyuqlik qalinligi bilan uning yuzasi bir xil tarkibga ega. Eritmada sirt faol modda bor bo`lgan sharoitda uning statik sirt tarangligi dinamik sirt tarangligidan kam bo`lib chiqadi.

Biologik suyuqliklardan eng yaxshi o`rganilgani qon plazmasidir. Uning sirt tarangligi 74-77 din.  $\text{sm}^{-1}$  atrofida bo`lib, qo`shilgan antikoagulyantlar sitrat, oksalat va h.k. uning sirt tarangligiga deyarli ta`sir ko`rsatmaydi. Ammo eritrotsitlarning kam miqdordagi gemolizi plazma sirt tarangligining kamayishiga sabab bo`ladi. Masalan, gemoglobinning 0,1% li eritmasi, uning sirt tarangligini 12-14 din.  $\text{sm}^{-1}$  ga kamaytiradi.

Ba`zi bir kasalliklarda qon plazmasining sirt tarangligi o`zgaradi. Uning sezilarli darajada o`zgarishi anafilaktik shokda qayd etilgan.

Qon zardobining sirt tarangligi plazmanikidan kam bo`ladi. Uning statik sirt tarangligi sirt faol moddalarga nisbatan ma`lum turg`unlikka ega. Agarda toza suvga natriy oleatdan ozgina qo`shilsa, uning sirt tarangligi keskin kamayadi. Bordiyu, berilgan moddaning o`shancha miqdori qon zardobiga qo`shilsa, uning sirt tarangligi dastlabki bir necha minut davomida keskin kamayadi, keyin esa tezlik bilan osha borib, o`zining dastlabki qiymatiga qaytib keladi. Ba`zi bir suyuqliklarda uchraydigan sirt faol modda ta`siridan kamaygan sirt tarangligini avvalgi darajagacha qayta tiklay olish qobiliyati *sirt buferligi* nomi bilan yuritiladi,

D.L.Rubinshteyn va Yu.L.Kuzminalar fikriga ko`ra, qon zardobining buferlik xossasi undagi kalsiy ionlari bilan shartlangan. Kalsiy ionlari sirt faol modda molekularini bog`langan holatga o`tkazib aktivlik xususiyatidan mahrum qilib qo`yadi.

Qon plazmasi buferligining ro`yobga chiqishda, sirt faol moddalarni adsorbsiyalaydigan plazma oqsillarining roli ham katta.

Shunday qilib, normal sharoitda qon plazmasining sirt tarangligi uning sirt buferlik xususiyati tufayli doimiy bir darajada tutib turiladi. Ammo ba`zi bir kasalliklarda bu xususiyat namoyon bo`lmaydi. Shuning uchun qon zardobi va boshqa suyuqliklarning sirt tarangliklarini o`rganish ilmiy va diagnostika nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega.

### **Suyuqliklarning sirt tarangligini o`lchash**

Suyuqliklarning sirt tarangliklarini o`lchash amaliyotida, suyuqlik yuza qatlamidan qattiq konturni yulib olish uchun zarur bo`lgan kuchni o`lchashga asoslangan Dyū Nuihalqa metodi keng qo`llaniladi.

Halqa metodi o`zining qulay va oddiy bo`lishiga qaramay, bir qator kamchiliklarga ham ega. Halqacha qo`llanish effektining o`lchov natijalariga ko`rsatadigan

ta'sirining e'tibordan chetda qolishi va bir qator hollarda halqacha usulining umuman noqulayligi shular jumlasidandir. Shularni e'tiborga olib, quyida kam tarqalgan, ammo laboratoriya sharoitida barpo etilishi osonlashtirilgan va o'zgartirilgan Rebinder usuli keltirildi.

Rebinder sirt taranglik o'lchash usuli suyuqlik yuza bo'lim chegarasida hosil qilinadigan havo pufakchasining yorilishiga mos keladigan bosimni o'lchashga asoslangan. Asbob kapillyar naychasining uchi suyuqlik yuzasiga tegib turgan sharoitda, u orqali havo berilib, berilgan havo bosimi sekinlik bilan oshirilib borilsa, kapillyar uchida pufakcha hosil bo'ladi. Pufakcha kattaliga bosim oshgan sari osha boradi va bosim pufakcha devoridagi molekulalarning tortishish kuchlarini yenga oladigan darajaga yetganda esa pufakcha yoriladi. Ana o'sha pufakcha yorilishiga sabab bo'ladigan bosim suyuqlik sirt tarangligiga to'g'ri proporsional bo'lib, kapillyar uchining diametriga teskari proporsionaldir, ya'ni

$$p = k \frac{\sigma}{r}, \quad (3)$$

bu yerdagi  $p$ -havo bosimi,  $\sigma$ -suyuqlik sirt tarangligi,  $r$ -kapillyar radiusi,  $k$ -proporsionallik koeffitsienti.

Ikki xil suyuqlik uchun o'lchab olingan bosimlar ularning sirt tarangliklari bilan quyidagicha bog'langan:

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{p}{p_0}, \quad (4)$$

bu yerdagi  $\sigma$  va  $\sigma_0$ -olingan suyuqliklarning sirt tarangliklari,  $p$  va  $p_0$ -esa o'sha suyuqliklar uchun o'lchab olingan bosim kattaliklari. Mazkur munosabatga ko'ra, birinchi suyuqlikning sirt tarangligi teng bo'ladi:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

Agarda olingan suyuqliklardan birining sirt taranglik kattaligi bilan o'sha suyuqlik uchun o'lchab topiladigan bosim kattaligiaro nisbat doimiy deb qaralsa, ya'ni  $k = \sigma_0 / p_0$  u holda (5) formula quyidagi shaklga kiradi:

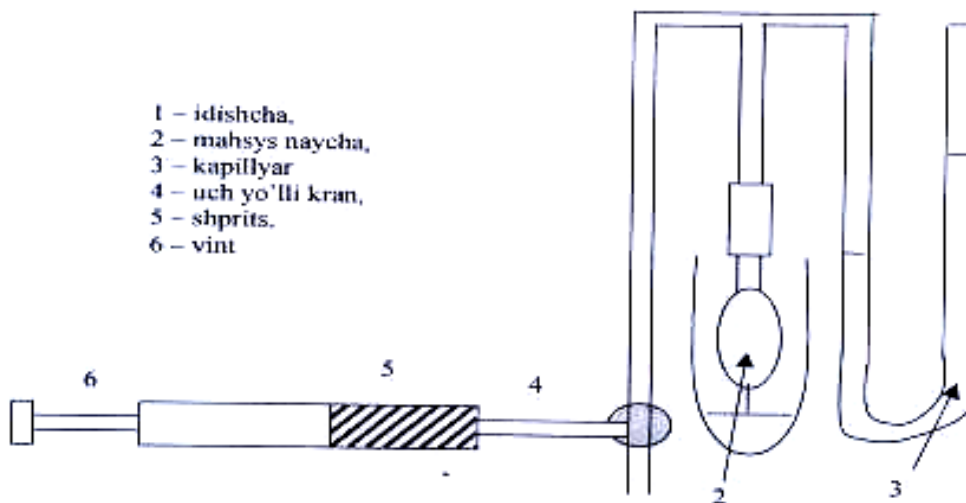
$$\sigma = kp. \quad (6)$$

Demak, Rebinder usuliga muvofiq, biror suyuqlikning sirt tarangligini aniqlash uchun avvalo, asbob doimiysi topilishi shart.

Qulaylashtirilgan Rebinder asbobining tuzilishi va undan foydalanish yo'llari.

Asbob (6-rasm) suyuqlik quyishga mo'ljallangan idishcha (probirkacha (1)) va pastki uchi idishdagi suyuqlik yuzasiga tegib turadigan, cho'ziq uchli maxsus shisha naycha (2) ni o'z ichiga oladi. Mazkur naychanning ikkinchi uchi rezinka muftaga ulangan shisha trubka orqali bir tomondan, suvli manometrغا, ikkinchi tomondan esa, uch yo'lli kran (4) orqali havo haydovchi sistema (shprints (5)) ga ulanadi. Havo

haydovchi sistema shprits va uning ichidagi havo bosimining bir tekis oshirilishi va zarur bo`lganda havo olishni ta`minlovchi vint (6) lardan tashkil topgan.



**6-rasm. Qulaylashtirilgan Rebinder asbobining tuzilishi.**

**Asbobni ishlatish.** Havo haydovchi sistema uch yo`lli "kran orqali atmosferaga ulanadi va vintni orqaga aylantirib" shpritsga havo olinadi. Idishcha (1) ga, uning ichiga tushirilib qo`yilgan maxsus naychanning (2) uchi tegadigan miqdorda, distillangan suv quyiladi. So`ngra uch yo`lli kran (4) shunday holatga keltiriladiki, asbobning ichki hajmi shprits ichki hajmi bilan ulanib, atmosfera ajralib qolsin. Manometrda suyuqlik sathi esa nol belgilansin. Vintni sekinlik bilan oldinga aylantirib, oshib boruvchi bosim hosil qilinadi. Bosim kapilyar uchida havo pufakchasi paydo bo`lib, to u yorilmaguncha oshirilib boriladi-da, pufakcha yorilgan paytda to`xtatiladi va shu paytga mos keladigan havo bosimi manometrda qayd etiladi. Shu xildagi o`lchov ishlari (har qanday suyuqlik uchun) kamida uch marta takrorlanib, qayd etilgan kattaliklarining o`rtacha arifmetik qiymati hisoblab topiladi.

**Ish uchun zarur vositalar:** qulaylashtirilgan Rebinder asbobi, issiq va sovuq qonli hayvonlar uchun ishlatiladigan fiziologik va Ringer eritmalari, natriyoleatning 0,1-% li eritmasi, etil spirti, efir, probirkalar, pipetkalar, probirka shtativi, filtr qog`oz.

### **1-mashg`ulot. Asbob doimiysini aniqlash.**

Asbob doimiysini (k-ni) aniqlash uchun sirt tarangligi ma`lum bo`lgan suyuqliklardan foydalaniladi. Odatda shu maqsadida distillangan suv olinib yuqorida bayon etilgan tarzda, pufakcha yorilishiga sabab bo`lgan bosim o`lchab olinadi. So`ngra suvning berilgan haroratidagi sirt taranglik kattaligi (ilovaga qarang)-ni o`lchab topilgan bosim kattaligiga bo`lib, asbob doimiysi (k-qiymati) topiladi.

## **2-mashg`ulot. Eritmalar va ba`zi bir suyuqliklarning sirt tarangliklarini aniqlash.**

Yuqorida bayon etilgan tarzda fiziologik eritmalar, Ringer eritmaları, spirt, efir uchun zarur bo`lgan maksimal bosim kattaliklari o`lchab olinadi va distillangan suv yordamida topilgan asbob doimiysi k-dan foydalanib, 6-formula orqali sanab o`tilgan eritmalar va suyuqliklarning sirt tarangliklari alohida-alohida hisoblab topiladi.

## **3-mashg`ulot. Sirt aktiv moddalarning fiziologik eritmalar va Ringer eritmaları sirt tarangligiga ta`siri.**

Berilgan eritmalar uchun zarur bo`lgan bosim kattaliklari o`lchab olinganidan so`ng, ishlatilgan eritmalariga natriy oleat eritmasidan bir tomchidan tomdirilib, shu zahotiyoq, ular uchun zarur bosim kattaliklari o`lchab olinadi. Keyin esa o`lchash ishlari 1, 3, 5, 10, 15 va nihoyat 20 min. o`tganidan so`ng takrorlanadi. Qo`lga kiritilgan ma`lumotlar asosida, vaqtning berilgan momentlariga mos keluvchi sirt taranglik kattaliklari hisoblab topiladi. Navbatda absissa o`qiga minutlarda ifodalangan vaqt, ordinata o`qiga esa  $\text{din}\cdot\text{sm}^{-1}$  larda ifodalangan sirt tarangliklari tushirilib, suyuqliklar sirt tarangligining sirt aktiv moddalar ta`siridan o`zgarishini aks ettiruvchi grafik chiziladi.

### **Nazorat savollari**

1. Sirt taranglik nima?
2. Suyuqliklarning sirt tarangligi qiymati nimalarga bog`liq bo`ladi?
3. Qanday moddalar-*sirt faol va sirt faol bo`lmagan* moddalarga kiradi?
4. Sirt faol modda ta`siridan kamaygan sirt tarangligini avvalgi darajagacha qayta tiklay olish qobiliyati nima deb nomlanadi?
5. Suyuqliklarning sirt tarangligi Rebinder asbobi yordamida qanday aniqlanadi?

### **3-LABORATORIYA ISHI**

#### **SIRT AKTIV MODDALAR ERITMALARIDA MITSELLA HOSIL BO`LISHINING KRITIK KONTSENTRATSIYASINI ANIQLASH**

#### **Nazariy tushuncha**

Sirt aktiv moddalar faqat tuban konsentratsiyalar sohasidagina haqiqiy eritmalar hosil qila oladilar. Ularning eritmada molekulyar yoki ion holdagi haqiqiy eritmalar hosil qila oladigan konsentratsiyalari  $10^{-5}$ - $10^{-3}$   $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$  diapazonida yotadi. O`sha konsentratsiyalar doirasidan yuqorida ular eritmada kolloid agregatlar mitsellalar hosil qiladi va shuning uchun sirt aktiv moddalarning eritmaları kolloid

strukturaga ega bo`ladi. Bu hol, o`z navbatida sirt aktiv modda eritmalarining muhim xarakterli belgisiga aylanadi.

Mitsella hosil bo`lish jarayoni quyidagicha amalga oshadi. Eritma konsentratsiyasi ma`lum bir darajaga erishgandan so`ng, eritmadagi sirt aktiv modda molekulalari o`z-o`zligidan agregatlana boshlaydi. Molekulalarning uglevodorodli dumlari, van-dervaals kuchlari ta`siridan bir-birlariga yopishib, mitsella yadrosini shakllantiradi, molekulalarning qutbli dumlari esa suv fazaga yo`nalib gidratlanadi (7-rasm).

Demak, har bir mitsella uglevodorod yadro va unga kimyoviy bog`langan qutbli guruhlardan tashkil topib, gidrat qobiq bilan o`ralgan uglevodorod tomchisidan iborat.

Mitsella hosil bo`lish jarayoni adsorbsiya singari mustaqil va o`z-o`zligicha amalga oshadigan jarayon bo`lib, sistemaning erkin energiyasini kamaytiradi. Haqiqatdan ham, suv molekulalari bilan qutbli molekulalararo mavjud kogeziya kuchlari suv molekulalari bilan uglevodorod zanjirlariaro yuzaga keladigan ta`sirlanish kuchlariga qaraganda anchagina kuchlidir. Shuning uchun ham sirt aktiv modda molekulasi ularga qutubliligi jihatdan yaqin fazaga o`tish bilan bog`liq bo`lgan har qanday jarayon energiya nuqtai nazaridan foydalidir.

O`ta suyultirilgan eritmalarda, mitsella hosil bo`lguniga qadar, erkin energiya sarfini kamaytirish erigan modda ortiqcha qismining sirt yuzasida to`planishi va uglevodorod zanjirlarining suv fazadan qutbsiz fazaga siqib chiqarilishi hisobiga amalga oshiriladi. Sirt bo`limida to`yingan adsorbsiya qatlamining paydo bo`lishi bilan bu jarayon to`xtaydi. Sirt aktiv modda konsentratsiyasi yana ham oshganda minimal erkin energiyaga erishish, eritmada mitsella hosil qilish yo`li bilan boradigan srukturaviy o`zgarishlar hisobiga amalga oshadi. Bunda suv adsorbsiya qatlami shakllanayotganda mazkur qatlamdan qanday siqib chiqarilsa, gidrofob zanjirlar ham mitsellaning uglevodorod yadrosi tomon shu tarzda siqib chiqariladi.

Mitsella yuzasi qutbli guruhlardan tashkil topganligi uchun gidrofil xususiyatga ega bo`lib, fazalararo erkin energiyaning minimal miqdoriga ega bo`ladi. Bu hol, o`z navbatida, mitsellaning dispersiya muhitiga nisbatan moyilligini shartlab, sistemani liofil kolloid xossaga ega qiladi.

Mitsellalar termodinamik jihatdan barqaror va shu bilan birga aksiga qaytar qurilma bo`lib, ma`lum bir konsentratsiya sharoitida paydo bo`ladi va eritma suyultirilganda esa tarqalib ketadi.

Mana shu hol sirt aktiv moddalar eritmalarini haqiqiy kolloid sistemalardan farqlantiradi va ularning *yarim kolloidlar* deb atalishiga asos bo`lgan.

Mitsellalar yuza qatlamidagi qutbli guruhlarning elektrostatik itarishuvlari, erkin molekulalarning mitsellar agregatlarga birikishi, demak, tartiblanganlik darajasining oshishi va sistema intropiyasining kamayishi-mitsellalar kattaligini



cheklaydi. Mitsella hosil qiluvchi ionlar (molekulalar) itarishuvlari bilan bog`liq entropiya omilining o`shishi, agregatsiyalanish evaziga sodir bo`ladigan energiyaning kamayishi bilan kompensatsiyalanadi. Natijada muvozanatlangan kattalikka ega mitsellalar qaror topadi.

Sirt faol moddalarning mitsella hosil qila olish qobiliyatli qutbli guruhlar soni va tabiati bilan shartlanadigan, molekulalarning gidrofilligi va shuningdek, uglevodorod radikallarining mavjudligi bilan belgilanadigan, gidrofillik, xususiyatlarining ma`lum bir nisbatidagina namoyon bo`ladi. Mazkur xossalarning optimal balansi molekulalari oshkora gidrofila guruhlar va avj olgan uglevodorod radikallaridan tashkil topgan sirt aktiv moddalarga xosdir. Balansning u yoki butomonga siljishi mitsella hosil bo`lishini cheklaydi.

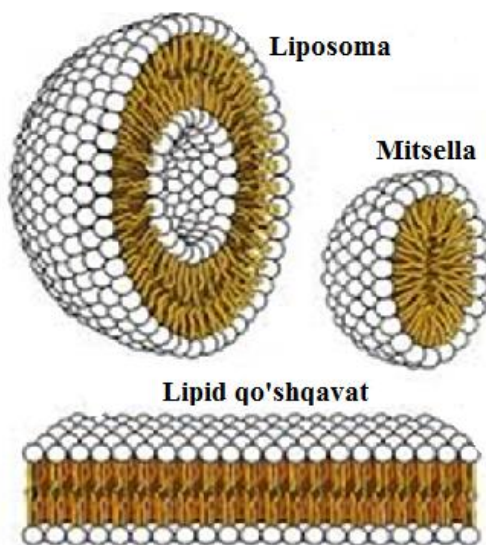
Mitsella paydo bo`lishida uglevodorod zanjirlarining uzunligi ham muhim bo`lib, mitsella faqat molekula gidrofillikni yetarli darajada namoyon eta oladigan uzunlikka ega bo`lgan taqdirdagina (C-8 dan yuqori bo`lgandagina) yuzaga keladi.

Sirt aktiv moddalarning yuqori konsentratsiyalar sharoitida, eritmada tekis, ko`p qavatli mitsellalar qaror topadi. Tekis mitsellalar-molekulalarning biomolekulyar qatlamlaridan iborat bo`lib, ularda uglevodorod zanjirlari qatlam ichidan, qutbli guruhlar esa qatlamlar, tashqarisidan joy oladi.

### **Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasini aniqlash usullari**

Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan usullar-sirt aktiv moddalar eritmaları konsentratsiyasi o`zgargan sharoitda, ular hajmni yoki sirt xususiyatlarining o`zgarishini qayd etishga asoslangan usullardir.

Kolloid zarrachalar (mitsellalar) sirt aktiv moddalarining erkin molekulalaridan adsorbsiya, elektr o`tkazuvchanlik, yorug`lik nurini sochish kabi bir qator xususiyatlari bilan farqlanadi.



**7-rasm. Mitsella, liposoma va lipidli qo`shqavatning strukturaviy tuzilishi.**

Sirt aktiv modda molekulari konsentresiyasining oshishi bilan molekularning agregat holatiga o'tishi, yuqorida sanab o'tilgan xossalarning konsentratsiyaga bog'liq ravishda, o'zgarishini aks ettiruvchi egri chiziqda hosil bo'ladigan sinish, mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasiga mos qoladi. Quyida mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan usullardan ikkitasi keltirildi

**K o n d u k t o m e t r i k u s u l.** Konduktometrik usul ion hosil qiluvchi sirt aktiv moddalar eritmaları elektr o'tkazuvchanligi xususiyatining konsentratsiyaga bog'liq ravishda o'zgarishini qayd etishga asoslangan.

Ion hosil qiluvchi sirt aktiv moddalar suyultirilgan eritmalarda o'zlarini kuchli elektrolitlar tarzida namoyon etadi. Masalan, ular ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklarining tuban konsentratsiyalardan tortib, to mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyalari darajasigacha bo'lgan intervaldagi konsentratsiyaga bog'liqligi, kolloid elektrolitlardan farqlangan holda, kritik konsentratsiya darajasiga erishganda to'g'ri chiziqda sinish hosil qiladi. So'ngra konsentratsiyaning navbatdagi oshishi bilan ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik keskin kamayadi. Bu hol shunga bog'liqki, garchi hosil bo'lgan ionli mitsellalar tok o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lsada, ular o'lchamlarining kattaligi tufayli elektr maydonida erkin ionlarga nisbatan kam harakatchanlikka ega bo'ladi. Bundan tashqari, zaryadli mitsellalar tomonidan keltirib chiqariladigan kuchli elektrostatik itarish kuchi qarshi ionlarning bir qismini mitsellalarga bog'laydi. Natijada sistemaning elektr o'tkazuvchanlik qobiliyati pasayadi.

Mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasini aniqlash maqsadida, odatda, solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning konsentratsiyaga bo'lgan bog'liqligidan foydalanish qulayroq. Haqiqiy eritmalar sohasida eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi konsentratsiyaning oshishi bilan gradual oshib boradi. Kritik konsentratsiya darajasiga erishilganda esa, grafikda sinish kuzatiladi va bu sinish mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasiga mos keladi.

Sirt taranglik usuli shunday bir afzallikka egaki, uning aniqlik darajasi mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasiga bog'liq ravishda o'zgarmaydi. Sirt aktiv moddalar molekulari zanjirlarining uzun-kattalıkları ham uning aniqlik darajasiga ta'sir etmaydi va amalda eritmaning sirt tarangligi bir xilda o'zgarib boraveradi. Boshqa usullardan foydalanilganda, mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasi zanjir uzunligining o'zgarishiga qarab o'zgara borishi mumkin.

### **1-mashg'ulot.**

#### **Mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasini konduktometrik usul yordamida aniqlash**

**Ish uchun zarur vositalar:** reoxordli ko`prikcha, elektr o`tkazuvchanlik o`lchash idishi, suvli termostat, natriyoleatning 0,1 m eritmasi, distillangan suv 50 ml hajmga mo`ljallangan o`lchov silindri.

Elektr o`tkazuvchanlik idishiga (yacheykaga) tekshiriladigan eritmadan shunday bir hajmda quyilsinki, u yacheyka elektrodlarini reoxordli ko`prikchanning klemmalariga ulanadi va shu onning o`zidayoq yacheykadagi eritmaning elektr qarshiligi o`lchab olinadi. So`ngra pipetka yoki o`lchov silindri yordamida yacheykadagi eritmaning yarmi olinib, uning o`rniga shuncha hajmga ega distillangan suv quyiladi-da, eritmaning elektr qarshiligi yana o`lchanadi. Shu xildagi suyultirish va o`lchash ishlari 8 marta takrorlanib, qayd etilgan natijalar yozib boriladi va ular asosida tenglama yordamida eritmalarning solishtirma elektr o`tkazuvchanliklari hisoblab topiladi, ya`ni

$$ae = \frac{k}{R_x}, (1)$$

bu yerdagi  $k$ -yacheyka doimiysi,  $R_x$ -Omlarda ifodalangan, o`lchab olingan eritma qarshiligi.

Yacheyka doimiysi  $k$ -ni aniqlash uchun ikki marta qayta kristallantirilgan kaliy xlorid tuzining aniq konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, reoxordli ko`prikchada uning qarshiligi o`lchanadi. Topilgan qarshilikni quyidagi tenglamaga qo`yib, yacheyka doimiysi hisoblanadi:

$$k = ae_0 R_0 (2)$$

bu yerdagi  $R_0$ -aniq konsentratsiyali kalsiy xlorid eritmasining qarshiligi,  $ae_0$ -eritmaning berilgan haroratdagi qarshiligi bo`lib, kaliy xloridning 0,02 n eritmasi uchun  $25^\circ\text{C}$  da u  $0,002768 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$  ga teng.

O`lchash ishlari tamom bo`lgach qo`lga kiritilgan ma`lumotlar asosida, absiss o`qiga  $\text{mol.l}^{-1}$  larda ifodalangan eritma konsentratsiyalari, ordinata o`qiga esa,  $\text{om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$  larda ifodalangan eritmalarning solishtirma qarshiliklari tushirilib, R-C bog`liqligini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Grafikda hosil bo`lgan sinish bo`yicha unga mos keladigan oleat natriyning mitsella hosil qilish kritik konsentratsiyasi topiladi.

## **2-mashg'ulot. Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasini sirt taranglik usuli yordamida aniqlash**

**Ish uchun zarur vositalar:** sirt taranglikni o`lchash asbobi, natriy oleatning 0,1 M eritmasi, natriy ishqorining 0,001 n eritmasi, og`zi yopiladgan probirkalar, pipetkalar.

Natriy oleatning 0,1 M eritmasidan 50 ml hajmga ega 0,010, 0,001, 0,0001 M eritmalari, ulardan esa oraliq konsentratsiyalarga ega eritmalar ham tayyorlab olinadi. Tayyorlangan eritmalar natriy-ishqorining 0,001 n eritmasidan qo`shiladi. Bundan maqsad, kuchli suyultirish natijasida kelib chiqadigan natriyoleatning gidrolizini to`xtatish, sovun va erkin organik kislotalardan hosil bo`ladigan kislota xususiyatiga ega cho`kmalarni bartaraf etishdan iborat.

Navbatda, tayyorlangan eritmalarining sirt tarangliklari o`lchab topiladi. Bunda albatta, eritmalarining statik sirt tarangliklari o`lchanishi shart va shuning uchun har bir o`lchov operatsiyasi 1,5-2 minut davomida bajariladi. Olingan natijalar asosida  $\sigma$ - $I_g$  C bog`liqligini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Grafikda qayd etiladigan keskin sinish mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasiga mos keladi.

**Eslatma.** Ishlatiladigan idishlar toza va quruq bo`lishi shart. Buning uchun ular dastlab, isitilgan xrompikda yuviladi, so`ngra, vodoprovod va distillangan suvda chayilib, keyin esa quritish shkafida quritiladi.

### Nazorat savollari

1. Mitsella nima va u qanday hosil bo`ladi?
2. Mitsellaning qanday turlarini bilasiz?
3. Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasi deganda nimani tushunasiz?
4. Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasini aniqlashning sirt taranglik usulini ta`riflab bering.
5. Mitsella paydo bo`lishining kritik konsentratsiyasini aniqlashning konduktometrik usulini ta`riflab bering.

## 4-LABORATORIYA ISHI

### BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING OSMOTIK BOSIMINI ANIQLASH

Agarda erituvchi bilan eritma erituvchi molekulalariga o`tkazuvchan ammo erigan modda molekulalariga o`tkazuvchan bo`lmagan (yarimo`tkazuvchan) membrana orqali ajratib qo`yilsa, u holda erituvchi molekulalarining mazkur membrana orqali eritma tomon, bir tomonlama diffuziyasi kelib chiqadi. Bu xildagi diffuziya erituvchi hajm birligidagi molekulalar sonining o`sha hajmga ega eritmadagisidan ko`p o`lishi bilan shartlanadi. Chunki eritma hajmining ma`lum qismini erigan modda molekulalarini egallaydi. Natijada erituvchi molekulalarining membrana orqali eritma tomon siljishi ularning eritmadan erituvchi tomon siljishidan ustunlik oladi.

Erituvchining yarim o`tkazuvchan membrana orqali eritmaga qarab qo`yilgan bir tomonlama diffuziyasi osmos va shu osmos tufayli kelib chiqadigan, yarim

o`tkazgich membrana yuza birligiga to`g`ri keladigan kuch esa osmotik bosim deb ataladi. Vant-Goff qoidasiga ko`ra, noelektrolit modda eritmasining osmotik bosimi deganda, erigan modda zarrachalari gaz holatiga o`tib, eritma hajmini egallaganda hosil qiladigan bosim tushuniladi,

Demak, noelektrolit modda eritmalariga ideal gaz holatining tenglamasini tadbiiq etish mumkin, ya`ni

$$pV = nRT \text{ yoki } p = \frac{n}{v} \cdot RT \text{ yoki } p = cRT \quad (I),$$

bu yerdagi p-eritmaning osmotik bosimi, n-hajmi V ga teng eritmada erigan modda miqdori,  $c = \frac{n}{v}$  eritmaning molyar konsentratsiyasi mol/l, R-universal gaz doimiysi, T-mutlaq harorat. Shunday qilib, noelektrolit modda eritmasining osmotik bosimi o`sha eritmaning konsentratsiyasi va mutlaqharoratga to`g`ri proporsionaldir.

Tenglama (1) dagi molyar konsentratsiya (c) (1 litr dagi mol miqdori)ni molyar konsentratsiya C (1000 g erituvchida erigan mol miqdori) ga almashtirib, suyultirilgan eritmaning osmotik bosimini yetarli darajada aniqlash uchun ishlatiladigan formula hosil qilish mumkin, ya`ni

$$p = CRT \quad (2)$$

har bir molekulasi n-sondagi ionga parchalanadigan, molyar konsentratsiyasi C-ga, dissotsiatsiya darajasi  $\alpha$ - ga teng elektrolit uchun ionlar va dissotsiatsiyalanmagan molekullarning yig`indi konsentratsiyasi teng bo`ladi:

$$C_{osm} = Cn\alpha + C(I - \alpha)$$

bundan esa quyidagini hosil qilamiz:

$$C_{osm} = C[I + (n - I)\alpha] \quad (3)$$

Elektrolit modda eritmasining tajribada o`lchab-topilgan osmotik bosimi tenglama (2) ga binoan hisoblab topilgan o`sha eritmaning osmotik bosimdan necha marta katta bo`lishini ko`rsatuvchi son i-izotonik koeffisient nomi bilan yuritilib, teng bo`ladi:

$$i = \frac{P_{tajriba}}{P_{nazariy}} = \frac{CRT}{CRT}$$

bundan esa  $C_{osm} = C \cdot i$

Tenglama (3) va (5) lardan quyidagini hosil qilamiz:

$$i = I + (n - I)\alpha \quad (6)$$

Binar elektrolitlar, masalan NaCl uchun  $n = 2$  dir. U holda tenglama sodda tusga kiradi:

$$i = I + \alpha \quad (7)$$

Tenglama (6) dan dissosiatsiya darajasini  $\alpha$ - topish mumkin, ya`ni

$$\alpha = \frac{i - I}{n - I} \quad (8)$$

unda binar elektrolitlar uchun dissotsiatsiya darajasi teng bo`ladi:

$$\alpha = i - I \quad (9)$$

Shunday qilib, elektrolit eritmaning osmotik bosimini hisoblab topish uchun ishlatiladigan tenglama quyidagi shaklga kiradi, ya`ni

$$p = iCRT \quad (10)$$

Ta`kidlash zarurki, kuchli elektrolit eritmaning o`lchab olingan osmotik bosimi, chama vaqt, o`sha eritmaning tenglama (10) ga binoan hisoblab topiladigan osmotik bosimidan kam bo`lib chiqadi. Bunday hol elektrolit eritma konsentratsiyasi bilan orta boradigan, elektrostatik ta`sirlashishlar natijasida, ionlar kinetik energiyasining kamayishi bilan izohlanadi.

Dubay-Gyukkel nazariyasiga ko`ra, kuchli elektrolitlar eritmada to`la dissotsiatsiyalanadi, ya`niularning dissotsiatsiya darajasi  $\alpha = 1$  bo`ladi. Shunga muvofiq, tenglama (6) dagi  $i = \alpha$  tufayli, tenglama (10) dan kelib chiqadi:

$$p = nCRT \quad (11)$$

O`simlik va hayvon hujayralarida, umuman tirik organizmlarda suv eng zarur komponentalardan bo`lib, uningsiz hayot jarayonlarining davom etishini tasavvur etish mumkin emas. Shuning uchun hujayra membranasining suv moleayaulalariga o`tkazuvchanligini o`rganish ham nazariy, ham amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Suvning hujayra membranasini orqali o`tishida osmotik gradient harakatlantiruvchi kuch sifatida nomoyon bo`lib, o`tish tezligi, umum tarzda, FIK tenglamasi orqali ifodalanadi, ya`ni

$$\frac{dm}{dt} = -D_s \frac{dc}{dx}$$

bundagi  $\frac{dm}{dt}$  - vaqt e`tibori bilan o`tgan modda miqdori, D-diffuziya koeffitsienti, s-diffuziya amalga oshadigan yuza,  $\frac{dc}{dx}$ -konsentratsiya gradienti.

Normada hujayra bilan uni o`rab turgan to`qima suyuqligi osmotik bosim farqi kapillyarlar endoteliysining natriy va kaliy ionligiga yuqori o`tkazuvchanligi tufayli uncha katta bo`lmaydi. Suvning endoteliy orqali iondan to`qima suyuqligiga va aksincha o`tishida asosiy rol ion plazmasiga erigan oqsillarga mansublar.

Sut emizuvchi hayvonlar, jumladan odam ion plazmasini erigan oqsillar tomonidan hosil qilingan osmotik (kolloid-osmotik) bosim bor-yo`g`i 40 sm suv ustunining bosimga teng. Tuban molekullari birikmalar va ionlar hosil qiladigan osmotik bosim esa, nazariy jihatdan, 7-8 atmosferaga yetib boradi. Shunday bo`lishiga qaramasdan, oqsillar hosil qiladigan osmotik bosimqon bilan to`qima suyuqligi o`rtasida suvning taqsimlanishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ikkinchi tomondan, yurak tomirlar sistemasi qobiliyati tufayli ionning gidrostatik bosimi suvning kapillyarlar bosh qismidan to`qima oralig`iga sirqib

o`lishiga sabab bo`ladi. Chunki kapillyarlarning boshlanish qismida ionning gidrostatik bosimi uning kolloid-osmotik bosimidan katta bo`ladi. Natijada, suv to`qimaga o`tadi. Kapillyarlarning oxirgi qismida esa kolloid-osmotik bosim gidrostatik bosimdan ustunlikni oladi, va suv to`qimadan ionga o`ta boshlaydi. Shu tarzda, kapillyarlar sohasida suv taqsimotining muvozanat holati vujudga keltiriladi. Muvozanatning u yoki bu tomonga siljishi suvgaqayta sabab bo`ladi.

### **Eritma va to`qima suyuqliklarining osmotik bosimlarini aniqlash metodlari**

Eritma va to`qima suyuqliklarining osmotik bosimini o`lchash maqsadida ishlatiladigan osmometrik metod, ishlatiladigan membranalarning ideal emasligi, ya`ni ularning faqat erituvchi molekulalarigini emas, erigan modda molekulalarini ham o`tkazib yuboradiganligi uchun yetarli darajada aniqlikka ega emas. Shuning uchun, odatda, eritmalar va biologik suyuqliklarning osmotik bosimlarini aniqroqo`lchash maqsadida, eritamalarning ba`zi bir fizikaviy xossalari, masalan, eritma ustidagi bug` bosimining eritma konsentratsiyasiga bo`lgan bog`liqligi singari parametrlarni o`lchashga asoslangan oddiy metodlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Quyida shu xildagi metodlardan ikkitasining nazariy asoslari bayon etiladi;

#### **I. Eritma ustidagi bug` bosimi (zichligi) ning o`zgarishiga asoslangan metod.**

Raul qonuniga binoan, elektrolitlar eritma ustidagi bug` bosimining nisbiy kamayishi, erigan modda molyar konsentratsiyasiga to`g`ri proporsionaldir, ya`ni

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{N + n}$$

Bu yerdagi  $p_0$ -erituvchi ustidagi bug` bosimi,  $p$ -eritma ustidagi bug` bosimi  $N$ -sof eritmaning mol soni,  $n$ -erigan modda mol soni. Bordini  $N > n$  bo`lsa, u holda mahrajdagi  $n$ -ni inobatga olmay,  $\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{N + n}$  ni hosil qilamiz.

Mazkur tenglamaga ko`ra, bug` bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning molyar konsentratsiyasiga bog`liq bo`lib, eritma ustidagi bug` bosimi erituvchining molyar konsentratsiyasiga proporsionaldir. Boshqacha aytganda, erituvchi ustidagi bug` bosimi hamma vaqt eritma ustidagi bug` bosimidan katta bo`ladi.

Quyida keltirilgan Bardjer-Rast metodi eritmalar, umuman biologik suyuqliklarga konsentratsiyalarini aniqlashda ishlatiladigan metodlardan bo`lib, u yuqorida bayon etilgan erituvchi bilan eritma ustidagi bug` bosimlarning turlicha bo`lish qoidasiga asoslangan.

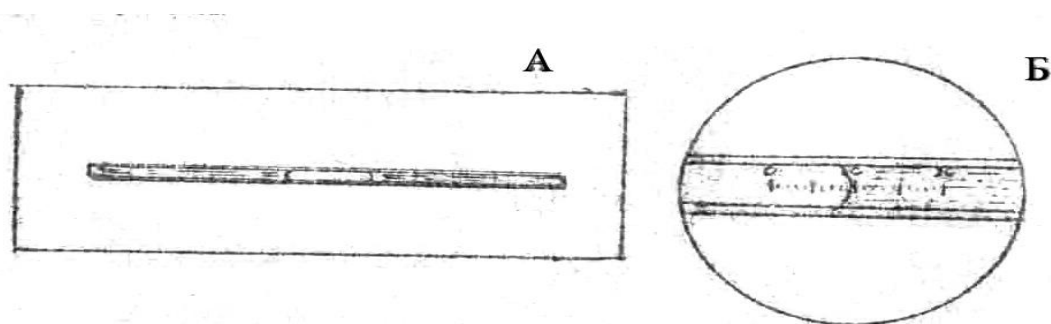
Bardjer-Rast metodiga binoan, tekshirilayotgan eritmaning konsentratsiyasi ma`lum eritma bilan solishtirish orqali topiladi. So`ngra topilgan konsentratsiya

kattaligini Vant-Goff tenglamasiga qo'yib, eritmaning osmotik bosimi hisoblab topiladi.

Mazkur metodning afzalligi shundaki, u odatdagi haroratda kam hajmli suyuqliklarning osmotik bosimlarini o'lchash imkonini beradi.

Berilgan eritma yoki biologik suyuqlikning konsentratsiyasini aniqlash uchun uzunligi 4-5 sm, diametri taxminan 1 mm shisha kapillyar olinib, unga soat oynachalari yoki tigilchaga quyib, qo'yilgan eritma (biologik suyuqlik) olinadi, kapillyarning ikkinchi tomoniga konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan, masalan, natriy xlorid eritmasi olinadi. Bunda shu narsaga e'tibor berish kerakki, kapillyarga olingan suyuqliklaro 0,5-1,0 sm kattalikka ega havo pufakchasi qolishi shart. Shu tarzda tayyorlab olingan kapillyar filtr qog'oz bilan artiladi va okulyar mikrometrli bo'lgan mikroskopning predmet stolchasiga joylashtiriladi. Kapillyardagi suyuqliklar menisklaridan biri mikroskopko'rish maydoniga kiritilib, mikroskop fokusi unga to'g'irlanadi (okulyar 7x, ob'ektiv 8). Bunda menisk mikrometr chizig'laridan biriga ustlanishi shart (3-rasm).

Bayon etilganlar bajarilgandan so'ng, bir necha daqiqa davomida, meniskning okulyar-mikrometr chizig'iga nisbatan siljishi kuzatiladi. Olingan suyuqliklar konsentratsiyalari o'zaro teng bo'lgan sharoitda menisk o'z joyidan siljimaydi. Bordinyu, ular farqlansa, u holda menisk siljishda davom etadi. Menisk siljishining yo'nalish. olingan suyuqliklar konsentratsiyalari bilan belgilanib, kontrol eritma tekshirilayotgan suyuqlikka nisbatan kam konsentratsiyaga ega bo'lsa, nazorat eritma ustidagi bug' bosimi suyuqlik ustidagi bug' bosimidan katta bo'lish tufayli, eritma meniski orqaga suriladi. Chunki bug' ko'p tomondan kam tomonga diffuziyalanib, konsentratsiyasi katta eritma yuzasida konsentratsiyalanadi va o'sha suyuqlikning hajmi oshiradi. Shu sababdan suyuqlik meniski ilgari siljiydi. Kontrol eritma ustidagi kamaygan bug' bosimi, uning bug'lanish hisobiga to'ldirilib boriladi. Natijada nazorat eritma meniski orqaga siljiydi.



**3-rasm. Eritmalar konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan Bardjer-Rast metodi. A-kapillyarning predmet oynachasidagi holati, B-okulyar mikrometri fonidagi menisk holati.**



Bayon etilgan tarzda tekshirilayotgan suyuqlik nazorat eritmalarning har biri bilan alohida-alohida tekshirib chiqiladi va ularning shunday bir jufti topiladiki, unda menisklar o'z joyidan siljmaydi. Menisklar siljimasligi suyuqliklar ustidagi bug bosimlarining, demak, ular konsentratsiyalarining tengligi sharoitida yuz beradi. Shunday ekan bunday sharoitda tekshirilayotgan suyuqlikning konsentratsiyasi olingan kontrol eritma konsentratsiyasiga teng, degan xulosaga kelishtabiiydir.

Ishning to'g'ri borishini ta'minlash uchun, tajriba boshidan to uning oxirigacha nazorat eritma yoki tekshirilayotgan suyuqlik meniski kuzatilishi shart.

Kuzatish natijalari quyidagi jadvalga yozib boriladi.

Tekshirib topilgan, foizlarda ifodalangan konsentratsiyadan foydalanib va shu eritmaning molyar konsentratsiyasi hisoblanib, undan eritmaning demak, suyuqlikning osmotik bosimi tenglama (II) ga binoan hisoblab topiladi.

Kontrol (natriy xlorid) eritmalar konsentratsiyalari. %	Tekshirilayotgan eritma yoki biologik suyuqlik	Menisk harakat yo`nalishi
0,5	x	----->
0,6	x	0
0,7	x	<-----
0,8	x	<-----

**Hisoblashga misol.** Tekshirish natijasida ma'lum bo'ldiki, tekshirilayotgan eritmaning konsentratsiyasi 0,6 % natriy xlorid eritmasiga mos keldi. Demak, uning konsentratsiyasi 0,6 % ga teng. Harorat esa o'lchash vaqtida 17°Cga teng.

Ma'lumki eritmaning osmotik bosimini hisoblash uchun molyar konsentratsiya ishltiladi. Shuning uchun biz topilgan %-li konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga o'tishimiz shart. Buning uchun esa quyidagicha mulohaza yuritimiz: natriy xloridning 1 molyar eritmasi 1 hajmda 58,5 g natriy xlorid tutadi. Natriy xloridning 0,6 %-li eritmasi 1 hajmda 6 g natriy xlorid tutsa, u holda bu eritmaning molyar konsentratsiyasi teng bo'ladi  $\frac{6}{58,5} = 0,102 = 0,1$  mol.

Demak, tekshirilayotgan eritmaning molyar konsentratsiyasi  $S = 0,1$ -M ga teng, Tajriba sharoitidagi harorat  $T = 273+17= 290$  K bo'lsa va berilgan suyuqlik uchun mos keladigan ionlar soni ma'lum bo'lganda (bu son natriy xlorid uchun 2 ga teng, ya'ni = 2), tekshirilayotgan eritmaning osmotik bosimi teng bo'ladi:

$$p = nCRT = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,082 \cdot 290 = 4,756 \approx 4,8 \text{ atm.}$$

## 2. Muzlash haroratining o'zgarishini o'lchashga asoslangan usul.

Muzlash harorati shundayki, bunday haroratda suyuqholatdagi erituvchi yoki eritma ustidagi bug' bosimi ularning qattiqholatlari ustidagi bug' bosimiga teng bo'ladi.

Blagden qoidasiga binoan, muzlash haroratining pasayishi (depressiyasi) eritma konsentratsiyasiga proporsional, ya'ni

$$\Delta T = K_3 \cdot C \quad (15)$$

Bundan esa quyidagini hosil qilamiz:

$$C = \frac{\Delta T}{K_3} \text{ va } K_3 = \frac{\Delta T}{C} \quad (15a)$$

va bu yerdagi  $\Delta T$ -eritma depressiyasi,  $K_3$ -erituvchining krioskopik doimiysi,  $C$ -eritma konsentratsiyasi

Erituvchi krioskopik doimiysi- bir mol noelektrolit eritmaning depressiyasiga teng bo'lib, u erigan modda emas, balki faqat erituvchi tabiatiga bog'liq bo'ladi. Muzlash harorati esa erigan modda tabiatiga bog'liq bo'lmay, faqat erigan modda miqdori bilan belgilanadi (Raul). Mazkur nazariyaga asoslangan usul yordamida osmotik konsentratsiyani aniqlash uchun avvalo eritmaning muzlash harorati  $\Delta T$  aniqlanadi, so'ngra suvli eritmalar uchun xarakterli bo'lgan  $K_3$ -kattaligi (suv uchun  $K=1,86$ ) ni tenglamaga qo'yib, eritmaning osmotik konsentratsiyasi hisoblab topiladi, ya'ni

$$\Delta T = 1,86 \cdot C \text{ va } C = \frac{\Delta T}{1,86} \quad (16)$$

Biologik suyuqliklar va elektrolit eritmalar uchun formuladagi konsentratsiya o'rniga osmotik konsentratsiya ( $C_{osm}$ ) kiritiladi, ya'ni

$$\Delta T = 1,86 \cdot C_{osm} \text{ va } C_{osm} = \frac{\Delta T}{1,86} \quad (16a)$$

Tenglamalar (16a) va (5) ga binoan, elektrolit eritmalar uchun quyidagini hosil qilamiz:

$$\Delta T = 1,86 \cdot C_i \text{ va } C_i = \frac{\Delta T}{1,86} \quad (17)$$

(16a) tenglamadagi osmotik konsentratsiya kattaligini (2) tenglamaga qo'yib, depressiya qiymati bo'yicha, osmotik bosimni hisoblash formulasiga ega bo'lamiz, ya'ni

$$p = \frac{\Delta T}{1,86} \cdot RT \quad (18)$$

Bundan esa, tekshirilayotgan eritma yoki biologik suyuqlikning osmotik bosimi teng bo'ladi:

$$p = \frac{\Delta T}{1,86} \cdot 22,4 \text{ atm} \quad (19)$$

Eritmalar yoki biologik suyuqliklar depressiyasini aniqlash maqsadida maxsus asbob-krioskop ishlatiladi (*4-rasm*).

Kriometr asbobi. Jo`mrakli probirka kriometrning asosiy qismi bo`lib, u Bekman termometri (3) va aralastirgich o`rnatilgan rezina probka bilan mahkam yopiladi. Aralastirgichning probirka ichiga tushirilgan uchi halqa shaklida egilgan bo`lib, halqa diametri termometr simobli rezervuaridan kattaroq bo`lishi shart. Uning ikkinchi uchi esa tekislikka taxminan  $45^\circ$  burchak hosil qilib egilgan bo`ladi.

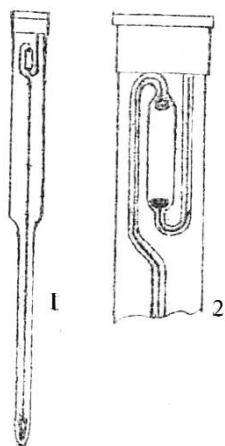
Probirka ichidagi haroratning sekin va bir xildagi pasayishini ta`minlash maqsadida, u "havo ko`ylakchasi" vazifasini bajaruvchi, diametri kattaroq probirka (5) ga joylashtiriladi. Shu tarzda yig`ilgan asbob, sovutgich aralashma solib qo`yilgan, qalin devorli stakan (7) ga uning qopqoqchasidagi teshik orqali tushiriladi. Qopqoqcha (6) dagi ingichka teshik orqali katta aralastirgich o`tkazilib, undan ish paytida sovutkich aralashmani qorishtirish maqsadida foydalaniladi.

Bekman termometrini sozlash, Krioskopik tadqiqotlarda keng qo`llaniladigan Bekman termometri-differensial termometr bo`lib, u 0 dan  $5-6^\circ\text{C}$  gacha bo`lgan shartli shkalani o`z ichiga oladi. Termometrning har bir kichik shkalasi gradusning yuzdan biriga teng.

Termometr kapillyarining yuqori qismida simobli rezervuar joylashgan bo`lib, undagi simob zapasidan, tekshirilayotgan suyuqlikning xili va muzlash haroratiga bog`liq holda, kapillyardagi simob meniskining 3-5 shkalalar oralig`idan joy olishini ta`minlash maqsadida foydalaniladi.

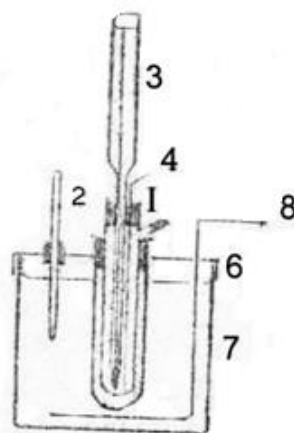
Termometr quyidagicha sozlanadi. Termometrning pastki rezervuari qo`l yoki iliq suv yordamida isitilib, simob ustunining yuqori rezervuardagi simob zapasi bilan ulanishiga erishiladi. Termometr to`ntariladi va uning qopqoqchasiga barmoq bilan sekin zarb berilib, kapillyardan ko`tarilgan simob tomchisini rezervuardagi simobga qo`shilishiga majbur etiladi. So`ngra termometr ehtiyoji bilan normal holatga keltirilada va uning pastki rezervuari erituvchining muzlash haroratidan  $2-3^\circ$  yuqori suvga tushiriladi. 2-3 minutdan so`ng termometr suvdan olinib, uning qopqoqchasiga yengil zarb berish orqali kapillyardan chiqib turgan oshiqcha simob yuqori rezervuarining pastki qismiga tushiriladi. Keyin esa, termometrning pastki rezervuari muzli suvga ( $0^\circ\text{C}$ ) tushiriladi. Bunda termometr kapillyaridagi simob meniski 3-5 shkalalar oralig`ida to`xtashi shart.

Sozlangan termometr ehtiyotlikni talab etadi. Shuning uchun uni gorizontal holatga o`tkazish, siljitish yoki biror narsaga urish man etiladi. O`lchash ishlari tamom bo`lishi bilan termometr tagiga qalin paxta qatlami solingan yig`ilmaydigan bankaga (tik holatda) solib qo`yiladi.



5-rasm. Bekmantermometrining tashqi ko'rinishi.

1. Termometrning umumiy ko'rinishi.
2. Termometrning yuqori qismi.



4-rasm. Kriometr asbobining chizmasi.

- 1-jo'mrakli probirka, 2-termometr joylashtirilgan probka, 3-Bekman termometri, 4-aralashtirgich, 5-probka, 6-qopqoq, 7-qalin devorli stakan, 8-aralashtirgich.

**Kriometr asbobida ishlash tartibi.** Yuqorida bayon etilgan tarzda yig'ilgan asbobning toza probirkachasiga, unga joylashtirilgan termometrning pastki rezervuarini yopib, undan I sm balandlikda turadigan miqdorda distillangan suv quyiladi. Bunda termometrning pastki uchi probirka tagidan I sm balandlikda turishi shart. So'ngra probirkacha sovutgich aralashmaga tushiriladi. Sovutgich aralashmaning harorati, unga tushirilib to'kilgan oddiy termometrga binoan,  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $2-3^{\circ}\text{C}$  ga pastda bo'lishi kerak.

Bekman termometri simob meniskinnng dastlab qayd etilgan nuqtadan  $0,3^{\circ}\text{C}$  ga pasayishi bilan, probirka ichidagi suvning qattiq sovushini bartaraf etish uchun, suv aralashtirgich yordamida tezlik bilan (1 sekundda 2-3 marta) aralashtiriladi. Boshlanib ketgan kristallanish jarayoni natijasida simob meniski tezlik bilan yuqoriga ko'tarilib, maksimumga erishadida to'xtaydi, va so'ngra pasaya boshlaydi. Qayd etilgan o'sha eng yuqori harorat suvning muzlash haroratiga mos kelib, u lupa yordamida gradusning mingdan biri darajasidagi aniqlik bilan o'lchab olinadi.

Probirkacha termometri bilan birgalikda sovutgich aralashmadan olinib, unga yopishgan muz kristallari eritilgach, suvning muzlash haroratini aniqlash yana takrorlanadi. Ish puxta bajarilganda takroriy o'lchash natijalari aro farq  $0,004^{\circ}\text{C}$  dan oshmaydi. Shu tarzda o'lchab olingan miqdorlardan hosil qilingan o'rtacha arifmetik kattalik, suvning (erituvchining) muzlash harorati deb qabul qilinadi.

Suv yoki suvli eritmalarini qattiq sovushdan saqlash maqsadida ularni shiddatli aralashtirish o'rniga ularga muz kristallari "yuqtirish" tavsiya etiladi. Buning uchun

toza probirkaga shisha pitralar solib, 2-3 tomchi distillangan suv bilan qo`llanadi va chayqatilgan holda sovutgich aralashmaga tushiriladi. Pitralar ustidagi yupqa suv qavati muzlashi bilan o`sha pitralardan bir donasi probirka jo`mragi orqali uning ichidagi harorati 0,3°C ga pasaygan suv yoki suvli eritmaga yoki biologik suyuqlikka tushirib yuboriladi.

Bayon etilgan tarzda erituvchi (suv) va eritma muzlash haroratlari o`lchab olingach, topilgan kattaliklarning birinchisidan ayirib, tekshirilayotgan eritma yoki biologik suyuqlik depressiyasi topiladi, ya`ni

$$\Delta T = T_0 - T_3 \quad (20)$$

bu yerdagi  $\Delta T$ -eritma depressiyasi,  $T_0$ -sof erituvchining muzlash harorati,  $T_3$ -tekshirilayotgan eritma (suyuqlik) ning muzlash harorati.

Tajriba qo`lga kiritilgan ma`lumotlar quyidagi jadvalga ko`chiriladi.

2-jadval

Suyuqliklar turi	O`lchab topilgan haroratlar			O`rtacha T	$\Delta T$	P R
	1	2	3			
Distillangan suv						
Saxaroza eritmasi						
Biologik suyuqlik						

Ish yakunida tekshirilgan suyuqliklar depressiya kattaliklaridan foydalanib, 19-formulaga binoan, ularning osmotik bosimlari hisoblab topiladi va jadvalga ko`chiriladi.

## Laboratoriya ishining bajarilishi

### 1. Bardjer-Rast usuli yordamida suyuqliklarning osmotik bosimlarini aniqlash.

**Ish uchun zarur vositalar:** mikroskop, okulyar, mikrometr, shisha kapilyar naychalar, predmet va soat oynachalari, natriy xloridning 1, 2, 3% li eritmaları, biologik suyuqliklar, filtr qog`oz, plastilin, skalpel, doka.

**1-mashg`ulot.** Noma`lum eritmaning konsentratsiyasini aniqlash. O`qituvchidan konsentratsiyasi aniqlashi kerak bo`lgan eritma olinadi. So`ngra natriy xloridning asosiy eritmalaridan uning 0,5; 1,5; 2 %-li eritmaları tayyorlab olinib navbatda, ulardan konsentrasyalari 0,1% ga farqlanadigan oraliq konsentratsiyali eritmalar tayyorlanadi. O`sha (keyingi) eritmaları ishlatib, yuqorida bayon etilgan tarzda, berilgan noma`lum eritmaning konsentratsiyasi topilgan.

**2-mashg`ulot.** Biologik suyuqlikning osmotik konsentratsiyasi va osmotik bosimini aniqlash.

O`qituvchidan biologik suyuqlik olinadi va yuqorida tayyorlangan natriy-xlorid eritmalaridan foydalanib, berilgan biologik suyuqlikning, dastlabki osmotik konsentratsiyasi keyin esa osmotik bosimi aniqlanadi.

## **2. Kriometrik usul yordamida eritma va biologik suyuqliklarning osmotik bosimlarini aniqlash**

**Ish uchun zarur vositalar:** kriometr, distillangan suv, saxaroza eritmasi, qon zardobi, qor yoki muz.

### **1-mashg`ulot. Bekman termometrini sozlash.**

Yuqorida bayon etilgan tarzda Bekman termometri sozlanadi va muzli suvga solib, tekshirib ko`riladi. Agarda kapillyardagi simob meniski 3-5 shkalalari oralig`ida to`xtamasa, sozlash ishlari yangidan takrorlanadi.

### **2-mashg`ulot. Sof erituvchi (suv) ning muzlash haroratini aniqlash.**

Kriometr asbobining quruq toza probirkasiga unga tushiriladigan Bekman termometrining simobli rezervuarini to`la yopib, uning yuqori chegarasidan 1 sm balandlikda turadigan miqdorda erituvchi (distillangan suv) solinadi va yuqorida ko`rsatilgan tartibda erituvchi (suv) ning muzlash harorati gradusning 0,001 darajasidagi aniqlik bilan o`lchab olinadi. Bu xildagi o`lchash ishlari kamida uch marta takrorlanishi shart. O`lchab olingan muzlash haroratlaridan hosil qilingan o`rtacha arifmetik kattalik yuqorida keltirilgan shakldagi jadvalga yoziladi.

### **3-mashg`ulot. Eritma yoki biologik suyuqlikning muzlash haroratini o`lchash va ularning osmotik bosimlarini hisoblab topish.**

Ish yuqorida bayon etilgan tarzda bajariladi. Erituvchi yoki suv o`rniga endi tekshiriladigan eritma yoki biologik suyuqlik olinadi. Takroriy o`lchovlar natijasida qo`lga kiritilgan natijalardan hosil qilingan o`rtacha arifmetik kattalik jadvalga ko`chiriladi. So`ngra 20-formula yordamida tekshirilayotgan suyuqlik depressiyasi ( $\Delta T$ ) topilib, 19-formula orqali o`sha suyuqlikning osmotik bosimi hisoblab topiladi.

## **Nazorat savollari**

1. Osmos va osmotik bosim nima?
2. Vant-Goff qoidasiga ko`ra, noelektrolit modda eritmasining osmotik bosimi deganda nima tushuniladi?
3. Eritma va to`qima suyuqliklarining osmotik bosimini aniqlashda qanday usullardan foydalanish mumkin?
4. Bardjer-Rast usuli yordamida suyuqliklarning osmotik bosimlari qanday aniqlanadi?

5. Tekshirilayotgan eritma meniskining o'unga yoki chapga tomon harakatlanishini qanday izohlash mumkin?

## **5-LABORATORIYA ISHI**

### **BAQA YURAGINING HARORAT KOEFFITSIYENTI VA AKTIVLANISH ENERGIYASINI ANIQLASH**

#### **Biologik jarayonlar kinetikasi**

Hayotiy jarayonlarning boshqarilishida hujayra va to'qima kechadigan biokimyoviy o'zgarishlar tezliklari hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ma'lumki, kimyoviy kinetika-reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari, pH, bosim, harorat va katalizatorlar singari tashqi omillarning kimyoviy o'zgarishlar tezliklariga tasirini o'rganadi, biologik jarayonlar kinetikasi esa biologik jarayonlar asosida yotuvchi biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadigan substratlar konsentratsiyalari, fermentlar va ularning aktivator va ingibitorlari, muhit pH darajasi, harorat singari omillarning biokimyoviy reaksiyalar tezliklari orqali biologik jarayonlar tezliklariga ta'sirining qonun-qoidalarini o'rganadi.

#### **Biologik jarayonlar kinetikasiga haroratning ta'siri**

Kimyoviy reaksiyalar kelib chiqishining asosiy shartlaridan biri bo'lmish reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekulalarining bevosita to'qnashuvi haqidagi qoida inobatga olinsa, kimyoviy hamda biologik jarayonlar tezliklarining haroratga bog'liqligi o'z-o'zidan ravshan bo'lib qoladi.

Harorat oshgan sari molekulalarning harakatlanishtezi o'rtacha boradi, demak, ularning o'zaro to'qnashuv ehtimolligi ham o'sha boradi. Hisoblash natijalariga ko'ra, agarda reaksiyaga kirishuvchi, molekulalarning hamma to'qnashuvlari ham reaksiyaga olib kelganda, reaksiya tezligi amaldagi tezlikdan  $10^2$ - $10^6$  barobar katta bo'lgan bo'lar edi. Shu sababli kimyoviy kinetikada, to'qnashuvlarning faqat ayrimlarigina reaksiyaga olib keladi, degan fikr paydo bo'ldi. Reaksiyaning amalga oshishi uchun to'qnashuvchi molekulalar ma'lum bir  $E_0$ -miqdordagi aktivlanish energiyasi deb ataladigan, oshiqcha energiyadan kam bo'lmagan energiyaga ega bo'lishlari shart. Oshiqcha energiyaga ega bo'lgan molekulalarning, ya'ni reaksiyaga kirisha olish qobiliyatiga ega bo'lgan "aktiv molekulalarning" nisbiy soni haroratning oshishi bilan ortadi, natijada kimyoviy reaksiya tezlashadi.

Kinetik nazariyaga binoan, molekulalarning kinetik energiyasi faqat mutlaq haroratga bog'liq bo'lib, harorat  $10^\circ\text{C}$  ga oshganda, reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi kattalik-Vant Goff harorat koeffitsienti deb atalib,  $Q_{10}$ - bilan belgilanadi. Shunday qilib, reaksiyaning harorat koeffitsienti, o'z mohiyatiga ko'ra, berilgan reaksiyaning o'zaro  $10^\circ\text{C}$  ga farqlanadigai ikki xil haroratdagi tezlikligining nisbatidan boshqa narsa emas, ya'ni

$$Q_{10} = \frac{R_{T+10}}{R_T} \quad (1)$$

bu yerdagi  $R_1$ -reaksiyaning dastlabki haroratdagi tezligi,  $R_{T+10}$  o`sha reaksiyaning harorat  $10^\circ\text{C}$  ga oshirilgandagi tezligi.

Ma`lumki, ko`pchilik kimyoviy reaksiyalarning harorat koeffitsienti 2-4 atrofida bo`lib, o`rtacha 3 ga teng. Biologik jarayonlarning aksariyat ko`pchiligi eng yuqori tezlikda amalga oshadigan harorat optimumiga ega ekanligi bilan kimyoviy reaksiyalardan farqlanadi. Bunday hol ko`pchilik biologik jarayonlarning fermentativ reaksiyalarga asoslanganligi bilan izohlanadi.

Biologik jarayonlar asosida yotgan o`zgarishlar tabiatiga ko`ra o`sha o`zgarishlarga xos harorat koeffitsientlari turlicha bo`lishi mumkin. Masalan, fizikaviy o`zgarishlar uchun bu kattalik 1,1-1,2 ni tashkil etsa, fermentativ reaksiyalar uchun u 1,7 atrofida bo`ladi. Demak, tajribada hisoblab topilgan harorat koeffitsientiga asoslanib, o`rganilayotgan jarayonlarning tabiati va hatto ularning mexanizmlari haqida fikr yuritish mumkin.

Reaksiya tezligining haroratga bog`liqligi Arrenius tenglamasidan yaqqol ko`rinadi:

$$k = pze^{-\frac{E}{RT}} \quad (2)$$

Bu yerdagi  $k$ -reaksiyaning tezlik konstantasi,  $p$ -sterik omil,  $z$ - to`qnashuvlar soni,  $e$ -natural logarifm asosi,  $E$ -aktivlanish energiyasi,  $R$ -gaz doimiysi,  $T$ -mutlaq harorat.

Mazkur tenglamaga muvofiq ish ko`rilganda, o`rganilayotgan reaksiyaning  $10^\circ\text{C}$  ga farqlanadigan ikki haroratdagi tezlik konstantalari hisoblab topiladi.

Faraz etamiz, tajribalar  $T_1$  va  $T_2$ -harakatlarda amalga oshirilgan bo`lsin. U holda reaksiyaning  $T_1$  ga muvofiq tezlik konstantasi teng bo`ladi:

$$k_1 = pze^{\frac{E}{RT_1}}$$

$T_2$ - uchun esa

$$k_2 = pze^{\frac{E}{RT_2}}$$

Agarda  $T_2 = T_1$  bo`lsa,  $z_2 = z_1$  bo`ladi, ammo ular o`rtasida farq katta bo`lmaydi, ya`ni harorat  $10^\circ\text{C}$  ga farqlanganda  $z_2$  va  $z_1$  qisqarib ketadi. Sterik omil ham bunday haroratda katta o`zgarishga uchramaydi. Shunga ko`ra, uni ham qisqartirish mumkin bo`ladi.



Bayon etilganlarga binoan, ikki xil haroratdagi reaksiya tezlik konstantalarining nisbatini yozamiz:

$$\frac{(k1)}{(k2)} = \frac{pze^{-E/RT1}}{pze^{-E/RT2}} = \frac{e^{-E/RT1}}{e^{-E/RT2}}$$

Agarda  $\frac{k1}{k2} = Q_{10}$  bo'lsa, u holda  $Q_{10} = \frac{e^{-E/RT1}}{e^{-E/RT2}}$  dir.

Tenglamani logarifmlab, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\ln Q_{10} = \ln e^{-\frac{E}{RT_1}} - \ln e^{-\frac{E}{RT_2}}$$

$$\ln Q_{10} = -\frac{E}{RT_2} + \frac{E}{RT_1} = \frac{E(T_2 - T_1)}{R(T_2 \cdot T_1)}$$

Agarda  $T_2$  bilan  $T_1$  aro farq  $10^\circ \text{C}$  ni tashkil etsa, u holda

$$\ln Q_{10} = \frac{10E}{R(T_2 \cdot T_1)} \quad \text{bo'ladi.}$$

Mazkur tenglamadan reaksiyaning aktivlanish energiyasi  $E$  ni topish mumkin, ya'ni

$$E = \frac{R(T_2 \cdot T_1) \ln Q_{10}}{10}$$

Natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tib,  $R$ -kattaligi ( $1,987 \text{ kkal} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) ni tenglamaga qo'yamiz va quyidagilarni hosil qilamiz:

$$E = \frac{1.987 \cdot 2.303(T_2 \cdot T_1) \ln Q_{10}}{10}$$

va nihoyat ushbu tenglamaga ega bo'lamiz:  $E = 0,46 (T_2 \cdot T_1) Q_{10}(4)$

Shunday qilib, bu tenglamadan reaksiya aktivlanish energiyasi bilan uning harorat koeffitsienti aro chiziqli bog'lanish mavjud degan xulosa kelib chiqadi, ya'ni reaksiyaning aktivlanish energiyasi qancha katta bo'lsa, u haroratga shu qadar bog'liq bo'ladi.

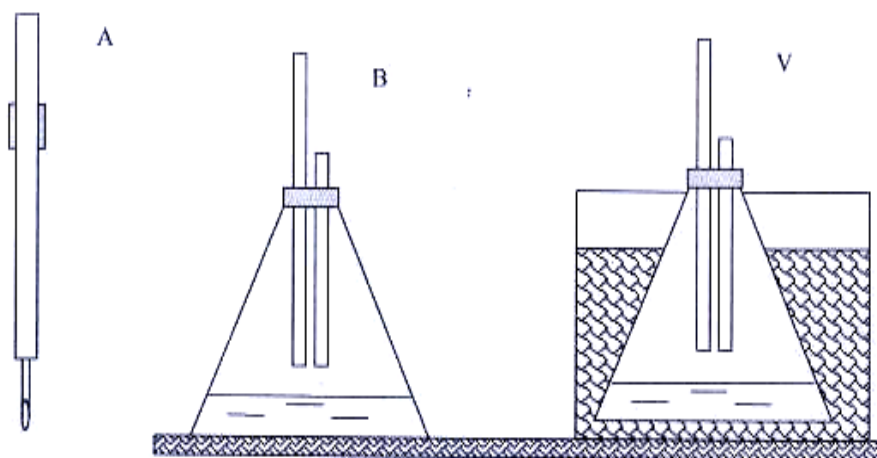
Ko'pchilik biologik jarayonlar aktivlanish energiyalarining kattaligi kimyoviy reaksiyalar aktivlanish energiyalari kattaliklariga yaqin bo'lib,  $8,12$  va  $18 \text{ kkal} \cdot \text{mol}$  atrofida guruhlanadi.

### Laboratoriya ishinin bajarilishi

**Ish uchun zarur vositalar:**  $100 \text{ ml}$  hajmga ega konussimon kolbachalar ( $3$  dona) va ularni yopishga mo'ljallangan rezina qopqoqlar,  $0-50^\circ \text{C}$  shkalaga ega termometrlar ( $3$  dona), qor yoki muz, qurbaqalar. Qolgan vositalar ro'yxati ilovada keltirilgan.

Dastlab uch dona kamera tayyorlab olinadi. Kamera sifatida titrlash uchun ishlatiladigan kolbachalar tavsiya etiladi. Kolbachalarga mos qopqoqlar tanlab olinib,

ulardan qopqoq burg'isiyordamida ikkitadan teshik ochiladi. Teshiklarning biriga termometr joylashtiriladi, ikkinchisi esa kanyulya uchun mo'ljalangan bo'lib, u ochiq qoldiriladi. Kolbachalarga oz miqdorda suv quyiladi, termometr joylashtirilgan qopqoqlar bilan yopibqo'yiladi. Ish paytida, termometrning simobli rezervuari o'sha probkaga joylashtiriladigan kanyulyauchidan taxminan 0,5 sm pastda turishi shart. Shu tarzda tayyorlangan kameralardan biri ish bajariladigan stol ustida qoldiriladi. Ikkinchisi iliq suv quyilgan stakanga, uchunchisi esa qor-suv aralashmasi solingan stakanga tushirilib qo'yiladi (2-rasm). So'ngra kameralarda harorat turg'unlashguncha Shtraube usulida qurbaqa yuragining izolirlangan preparati tayyorlanadi (ilovaga qarang).



2-rasm. Qurbaqa yuragi qisqarish kinetikasining xaroratga bog'liqligini o'rganishga mo'ljallangan moslama chizmasi.

A- Shtraub konyulasi, B- yurak preparati joylashtirilgan kameraning umumiy ko'rinishi, V- kameraning qor-suv aralashmasi solingan stakanga joylashtirilgan xolati.

**Ishning borishi.** Shtraube metodiga muvofiq tayyorlangan yurak preparati stol ustida qoldirilgan kameraga joylashtirilib, 5-6 minut o'tganidan so'ng, preparat ritmini sanashga kirishiladi. Buning uchun sanash boshlanishi bilan bir vaqtda, sekundomer yurg'izilib, yurak 20 marta qisqarganidan so'ng to'xtatiladi. Shu xildagi sanash uch-to'rt marta takrorlanib, ulardan yurak ritmining 1 minutdagi o'rtacha soni hisoblab topiladi. So'ngra, yurak preparati harorati xona haroratidan  $10^{\circ}\text{C}$ ga yuqori kameraga o'tkaziladi. Kamera ichidagi harorat turg'unlashgach, yuqorida ko'rsatilgan tarzda, yurak ritmi yana bir necha bor sanab olinadi. Sanash tamom bo'lgach, yurak preparati harorati xona haroratiga teng kameraga ko'chirilib, avvalroq ritm tiklanishi kutiladi. Dastlabki ritm tiklangach, preparat harorati xona haroratidan  $10^{\circ}\text{C}$  ga past kameraga o'tkaziladi va kameradagi harorat turg'unlashgach, yurak ritmi yana bir necha marta sanab olinadi. Sanash ishlari nihoyasiga yetkazilganidan keyin, hisoblab

topilgan o`rtacha ritmlar asosida; yurak ritmining haroratini 10°C ga oshirish uchun mos harorat koeffitsienti  $Q_{10}$ , so`ngra jarayonning "aktivlash energiyasi" hisoblab topiladi. Shu xildagi hisoblashlar haroratni 10°C ga pasaytirib o`tkazilgan tajriba ma`lumotlar asosida ham bajariladi. Hisoblashga, misol. Faraz etaylik: xona harorati 18°C ( $T_1 = 273 + 18 = 291$  K) bo`lgan sharoitda yurak 38 sekund davomida 20 marta qisqardi. Demak, yurak 1 minutda  $20.60/38 = 31$  marta qisqardi. Harorat 10°C ga oshirilganda esa ya`ni 28°C ( $T_2=273+28=301$ ) da 20 sekund davomida 20 marta, 1 minutda esa  $20.60/20=60$  marta qisqardi. Demak,  $R_t=31$  va  $R_{T+10}=60$  teng. U holda, mazkur jarayonning harorat koeffitsientiga teng bo`ladi:

$$Q_{10} \frac{R_{T+10}}{R_T} = \frac{60}{31} = 1,9.$$

Yuqorida bayon etilganidek, agarda bizga jarayonning harorat koeffitsienti va tajriba sharoitidagi haroratlar ma`lum bo`lsa, u holda biz o`rganmoqchi bo`lgan jarayonning "aktivlanish energiyasini" ham hisoblab topa olamiz. Buning uchun jarayon harorat koeffitsientining o`nli logarifmi va haroratlar kattaliklarini tenglamaga qo`yib, hisoblash ishlarini bajaramiz. Yuqoridagi ma`lumotlardan foylalanib, qurbaqa yurak ritmining aktivlanish energiyasi uchun quyidagini hosil qilamiz: agarda  $Q_{10}= 1,9$  ga teng bo`lsa, uning o`nli logarifmi, ya`ni  $I_g Q_{10} = I_g 1,9 = 0,2785$  bo`ladi. Tajriba sharoitidagi harorat  $T_1 = 291$ ,  $T_2 = 301$  dir. Unda jarayonning "aktivlanish" energiyasi

$$E = 0,46(T_2 \cdot T_1) I_g 1,9 = 0,46 \cdot 291 \cdot 301 \cdot 0,2785 = \\ = 11221 \text{ kal.mol} = 11,221 \text{ kkal.molga teng bo`ladi.}$$

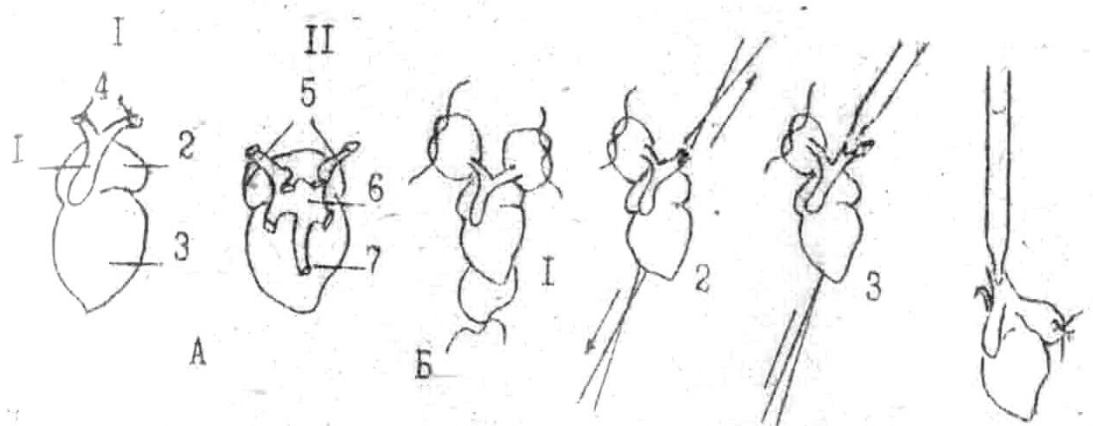
## 6-laboratoriya ishiga ilova

### Shtraube metodiga binoan baqa izolirlangan yuragi preparatini tayyorlash

**Ish uchun zarur vositalar:** o`rtacha kattalikdagi jarroh qaychisi, uchlari egilgan kichik qaychi va anatomik pinset, uzun ninali shprints, orqa miya zondi, preparat taxtachasi, Shtraube kanyulyasi, ipak ip, sovuq qonli hayvonlar uchun ishlatiladigan Ringer eritmasi, qurbaqalar.

Zond yordamida orqa miyasi buzilib, harakatsizlantirilgan qurbaqa preparat taxtachasiga chalqanchasiga yotqiziladi. Anatomik pinset bilan tananing ko`krak qismi ustidagi teri ko`tariladi va qaychi bilan qirqib tashlanadi. To`sh suyagining xanjarsimon o`simtasi pinset bilan ko`tarilib, o`sha joydan ko`krak oldi devori o`mrov suyaklari tomon qirqiladi va ko`krak bo`shlig`i ochib tashlanadi. Operatsiya bajarilayotganda, yurak atrofidagi tomirlarning qirqilib ketishidan ehtiyot bo`lish shart. So`ngra egik uchli kichik pinset uchiga siqib olingan ligatura yurak qorinchasi tagidan o`tkazilib, uning bir uchi yurak "jilovi"ga bog`lanadida, "jilov" distal

qirgʻiladi. Yurak jilovini bu xilda ligaturaga olish yurakka kanyulya oʻrnatishni osonlashtiradi. Navbatdagi ligaturalar aortaning oʻng va soʻl tarmoqlari tagidan oʻtkaziladi va soʻl tarmoq tagidan oʻtkazilgan ligaturaning ikki uchi chap qoʻlga olinib, koʻtariladi va shu holatda tarmoq devoridan, oʻng qoʻlga olingan egri qaychining uchi bilan qirgʻib, tirqish ochiladi. Mazkur tirqish orqali, aorta piyozchasi tomon Ringer eritmasi bilan toʻldirilgan Shtraube kanyulasining uchi kiritiladi. Yurak qorinchasining navbatdagi sistemasi davrida (bu davrda qorincha bilan aorta piyozchasi oraligʻidagi ikki tabaqali klapan ochiq boʻladi) yurak jiloviga bogʻlangan ligatura yordamida, yurak qorinchasiga aorta piyozchasi ichida turgan kanyulaning uchi toʻgʻrilanadi va qorincha tomon suriladi.



**7-rasm. Qurbaqa yuragining tashqi koʻrinishi va qurbaqa yuragiga kanyulya oʻrnatish jarayonining asosiy bosqichlari;** A-qurbaqa yuragining oldidan (I) va orqa tomonidan (P) koʻrinishi: 1-aorta piyozchasi, 2-yurak oldi, 3-yurak qorinchasi, 4-aortaning chap va oʻng tarmoqlari, 5-oldingi kovak venalar, 6-venoz sinusi, 7-dum venasi; B-kanyulya oʻrnatishning alohida- bosqichlari: 1-yurak jilovi va aorta tarmoqlar tagiga oʻtkazilgan ligaturalar, 2~chap tarmoq devori orqali unga kanyulya kiritish, 3-kanyulyani aortaga bogʻlash, 4- izolirlangan yurak preparatining normal holati.

Kanyulyaning uchki qismidagi suyuqlikning qon bilan boʻyalishi, kanyulya uchining yurak korinchasiga oʻtganligidan darak beradi. Tarmoq tagidan oʻtkazilgan ligatura bilan tomir devori kanyulya boʻyniga mahkam bogʻlanadi va tomir distal qirgʻiladi. ligaturaning qolgan qoldiqlari ham qirgʻib tashlanadi. Kanyulya ichiga oʻtgan va ivib qolgan qon laxtachalari shpritsga olingan Ringer eritmasi bilan yuvib tashlanadi. Aortaning oʻng tarmogʻi tagiga oʻtkazilgan ligatura bilan oʻsha tarmoq mahkam bogʻlanadi va tomir ligatura tugunidan distal qirgʻiladi. Keyin esa, jilovdagi ip orqali qorincha koʻtariladi va venoz sinusi bilan kavak venalar chegarasiga qoʻyilgan ligatura yordamida, venoz sinusi tomirlardan ajratib bogʻlanadi va

tugundan distal holatda, kavak venalar va ligaturalar qoldiqlari qirqilib, kanyulaga bog`langan yurak preparati tanadan ajratib olinadi. Kanyulya ichidagi Ringer eritmasi shpritsdagi uning yangi porsichisi bilan almashtiriladi va kanyulya ichidagi uning 1/3 balandligiga to`g`ri keladigan miqdorda eritma qoldiriladi.

### **Nazorat savollari**

1. Vant Goff harorat koeffitsienti va u qanday ifodalanadi?
2. Aktivlanish energiyasi nima va u qanday aniqlanadi?
3. Biologik jarayonlarning aksariyat ko`pchiligi eng yuqori tezlikda amalga oshadigan harorat optimumiga ega ekanligi bilan qaysi jarayonlardan farqlanadi? Buni qanday izohlash mumkin?
4. Baqa yuragi harorat koeffitsiyenti va aktivlanish energiyasini Shtraube usulida hisoblab topishni izohlab bering.
5. Shtraube metodiga binoan baqa izolirlangan yuragi preparati qanday tayyorlanadi?

## **6-LABORATORIYA ISHI**

### **XLORID KISLOTA ERITMARIARO YUZAGA KELADIGAN DIFFUSION POTENTIALLAR FARQINI O`LCHASH VA HISOBLASH**

#### **Diffuzion potentsiallar**

Diffuzion potentsiallar bir xil erituvchida erigan tuzlar, kislotalar va asoslarning har xil konsentratsiyasi ikki eritmalariaro kontakt mavjud bo`lib, eritmalardagi ionlarning harakatchanliklari o`zaro farqlangan sharoitda kelib chiqadi.

Demak, diffuzion potentsialning kelib chiqishi, o`z tabiatiga ko`ra, eritmalardagi ionlar konsentratsiyalari va ular diffuziya tezliklarining turlicha bo`lishi bilan shartlanadi.

Masalan, xlorid kislota eritmasida vodorod va xlor ionlari diffuziya tezliklarining turlicha bo`lishi tufayli vodorod ionlari xlor ionlarini quvib o`tadi. Bordi-yu, xlorid kislotasining ikki xil konsentratsiyali eritmalariaro kontakt mavjud bo`lsa, u holda suyultirilgan eritma konsentratsiyasi yuqori eritmaga nisbatan musbat zaryadlanadi. Ammo musbat zaryadli ionlarning o`zaro itarilishlari va manfiy zaryadli ionlarning musbat zaryadli ionlarga tortilishlari natijasida, eritmadagi ionlar taqsimoti ozmi-ko`pmi tekislanadi. Eritmalararo konsentratsiyalar farqi saqlangan holda, ionlarning elektrostatik ta`sirlashishlaridan qat`iy nazar, ulararo potentsiallar farqi mavjud bo`lib turaveradi.

Agarda berilgan sharoitda eritmadagi anion va kationlar harakatchanliklari hamda eritmalar konsentratsiyalari ma`lum bo`lsa, bir valentli binar elektrolitlar

uchun ularning ikki xil konsentratsiyali eritmalararo kelib chiqadigan diffuzion potentsiallar farqi kattaligini Genderson tenglamasi yordamida hisoblab topsa bo`ladi:

$$E = \frac{\bar{u} - \bar{V}}{\bar{u} + \bar{V}} \cdot \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (1)$$

bu yerdagi  $E_d$ -voltlarda ifodalangan diffuziyasi potentsiallar farqi  $\bar{u}$ ,  $\bar{V}$ -kation va anionlarning o`rtacha harakatchanliklari, T-mutlaq harorat, R-gaz doimiysi, F-Faradey soni,  $C_1$ ,  $C_2$ -o`zaro ulanadigan eritmalar konsentratsiyalari.

Tenglamadagi natural logarifmni o`nli logarifmga almashtirib, 17°C (T=290 K) sharoiti uchun va nihoyat voltlardan millivoltlarga o`tsak, diffuzion potentsial kattaligini hisoblash tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$E_{di} = \frac{\bar{u} - \bar{V}}{\bar{u} + \bar{V}} 58 I_s \frac{C_1}{C_2} \quad (2)$$

Tenglamalardan ko`rinib turibdiki, diffuzion potentsiallar kattaligi kation va anionlar harakatchanliklararo farq harorat va eritmalar konsentratsiyalari nisbatining logarifmiga bog`liq bo`ladi. Boshqacha aytganda,  $\bar{u} - \bar{V}$  qancha katta bo`lsa, ya`ni ionlardan birining harakatchanligi ikkinchisidan qanchalik kam bo`lsa, diffuzion potentsial shuncha katta bo`ladi. Ikkinchi tomondan,  $E_d$ -kattaligi eritmalar konsentratsiyalaridagi farq bilan ham belgilanadi.

Ma`lum bo`lgan ionlardan eng katta harakatchanlikka ega bo`lgani vodorod va gidroksil ionlari bo`lib, o`sha ionlardan biriga ega eritmalararo kelib chiqadigan potentsiallar farqi anchagina katta qiymatlarga erishadi. Bunday hol bir vaqtning o`zida, kam harakatchanlikka ega yirik molekulalar organik va anorganik ionlar tutgan sistemalarga ham taalluqlidir.

Diffuzion potentsiallar farqi shikastlanish potentsiali deb ataladigan potentsialning muhim tashkilovchilaridan bo`lishi ehtimoldan holi emas. To`qima zararlaganda vujudga keladigan ana o`sha shikastlanish potentsiali zararlanish paytida bog`langan holatdan erkin holatga o`tgan kaliy yoki vodorod ionlari bilan hujayralardagi oqsil anionlari harakatchanliklarining turlicha bo`lishi bilan shartlanishi mumkin. Ma`lumki, oqsil anionlari, ular o`lchamlarining kattaligiga bog`liq holda, kam harakatchanlikka ega. Shu sababdan shikastlanish potentsiali ko`pincha anchagina katta qiymatlarga erishadi.

Shikastlanish potentsialining tabiati haqida bayon etilgan tasavvurning to`g`riligini anorganik ionlarning jelatin geli orqali diffuziyalanishi paytida kelib chiqadigan diffuzion potentsial ham tasdiqlaydi.

Kation va anionlar harakatchanliklari bir xil yoki o`zaro kam farqlanganda potentsiallar farqi minimal qiymatga ega bo`ladi va uning kattaligi konsentratsiyalardagi farq bilan belgilanadi. Bunday hol kaliy xloridning ikki xil eritmalararo kontakt mavjud bo`lgan sharoitda kuzatiladi.

Chegara bo`limida kelib chiqishi muqarrar bo`lgan diffuzion potensial konsentratsion, fazalararo va oksidlanish-qaytarilish potenciallar farqlarini o`lchash paytida o`lchov natijalarining aniqlik darajasini kamaytiradi. Bu hol ayniqsa bioelektrik potenciallar farqini o`lchashda, o`sha maqsadda ishlatiladigan mikroelektrod bilan hujayralarokontakt yuzaga kelganda ko`zga yaqqol tashlanadi.

Model sistemalarda ishlatiladigan suyuqlik sifoni, bioelektrik tadqiqotlarda qo`llaniladigan mikroelektrodlar, turli konpentsatsiyali eritmalararo aloqani ta`minlaydi. Shunga ko`ra, ularning qanday elektrolit bilan to`ldirilishi befarq emas, albatta.

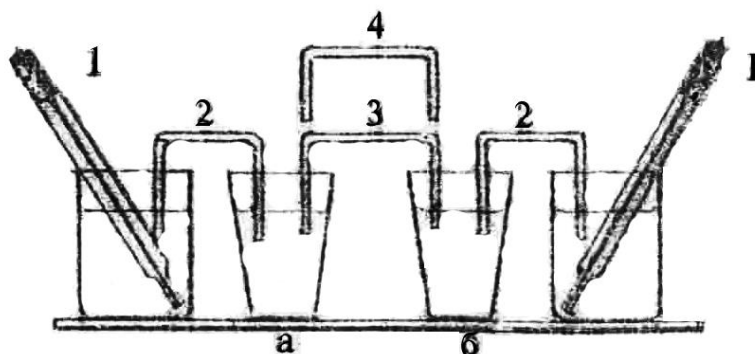
Amaliy ishlarda, ana shu diffuzion potensialdan holi bo`lish maqsadida, suyuqlik kontakti sifatida ishlatiladigan sifonlar va mikroelektrodlar harakatchanliklari deyarli farqlanmaydigan ionlardan tashkil topgan kaliy xlorid eritmasi bilan to`ldiriladi.

### **Laboratoriya ishining bajarilishi**

**Ish uchun zarur vositalar:** millivoltmetr (pH-metr), qutblanmaydigan elektrodlar (2 dona) va ular uchun mo`ljallangan shtativ, agarli (3 dona) va bo`sh (1 dona) sifonlar, xlorid kislotaning asosiy-0,1 N li eritmasi, 50 ml hajmga mo`ljallangan o`lchov silindri va stakanchalar (5 dona), filtr qog`oz.

**Ishni bajarish:** Maxsus ko`rsatma yordamida millivoltmetr bilan tanishib chiqilgach, asbob elektr tarmog`iga ulanadi va u qizib, o`z rejimiga tushib olguncha, (15 minut davomida) xlorid kislotaning asosiy eritmasidan uning quyidagi suyultirilgan eritmalarini - 0,01, 0,001 va 0,0001 N tayyorlab olinadi. O`lchash moslamasi 8-rasmda ko`rsatilgandek qilib yig`iladi, ya`ni xlorid kislotaning 0,1 n eritmasi qo`yilgan stakancha "a" holatda, 0,01 N li eritma quyilgan stakancha esa "σ" holatga joylashtiriladi. Stakanchalardagi eritmalar dastlab sifonchalar vositasida elektrodlarning kontakt eritmalarini bilan ulanadi. So`ngra stakanchalardagi xlorid kislotasi eritmalarini boshqa bir agarli sifon (3) vositasida o`zaro ulanadi. Eritmalarning qutblik holatlariga mos ravishda ularga aloqador elektrodlar millivoltmetrning klemmalariga ulanib, eritmalararo kelib chiqqan potenciallar farqi o`lchanadi va yozib olinadi. O`lchash bajarilgach, stakanchalararo joylashtirilgan agarli sifon ishlatilayotgan eritmalarining biri bilan to`ldirilgan sifon (3) ga almashtiriladi va sistemadagi potenciallar farqi yana o`lchanadi.

"σ" holatdagi 0,01 N li eritma 0,001 N li eritma bilan almashtiriladi. Bunda "a" holatdagi 0,1 N li eritma o`z joyida qoldiriladi. Eritmalarning yangi juftlari dastlab agarli sifon, so`ngra, o`sha eritmalarining biri bilan to`ldirilgan sifon vositasida ulanib, har, ikki holatda, ular aro kelib chiqqan diffuzion potenciallar farqlari o`lchanib yozib olinadi. Ish davomida eritmalarining quyidagi ular aro yuzaga chiqadigan potenciallar farqlari o`lchanadi:



**8-rasm. Xlorid kislotasining ikki xil eritmalararo kelib chiqadigan diffuzion potensiyalar farqini o`lchashga mo`ljallangan qurilmaning chizmasi:**

1-kontakt eritmalar (kaliy xloridning to`yingan eritmaları) ga tushirilgan qutblanmaydigan elektrodlar, 2-kontakt hosil qiluvchi sifonlar, 3-eritmalarıni o`zaro ulovchi oraliq sifon, 4-ishlatilayotgan eritmaların biri bilan to`ldiriladigan bo`sh sifon, "a" va "б" - xlorid kislota eritmaların potensial o`lchash paytidagi joylanish holatlari.

1- jadval.

Variantlar	Xlorid kislota eritmaları	
	"a" holatdagi stakan	"б" holatdagi stakan
1	0,1 N	0,01 N
2	0,1 N	0,001 N
3	0,1 N	0,0001 N
4	0,01 N	0,001 N

Variantlar bo`yicha o`lchovlar bajarilgach, 2-tenglamaga binoan, variantlarning har bir jufti uchun ularga mos potensiyalar farqi kattaliklari hisoblab topilib, quyidagi jadvalga yozib boriladi.

So`ngra diffuzion potensiyalar farqi nazariy kattaliklari bilan birinchi galda agarli sifon ishlatib o`lchab olingan kattaliklar, ikkinchi galda suyuqlik bilan to`ldirilgan sifon vositasida o`lchab topilgan kattaliklararo chetlanishlar hisoblab topilib, ular ham yuqoridagi jadvalga ko`chiriladi. Jadval ma`lumotlarini bir-birlari bilan taqqoslab, quyidagi savollarga javob yoziladi.

1. Diffuzion potensiyalar farqining kattaliklari qanday omillarga bog`liq?

2. Variantlardagi eritmalararo agarli va suyuqlik sifonlari joylashtirib o`lchab olingan potensiyalar farqlari orasidagi nomuvofiqlikni qanday tushuntirsa bo`ladi?

**Diffuzion potensiyalar farqini o`lchashda va hisoblashda qo`lga kiritilgan ma`lumotlarni yozish formasi.**

2-jadval



$E_d$ Ba $E_t$ EM B Eritmalar konsentratsiy asi	$E_{da}$ -ning agarli sifon vositasida o`lchab olingan kattaliklari	$E_{dj}$ - ning suyuq sifon vositasida o`lchangan kattaliklari	$E_{dt}$ - tenglamaga muvofiq topilgan kattaliklari	$E_{dt} - E_{da}$	$E_{dt} - E_{dj}$
C1 C2 0,1-0,01					
0,1-0,001					
0,1-0,0001					
0,01-0,001					

**+Kation va anion harakatchanliklari kattaligi ilovada keltirilgan.**

**Eslatma.** 1. Bir eritma boshqasiga almashtirilganda, oraliq va kontakt sifonlarning uchlari har gal ularning navbatdagi eritmalarga tushirilishidan oldin, distillangan suv bilan chayilishi, keyin esa filtr qog`oz bilan quritilishi zarur.

2. O`lchash ishlari bajarilib bo`lingach, oraliq va kontakt sifonlar qurilmadan olinadi va ehtiyotlik bilan distillangan suvda chayiladi va kaliy xloridning to`yingan eritmasi quyilgan kristalizatorga tushirilib, ustidan qopqoq bilan yopib qo`yiladi.

## 6-laboratoriya ishiga ilova

### Ba`zi bir ionlarning harakatchanliklari

(18°C sharoitdagi ionli o`tkazuvchanlik)

8-jadval

Ion	O`tkazuvchanlik, Sm2. Om-1. g-ekv-1	Ion	O`tkazuvchanlik, Sm2. Om-1. g-ekv-1
H <sup>+</sup>	315,0	OH <sup>-</sup>	174,0
K <sup>+</sup>	64,6	SO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	68,5
NH <sup>+4</sup>	64,0	I <sup>-4</sup>	66,5
Ca <sup>2+</sup>	51,5	Cl <sup>-</sup>	65,5
Cu <sup>2+</sup>	47,0	NO <sup>-</sup>	62,0
Na <sup>+</sup>	43,5	CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	60,0
Li <sup>+</sup>	33,4	F <sup>-3</sup>	46,6

### Nazorat savollari

1. Membrana orqali yuzaga kelgan diffuziyaning harakatlantiruvchi kuchi nimadan iborat?
2. Kimyoviy potentsial nimaga teng?
3. Diffuzion potentsial qanday yuzaga keladi?

4. Diffuzion potentsiallar farqi kattaligini qaysi tenglama yordamida hisoblab topsa bo`ladi?
5. Diffuzion potentsiallar farqi qachon minimal qiymatga ega bo`ladi?

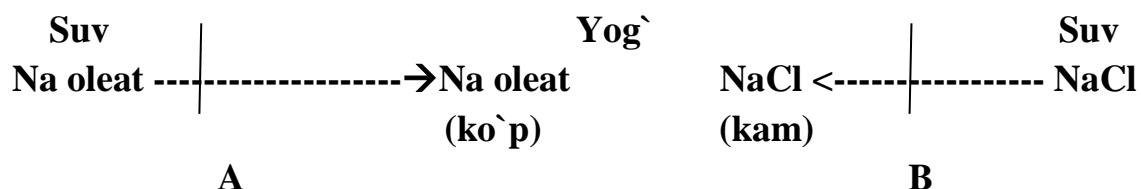
## 7-LABORATORIYA ISHI

### OLMA PO`STIDA YUZAGA KELADIGAN POTENTSIALLAR FARQINI O`LCHASH

#### Fazalararo potentsiallar

Bir-birlari bilan aralashmaydigan suyuqliklarni ajratib turadigan chegara bo`lim orqali, ionlarning notekis tarqalishi tufayli, potentsiallar farqining kelib chiqishini birinchi bo`lib **Nernst** ko`rsatgan edi. Ionlarning fazalarda tarqalishi ularning taqsimlanish koeffitsientlari bilan belgilanib, o`zaro tegib turgan fazalarning birida kationlar yaxshi erisa, ikkinchisida, anionlar yaxshi eriydi. Natijada, birinchisining chegara bo`limida musbat zarralar yig`ilsa, ikkinchisida, manfiy zaryadlar yig`iladi va chegara bo`limida qo`sh elektr qavati, ya`ni, chegara potentsiali vujudga keladi. Kelib chiqqan chegara potentsiali ionlarning navbatdagi taqsimlanishini to`xtatadi. Haqiqatan ham, agarda suvmas faza chegarasida kationlar to`planishi tufayli musbat zaryadlangan qavat hosil bo`lsa, elektrostatik kuchlar o`sha fazada kationlarning navbatdagi erishini cheklaydi, va aksincha, anionlarning erishi uchun qulay sharoit yaratadi. Natijada fazalar chegara bo`limining yaqinida qarama-qarshi zaryadli ionlarning konsentratsiya gradientlari paydo bo`ladi. Konsentratsiya gradienti qancha katta bo`lsa, potentsiallar farqi ham shunchalik katta bo`ladi. Shu sababdan, suv-yog`, suv-gvoyakol, suv-amil spirti va hokazolar kabi konsentratsion zanjirlar yetarli kattalikka ega EYUK (Elektr Yurituvchi Kuch) hosil qilishi mumkin. Shu xildagi sistemalarni **Beytner** (1920) batafsil o`rgandi.

Beytner tomonidan qisqacha qilib, "yog`" deb atalgan faza har ikkala tomonidan suvli eritmalar bilan chegaralangan bo`lsin. Eritmalarning konsentratsiyalari va tarkibi bir xil bo`lgan sharoitda sistemada potentsiallar farqi kelib chiqmaydi. Agarda, "yog`" fazaning bir tomonida oleat natriyning suvli eritmasi, ikkinchi tomonida esa, natriy xlorid eritmasi bo`lsa, sistema taqsimotini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Oleat-Na "yog`" da natriy xloridga nisbatan yaxshi eriydigan bo`lgani uchun A va B chegaralariga o`lchash uchun yetarli kattalikka ega potensial kelib chiqadi. Agarda "yog`" faza chegarasida yuzaga chiqadigan va miqdori jihatdan uncha katta

bo`lmagan diffuzion potensial inobatga olinmasa, shu xildagi sistemalarning EYUK ni quyidagi tenglama yordamida ifodalasa bo`ladi:

$$E = \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{C_1}{C_2}$$

bu yerdagi  $C_1$  va  $C_2$  birinchi va ikkinchi fazalardagi ionlar konsentratsiyalari,  $n$ -ion valentligi (zaryadi).

Beytner hujayra membranasi tarkibida lipidlarning mavjudligini inobatga olib, lipidlar ionlar taqsimoti uchun hujayra atrofidagi suvli muhitga qaraganda butunlay boshqacha sharoit yaratadi, deb faraz etdi.

Agarda aralashmaydigan fazalarda ionlarning notekis taqsimlanishi hujayra yuzasining qutblanishini keltirib chiqarsa, geterogen sistemadan iborat hujayra protoplazmasi o`z ichiga to`plangan fazalarni olgani uchun ularda mavjud bioelektrik potensialni, tabiatiga ko`ra, fazalararo potensial deb qarab, u birinchi navbatda kation va anionlarning o`sha fazalarda turlicha eruvchanliklari bilan shartlangan, deb hisoblash tabiiydir.

Ma`lumki, suv bilan aralashmaydigan organik suyuqliklar ko`p hollarda anorganik elektrolitlarning ko`pchiligi uchun yomon erituvchilardir. Elektrolitlarning organik suyuqliklarda yomon erish sababi elektrolitlarning dissotsiatsiyasiga halaqit beruvchi organik suyuqliklarning tuban dielektrik doimiyliklaridir. Bunday xususiyat faqat elektroneytral organik suyuqliklargagina xarakterli bo`lib, molekula tarkibida erkin, ya`ni oson dissotsiatsiyalanadigan vodorod yoki gidroksil guruhlarini tutgan organik erituvchilar, masalan, anilin, fenol, gvayakol, toluidin, salitsil aldegidi singari organik suyuqliklar bundan mustasnodir. Ular kuchsiz elektrolitlarga o`xshaydi va kuchli elektrolitlarni o`zida erita oladi. Elektr o`tkazuvchanlik metodi yordamida aniqlandiki, asosli tuzlarning suvli eritmaları organik erituvchilar bilan aralashtirilib chayqatilganda kuchli elektrolitlar erituvchilarning turiga xarakterli bo`lgan miqdorda suvmas faza (organik erituvchi) ga o`tadi.

Kuchsiz kislotali yoki asosli xususiyatga ega bo`lgan qandaydir bir organik erituvchining ikkala tomonida bir xil tarkibga ega, ammo konsentratsiyalari bilan farqlanadigan suvli eritmalar joylashgan deb faraz etaylik. Potensiometriya o`lchashlar tasdiqlaganidek, bu xildagi geterogen sistemalarda elektr yurituvchi kuchi (EYUK) paydo bo`ladi. Olein kislotasi qo`shilgan benzoaldegid yoki gvayakol qatlami bilan ajratilgan konsentratsiyalar farqi 1:100 teng bo`lgan kaliy xlorid eritmalararo, kelib chiqadigan EYUK kattaligi 100 mV va undan ham katta bo`lishi mumkin. Aksincha, o`sha ikkita suvli eritmalar elektroneytral organik suyuqlik bilan ajratib qo`yilganda, ulararo kelib chiqadigan farqi 2-3 mV dan oshmaydi. Eslatib o`tish kerakki, galvanik zanjirning musbat qutbi, erigan modda konsentratsiyasining tubanligi bilan xarakterlanadigan eritmaga mos keladi. Kislotali xususiyatga ega

suvmas faza asos xususiyatli suvmas faza bilan aralashtirilganda esa qutb belgisi teskariga o`zgaradi. Bu hodisani izohlashda shuni esda tutish kerakki, suvli eritma bilan suvmas erituvchilar chegarasida fazalararo, ya`ni chegara potentsiali paydo bo`ladi. Suvmas fazaning ikki tomonida joylashgan suv fazalari chegarasida kattalıkları bilan farqlanadigan ikkita chegara potentsiallari vujudga keladi va ulararo farq anion va kationlarning fazalar chegaralari orqali "yog`" fazaga diffuziyalanib kirishlaridagi tezliklar bilan belgilanadi. Masalan, kaliy ionlari suvli eritmadan benzoaldegidga, xlor ionlariga nisbatan tezroq o`tdi. Bu hol kaliy ionining kam miqdorda bo`lsa ham benzoaldegid tarkibidagi vodorodga almashinuvi bilan tushintiriladi. Suvmas fazaning ikkala tomonidagi suvli eritmalarda kaliy ionlari konsentratsiyalarining turlicha bo`lishiga qaramasdan, ikki tomondagi chegara bo`limlari orqali bir xil miqdordagi kaliy ionlari diffuziyalanib kiradi. Kirgan kationlar miqdori "yog`" fazadagi kaliy ionlari bilan almasha oladigan vodorodlar soni bilan belgilanadi.

Suv fazadan lipid fazaga o`tishning fiz-kimyoviy mexanizmi, o`sha fazalararo oraliq zonaning mavjudligini ko`rsatgan Devis (1950) tomonidan batafsil o`rganildi. Mazkur zona orqali o`tuvchi zarrachalar gidratasiya kuchini yenga olishlari zarur. Demak, ulardagi erish energiya zapasi, suvdan lipid fazaga va aksincha o`tishlardagi energiyalar farqidan yetarli darjada katta bo`lishi shart. Farazga ko`ra, ana o`sha energetik baryer, hujayra membranasi tanlab o`tkazuvchanligi va unga xos katta elektr qarshiligini belgilaydi.

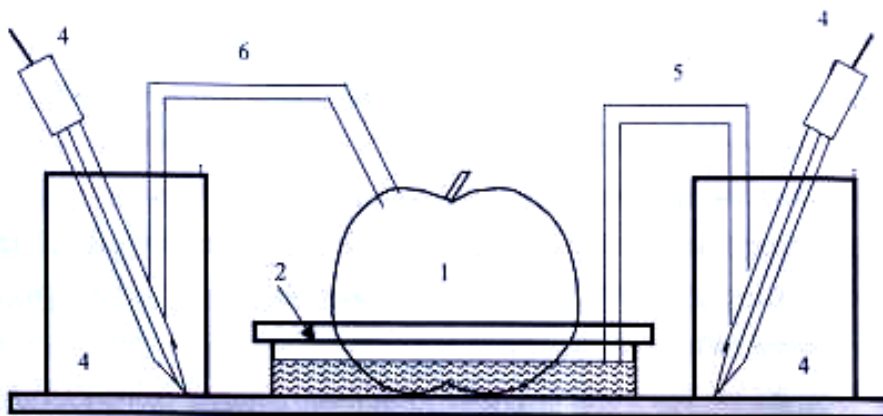
Ta`kidlash zarurki, lipid plenkasi nazariyasi Bernshteyn nazariyasi duch kelgan barcha qiyinchiliklarni yenga olmadi. Ammo u, ya`ni fazalararo potentsial modeli, ba`zi bir bioelektrik hodisalarni talqin etishda nazariy jihatida mahsus ahamiyatga ega, albatta.

### **Laboratoriya ishining bajarilishi**

**Ish uchun zarur vositalar:** millivoltmetr, potentsiallar farqini o`lchashga mo`ljallangan moslama, Petri chashkasi (2 dona). II va  $\Gamma$  shaklidagi agarli sifonchalar, kaliy xloridning 0,01 N va 0,001 N li eritmaları, pipetkalar, filtr qog`oz, ksilol yoki skalpel, paxta, olma.

Potentsiallar farqini o`lchash uchun mo`ljallangan sistema rasmda ko`rsatilgandek yig`iladi (1-rasm) va millivoltmetr elektr tarmog`iga ulanadi. Olmaning tepa tomonidan  $\Gamma$  shaklidagi agarli sifonning kalta uchi siqadigan kattalikda teshik ochiladi. So`ngra olma Petri chashkaga shundan joylashtiriladiki undagi teshik tepaga qarasin. Petri chashkaga 0,01 N li kaliy xlorid eritmasi quyilib, mazkur eritma II shaklidagi agarli sifoncha vositasida, o`lchash moslama-sining oraliq stakanidagi eritma bilan ulanadi.  $\Gamma$ -shaklidagi sifoncha vositasida esa olma po`stidagi teshik oraliq stakanlarning ikkinchisidagi eritma bilan ulanadi. Oraliq stakanlardagi eritmalarga tushirilib qo`yilgan elektrodning shtekkerlari

millivoltmetrga ulanib, potentsiallar farqining dastlabki qiymati o`lchab olinadi. O`lchash ishlari har 5 minutda takrorlanib, turg`un kattaliklarga eritmaguncha davom ettiriladi. O`lchab olingan kattaliklar yozib boriladi. Turg`un kattaliklarga erishilgach,



**1-rasm. Olma po`sti orqali kelib chiqadigan fazalararo potentsiallar farqini o`lchashga mo`ljallangan moslamanning chizmasi.**

1-olma, 2-Petri chashkasi, 3-oraliq stakanlar, 4-xlorlangan kumush elektrodlar, 5- $\Pi$  shaklidagi, 6- $\Gamma$  shakldagi agarli sifonchalar.

chashkadagi eritma kaliy xloridning 0,001 N li eritmasiga almashtiriladi va tezlik bilan potentsiallar farqi o`lchab olinadi, keyin esa o`lchash ishlari yuqorida ko`rsatilganidek, har 5 minutda takrorlanadi. Potensial turg`unlashgach, olma moslamadan olinib, uning eritmaga tegib turgan tomonidagi qismi ksilolda ho`llangan paxta bilan artiladi. Ksilol bo`lmagan taqdirda olmaning eritmaga tegib turadigan tomonidagi po`sti skalpel yordamida shilib tashlanadi va chashkadagi eritmaga joylashtirilib, dastlabki tartibda, oldin kaliy xloridning 0,01 N li, keyin esa uning 0,001 N li eritmalarida potentsiallar farqi o`lchab olinadi.

Qo`lga kiritilgan ma`lumotlar asosida, fazalararo potentsiallar kattaligining eritmadagi ionlar konsentratsiyalariga bo`lgan bog`liqligini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Bunda absissa o`qiga minutlarda ifodalangan vaqt, kordinata o`qiga esa millivoltlarda ifodalangan fazalararo potentsiallar farqining kattaliklari tushiriladi. Olma po`stining ksilol bilan artilishi grafikda strelkalar yordamida belgilab qo`yiladi.

### Nazorat savollari

1. Bir-birlari bilan aralashmaydigan suyuqliklarni ajratib turadigan chegara bo`lim orqali, ionlarning notekis tarqalishi tufayli, potentsiallar farqining kelib chiqishini kim birinchi bo`lib aniqlagan?
2. Chegara potentsiali qanday vujudga keladi?
3. Qanday sistemalarni Beytner batafsil o`rgangan?
4. Olma po`stida yuzaga keladigan potentsiallar farqi qanday o`lchanadi?

## 8-LABORATORIYA ISHI

### QURBAQA KO'NDALANG-TARG'IL MUSKULIDA YUZAGA KELADIGAN SHIKASTLANISH POTENSIALINI O'LCHASH

#### Shikastlanish potentsiali

Biopotensiallar kelib chiqishi haqidagi ilk nazariyalardan biri Dj.Bernshteyn tomonidan yaratilgan. Mazkur nazariyaga ko'ra, normal, shikastlanmagan hujayra faqat kaliy ionlarini o'tkazib, boshqa kation va anionlarni o'tkazmaydigan membrana bilan o'ralgan. Membrananing protoplazmadagi konsentratsiyasi tashqarisidagiga qaraganda ancha kata kaliy ionlariga nisbatan bu xildagi tanlab o'tkazish xususiyati tirik hujayra membranasida potentsiallar fa rqi kelib chiqishining muqarrarligini belgilaydi. Shu asosda, membrana potentsialini kaliy ionining diffuzion potentsialidan iborat deb qarab, uning kattaligini quyidagi tenglama orqali hisoblab topish mumkin:

$$E_M = E_K = \frac{RT}{nF} \cdot \frac{[K^+]_i}{[K^+]_o} \quad (1)$$

Bernshteyn nazariyasiga binoan, hujayra shikastlansa yoki qo'zg'alsa, uning membranasiga xos bo'lgan ionlarga nisbatan tanlab o'tkazuvchanlik xususiyati yo'qoladi va bu xildagi menbrana endi o'zidan ham anionlarni, ham kationlarni o'tkazaveradi. Natijada shikastlangan yoki qo'zg'algan yuza shikastlanmagan yoki tinch holatdagi membrana yuzasiga nisbatan manfiy zaryadlanib qoladi. Chunki anionlar harakatchanligi kationlar xarakatchanligidan kam bo'ladi va bunday hol o'z navbatida, shikastlangan yuzada manfiy, zaryadli ionlar oshiqchaligiga olib keladi.

Berishteyn nazariyasi o'sha paytlarda fiziologiyada to'plangan faktlarni, jumladan tinchlik potentsiali kattaligining muhitdagi kaliy ionlari konsentratsiyasi va haroratga bo'lgan bog'liqligini qoniqarli darajada tushintirib berdi.

Keyinchalik Bernshteyn nazariyasi P.Boyl va Ye.Konvey tomonidan tekshirib ko'rildi va ularning faraziga ko'ra, tinchlik potentsiali donnan potentsialidan boshqa narsa emas ekan. Ma'lumki, donnan potentsiali oqsil anionlarini o'tkazmaydigan, ammo kaliy va xlor ionlarini bemaol o'tkazadigan membranalariga xarakterli bo'lgan holdir.

Demak, Boyl va Konvey taxminiga ko'ra, tinchlik potentsiali, jumladan, demarkatsion (chegara) potentsial ham termodinamik muvozanat shartlarini qoniqtiradi va shuning uchun ham mazkur muvozanatning saqlanib turishi energiyaga muhtoj emas. Ionlar taqsimotining bayon etilgan, ya'ni muvozanat holati uchun mos keladigan membrana potentsiali kattaligini quyidagicha yozish mumkin:

$$E_M \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_i}{[K^+]_o} = \frac{RT}{F} \ln \frac{[Cl^-]_i}{[Cl^-]_o} \quad (2)$$

Ammo e'tirof etilgan tinchlik potensialida o'lchash metodi Boyl-Konvey tasavvurining rad etilishiga sabab bo'ldi. Chunki, donnan potensialini membrana orqali yaxshi o'ta oladigan ionlarga sezgir-elektrodlar, masalan, xlorga sezgir elektrodlar yordamida o'lchash, prinsip jihatdan mumkin emas. Aksincha, tinchlik potensialini xlorlangan kumush yoki kalomel elektrodlari vositasida o'lchab olsa boladi.

Boyl-Konvey nazariyasiga ko'rsatilgan navbatdagi e'tiroz, bu muskul va nerv tolalarining natriy ionlariga bo'lgan o'tkazuvchanligiga asoslangan bo'lib, tolalar membranalarining natriy ionlariga nisbatan o'tkazuvchanligi radioaktiv natriy yordamida isbotlangan edi. Shu holning o'zi Boyl-Konvey statik nazariyasini "natriy nasosi nazariyasi" deb atalmish dinamik nazariyaga yo'l berishga majbur etdi.

Shunday bir g'oya ilgari surildiki, unga binoan hujayra bilan uning atrof-muhiti aro mavjud natriy ionlarining gradienti, sitoplazmadan natriy ionlarini tashqariga haydovchi maxsus mexanizm yordamida ushlab turiladi. R.Din tomonidan ilgari surilgan mazkur g'oya A.Xodjkin tomonidan bioelektrik potenciallarning kelib chiqishi masalasiga tadbiiq etildi va nazariya sifatida ishlab chiqildi.

Xodjkin nazariyasiga binoan har qanday hujayra unga xarakterli bo'lgan natriy ionning sitoplazmasidagi tuban konsentratsiyaga natriy ionlarini uzluksiz ravishda, faol yo'l bilan chetlatish orqali erishadi. Natriy ionlarining tashqi muhit tomon yo'nalgan harakati elektrokimyoviy gradientga qarshi amalga oshadigan bo'lgani uchun, u albatta, energiyaning sarf etilishi bilan boradi.

Elektron kuchaytirgich texnikasi sohasida erishilgan muvaffaqiyatlar bioelektrik potenciallarni qayd etishning yetarli darajadagi aniqlikka ega metodini yaratishga imkon berdi va 50-yillarga kelib, mikroelektrodlar texnikasi yordamida turli hujayralar membrana potenciallarining mutlaq qiymatlari o'lchab olindi. Ma'lum bo'ldiki, membrana potentsiali kattaligi turlicha bo'lib, 60 dan to 90 mV gacha bo'lishi mumkin. Yana shu narsa ma'lum bo'ldiki, membrana potentsialining Nernst tenglamasiga binoan hisoblab topilgan kattaligi (85-105 mV), tajribada o'lchab olinadigan kattaligidan birmuncha katta bo'ladi. Mazkur nomuvofiqlik, qo'zg'aluvchan to'qimalar hujayra membranalarining faqat kaliygina emas, balki natriy va xlor ionlariga ham o'tkazuvchan ekanligini inobatga olish orqali tushuntirib berildi, ya'ni natriy ionlarining konsentratsiya gradaenti bo'ylab hujayra ichkarisiga yo'nalgan diffuziyasi membrana potentsialining kamayishiga olib keladi. Membrananing natriy ionlariga nisbatan o'tkazuvchanligi qancha katta bo'lsa, membrana potentsiali ( $E_M$ ) uning kaliy bo'yicha hisoblab topilgan kattaligi ( $E_K$ ) dan shuncha kam bo'ladi va aksincha, membrananing natriy ionlariga bo'lgan o'tkazuvchanligi uning kaliy ionlariga bo'lgan o'tkazuvchanligidan qanchalik kam bo'lsa, membrana potentsiali kaliy bo'yicha hisoblab topilgan muvozanat potentsialiga shunchalik yaqin keladi, deb faraz etish mumkin.

Fiziologik tinchlik holatidagi membrananing bir xil uchastkalari orqali amalga oshadigan ionlarning yig`indi oqimi nolga teng. Shunday sharoitda membraning tashqi va ichki yuzalari aro vujudga keladigan potensial kattaligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E_M = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+] + P_{Na} [Na^+] + P_{Cl} [Cl^-]}{P_K [K^+] + P_{Na} [Na^+] + P_{Cl} [Cl^-]} \quad (3)$$

Xodjkin va Katslarning ta`kidlashlariga ko`ra, agarda mazkur ionlar tashuvchilar bilan kimyoviy kompleks hosil qilsa yoki ionlar oqimining sezilarli ulushi K, Na va Cl ionlari evaziga amalga oshsa, u holda tenglama haqiqiy holatga bo`lgan qo`pol yondashishdan boshqa narsa bo`lmaydi va aniq natija ham bermaydi. Shunga qaramay, mazkur tenglama ikkita afzallikka ega. Birinchidan, u oddiy, ikkinchidan, o`tkazuvchanlik konstantalaridan biri boshqasiga qaraganda katta bo`lgan taqdirda, tenglama o`zining termodinamik ixcham shakliga ega bo`ladi.

Xodjkin va boshqalarning ishlari tufayli, tinchlik potentsiali bilan harakat potentsiallararo bog`lanish mavjudligi isbotlandi. Ta`kidlanishicha, tinchlik holatidagi asab tolasi membranasi ichki yuzasi, uning tashqi yuzasiga nisbatan manfiy potentsialga ega. Shu tufayli asab tolasining kaliy ionlariga bo`lgan o`tkazuvchanligi tuban, natriy ionlariga nisbatan o`tkazuvchanligi esa undan ham tuban bo`ladi. Asab tolasi qo`zg`alganda uning natriy ionlariga bo`lgan o`tkazuvchanligi oshadi va natriy ionlari elektrokimyoviy gradient yo`nalishida, tashqaridan ichkariga o`tadi. Shu munosabat bilan tola ichkarisiga musbat zaryadlar kira boradi. Natijada, membrana potentsiali dastlab kamayadi, keyin esa nolga va hatto teskari zaryadlanadi, ya`ni membrananing ichki yuzasi, uning tashqi yuzasiga nisbatan musbat zaryadlanadi.

Hisoblashlar natijasiga ko`ra, natriy ionining hujayra ichidagi konsentratsiyasi tashqaridagi konsentratsiyaning 1/10 ulushini tashkil etgan sharoitda, membranadagi zaryad 60 mV ga erishadi.

Tajribalardan ma`lum bo`ldiki, natriy ionlari konsentratsiyalarining ma`lum diapazonida, muhitdagi natriy ioni konsentratsiyasining logarifmi bilan qo`zg`algan membranada vujudga keladigan potentsiallararo, taxminan chiziqli bog`lanish mavjud. Bu hol qo`zg`algan membranani, muvozanat potentsiali quyidagi tenglama bilan ifodalanadigan natriy elektrodiga o`xshatib qo`yadi. Harorat 18°C bo`lgan sharoitda:

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{[Na^+]_0}{[Na^+]_i} = 58 \lg \frac{[Na^+]_0}{[Na^+]_i} \quad (4)$$



Hujayra ichi potensial belgisining oʻzgarishi oʻz navbatida, kaliy ionlarining asab tolasidan elektrokimyoviy gradient boʻylab tashqariga chiqishiga sabab boʻladi. Musbat zaryadlarning bu xildagi tashqariga haydalishi membrana ichi potentsiali dastlabki manfiylik holatiga erishmaguncha davom etaveradi.

Xodjkin fikriga binoan, membrana potentsialining navbatdagi oʻz holiga kelishi tashqi muhitdan kaliy ionlarining sitoplazmaga kirishi bilan bir vaqtda boradigan, natriy ionlarining natriy nasosi ishi evaziga tashqariga aktiv ravishda chiqarilishi bilan amalga oshadi.

Kalmar gigant aksonini ichkaridan perfuziyalash tadqiqotidan shu narsa maʼlum boʻldiki, akson ichi kanalidagi natriy ionlari konsentratsiyasining oshirilishi, harakat potentsiali "oshiqcha chetlanish" qismining qaytar kamayishiga sabab boʻladi.

Xarakat potentsiali kattaligini quyidagi soddalashtirilgan tenglama yordamida hisoblab topsa boʻladi:

$$E_D = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_0 + b[Na^+]_0}{[K^+]_i + b[Na^+]_i}, \quad (5)$$

bu yerdagi  $b = \frac{P_{Na}}{P_K}$ .

Tenglamadan kelib chiqadiki,  $[Na^+]_i < [K^+]_0$  sharoitida harakat potentsialining "oshiqcha chetlanish" qismi faqat hujayra ichi kaliy konsentratsiyasi bilan cheklanadi.  $[Na^+]_i = 0$  va  $[Na^+]_0 \gg [K^+]_0$  boʻlganda esa, tenglama soddalashib quyidagi shaklga kiradi:

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{b[Na^+]_0}{[K^+]_0} \quad (6)$$

Demak, hujayra ichi muhitida natriy ionlarining umuman boʻlmasligi yoki  $K^+$  ning kamayishi "oshiqcha chetlanishning" oʻsishiga olib kelishi kerak. Mazkur taxmin amalda tasdiqlandi. Hujayra ichiga kiritilgan  $K_2 SO_4$  eritmasining yarmi glyukoza eritmasi bilan almashtirilganda, "oshiqcha chetlanish" 10 mV ga oshadi. Kaliy sulfat eritmasi glyukoza eritmasi bilan 6 marta suyultirilganda "oshiqcha chetlanish" 30 mV ga yetib boradi. Shu narsa ham qayd etiladiki, harakat potentsialining tushuvchi fazasida membrananing kaliyga oʻtkazuvchanligi oshadi va ionlar chiquvchi oqimining kuchayishi, oʻz navbatida membrananing repolyarizatsiyasini kuchaytiradi.

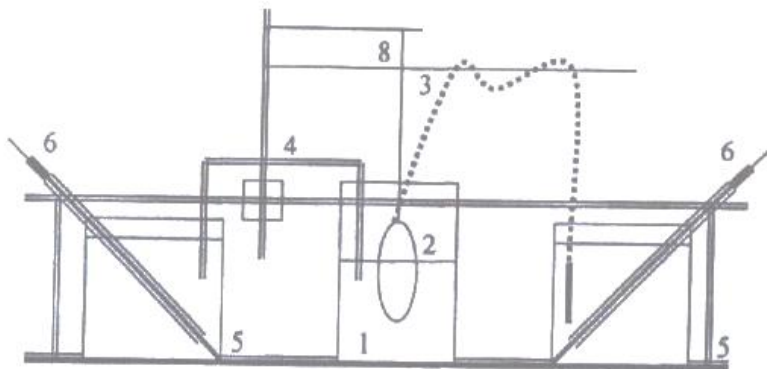
Shunday qilib, natriy va kaliy ionlarining hujayra ichi konsentratsiyalarini oʻzgartirish yoʻli bilan olingan maʼlumotlar, membrananing har ikkala tomonida mavjud ionlarning konsentratsiya gradientlari nerv impulsi hosil boʻlishning bevosita manbai boʻlib xizmat qiladi.

Intakt aksonlarda qayd etilgan harakat potentsiali ham, membrana qo`zg`atgan paytda ionlarga bo`lgan o`tkazuvchanlikning o`zgarishi harakat potentsialining kelib chiqishiga sabab bo`ladi, degan xulosani tasdiqladi.

### Laboratoriya ishining bajarilishi

**Ish uchun zarur vositalar:** millivoltmetr, qutblanmaydigan elektrodlar o`rnatiladigan shtativ, agarli sifon, sovuq qonli hayvonlarga ishlatiladigan Ringer eritmasi, fiziologik eritma, kaliy xloridning 1% li eritmasi, doka, ip, preparat nabori, qurbaqalar.

Qurbaqaning orqa oyog`idan boldir muskuli ajratib olinadi (boldir muskuli preparatini tayyorlash metodi ilovada keltirilgan). Preparat o`lchov moslamasiga shunday joylashtirilsinki, u eritma quyish uchun mo`ljallangan stakan (1) ustida vertikal holatda osilib tursin. Buning uchun muskulning distal qismidagi tog`ay ligaturaga olinadi va shtativga o`rnatilgan sterjen (7) ga bog`lanadi (11-rasm).



**11-rasm. Muskel shikastlanish potentsialini o`lchashga mo`ljallangan moslamaning sxemasi:** 1-eritma quyiladigan stakan, 2-muskul, 3-dokadan tayyorlangan tasma, 4-agarli sifon, 5-kaliy xloridning to`yingan eritmalari quyilgan stakanlar, 6-xlorlangan kumush elektrodlar, 7-sterjen, 8-ligatura.

Muskulni elektrodlardan biriga ulash maqsadida unga o`ralgan doka tasmaning ikkinchi uchi elektrod tushirilgan kontakt eritmaga botiriladi. Muskelning ikkinchi elektrod bilan bo`ladigan aloqasi agarli sifon vositasida amalga oshiriladi. So`ngra muskulning proksimal tomonidan muskul uzunligining 1/5 ulushiga teng qismi qirqib tashlanadi va stakan (1) ga quyib qo`yilgan fiziologik eritmaga shunday tushiriladiki, muskul uzunligining yarmi eritmaga botib tursin. Shu ishlar bajarilgach o`lchash ishlari amalga oshiriladi.

Dastlabki 10 minut davomida muskulning shikastlanish potentsiali uning fiziologik eritmadagi holatida o`lchab olinadi. Bunday o`lchash ishlari har 5 minutda takrorlanishi shart. So`ngra, stakan (1) dagi fiziologik eritma kaliy xloridning 1,1% li eritmasiga almashtirilib, navbatdagi 20 minut davomida, shikastlanish potentsialining o`zgarishi qayd etiladi. Shunday qilib, har biri 5 minut davom etadigan to`rtta

o`lchashdan keyin o`lchash ishlari yana yangidan fiziologik eritmada takrorlanadi. Bu xil o`lchash shikastlanish potensialining dastlabki kattaligi tiklanmaguncha davom ettiriladi.

Qo`lga kiritilgan ma`lumotlar koordinata sistemasiga tushiriladi, ya`ni abtsissa o`qiga minutlarda ifodalangan vaqt, ordinata o`qiga esa millivoltlarda ifodalangan shikastlanish potentsiali kattaliklari tushiriladi. Grafikda eritmalarining almashtirilish paytlari strekalar vositasida ko`rsatiladi.

**Eslatma.** 1. Muskul va doka tasma qurib qolmasligi uchun ular fiziologik eritma bilan ho`llab turilishi shart. 2. Eritmalar almashtirilganda, muskul navbatdagi eritma bilan chayilishi shart. 3. O`lchash ishlarini boshlashdan oldin, muskulning qutblilik holati aniqlangan bo`lishi shart.

Ish bajarilib bo`lingach, grafik ma`lumotlari asosida, ish yuzasidan tegishli xulosalar chiqariladi.

## **8-laboratoriya ishiga ilova**

### **Qurbaqa boldir muskulining izolirlangan preparatni tayyorlash**

Orqa miyasiga zond tiqib harakatsizlantirilgan qurbaqa tanasi qorin tomoni pastga qaratilib, chap qo`lga olinadi. Keyin esa uning orqa oyoqlaridan ushlab turib, umurtqa pog`onasi ko`ndalang ravishda qirqiladi va qorin bo`shlig`i devori o`ng va chap tomondan konus suyagi yo`nalishida qirqila boriladi. Bunda ichki a`zolar tananing oldingi qismi bilan birgalikda osilib qoladi. Ana shu holatda osilib qolgan tananing oldingi qismi qirqib tashalanadi. Tananing chap qo`lda qolgan qismi ustidagi teri ham tamomila shilib tashlanadi. Teridan holi qilingan tananing qolgan qismi Petri chashkasidagi sovuq qonlilar uchun mo`ljallangan natriy xlorid eritmasiga solib qo`iladida, 5-10 minutdan so`ng boldir muskuli axillov tog`ayi tagidan ligatura o`tkazib bog`lanadi va tog`ay distal qirqilib, muskulni ligatura orqali ko`tarib turib, uni biriktiruvchi to`qimalardan holi qilinadi va tizza orti tog`ayidan qirqib ajratiladi.

### **Nazorat savollari**

1. Dj.Bernshteyn nazariyasini izohlab bering.
2. Keyinchalik Bernshteyn nazariyasi kim tomonidan tekshirib ko`rilgan va qanday xulosaga kelingan?
3. Xodjkin nazariyasini izohlab bering.
4. Tinchlik potentsiali bilan harakat potentsiallariaro bog`lanish izohlab bering.
5. Harakat potentsiali kattaligi qaysi tenglama yordamida hisoblab topiladi?

## 9-LABORATORIYA ISHI

### KOLLODIY MEMBRANA ORQALI VUZUDGA KELADIGAN POTENSIALLAR FARQI

Diffuzion potentsiallar farqi kelib chiqishi jihatdan kation va anionlar harakatchanliklaridagi farq, bilan belgilanadi. Qarama-qarshi zaryadlangan ionlar harakatchanliklaridagi farq ionlar ba`zi bir membranalar orqali o`tayotganda yana ham kattalashadi. Shu xildagi membranalar jumlasiga birinchi navbatda, poralar diametri kichik bo`lib, yirik ionlarni, masalan, oqsil ionlarini ushlab qolib, anorganik kationlar, masalan, natriy ionlarini bemalol o`tkazib yuboradigan membranalar kiradi. Shu xildagi membranalar va ularga xarakterli bo`lgan ionlar taqsimotini birinchi bo`lib, F. Donnan batafsil o`rgandi.

Donnan  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlarini o`tkazib, oqsil anionlari ( $\text{P}^-$ ) ni o`tkazmaydigan membranalaridan foydalandi. Agarda bu xildagi membranalarining bir tomonida  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$ , ikkinchi tomonida  $\text{Na}^+$  va  $\text{P}^-$  ionlari mavjud bo`lsa, u holda sistemada, muvozanat tiklanishi bilan membranada potentsiallar farqi paydo bo`ladi. Kelib chiqqan potentsiallar farqini quyidagi formula yordamida hisoblab topish mumkin:

$$E = \frac{RT}{F} \cdot \ln = \frac{[Cl^-]_i}{[Cl^-]_o} = \frac{RT}{F} \cdot \frac{[Na^+]_o}{[Na^+]_i}, (1)$$

bu yerdagi  $[Cl^-]_i$ ,  $[Cl^-]_o$  va  $[Na^+]_i$ ,  $[Na^+]_o$  xlor va natriy ionlarining membrana ichi va tashqi tomonidagi konsentratsiyalaridir.

Donnan muvozanatini biologik sistemalarga tadbiq etish uchun qilgan urinishlardan faqat uning eritrotsitlar bilan qon plazmasi aron ionlar taqsimotiga qilingan tadbiqigina muvaffaqiyatli bo`lib chiqdi.

Donnan nazariyasi bioelektrik potentsiallar kelib chiqishini, ya`ni elektr energiyasining uzluksiz ravishda paydo bo`lib turishini izohlay olmadi. Chunki Donnan potentsiali, o`z tabiatiga ko`ra, statsionarmas, balki muvozanat potentsiali edi. Ikkinchi tomondan, Donnan potentsialini qayd etish masalasi metodik jihatdan ham qiyinchilikka duch keldi. Muvozanat sharoitida potentsialni qayd etish uchun ishlatiladigan elektrodlar, membranada vujudga keladigan potentsialga aloqador ionlarni ajratgan taqdirda potentsiallar farqini o`lchashning o`zi, umuman mumkin bo`lmay qoladi. Demak, Donnan muvozanat nazariyasini, ba`zi bir xususiy hollarni inobatga olmaganda, biologik sistemalarga qo`llash umuman mumkin emas. Ammo shunday membranalar mavjudki, ular ma`lum ionlarni o`tkazib, ularga nisbatan qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni o`tkazmaydi. Ana shu xildagi membranalariga kationlarni o`tkazib, anionlarni ushlab qoladigan kollodiy membranasi misol bo`la oladi.

Membrana orqali anionlar harakatchanligi nolga teng ( $V=0$ ) membrananing tomonlari aro kelib chiqadigan potentsiallar farqi (membrana potentsiali) teng bo`ladi:

$$E = \frac{\bar{u}-0}{\bar{u}+0} \cdot \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} = + \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (2)$$

Anionlarga nisbatan o`tkazuvchan membranalar uchun esa, ya`ni  $\bar{v}=0$  holi uchun hosil qilamiz:

$$E = \frac{0-\bar{v}}{0+\bar{v}} \cdot \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} = - \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (2a)$$

Bayon etilgan xususiy hollar uchun tenglamalarni umum tarzda quyidagicha yozish mumkin:

$$E = \pm \frac{RT}{F} \cdot \ln \frac{C_1}{C_2} \quad (2b)$$

Shunday qilib, membranalarining tanlab o`tkazuvchanlik xususiyati undagi zaryadlarning xarakteriga bog`liq. Zaryad xakteri o`z navbatida eritmadan membranaga o`tadigan ionlar va o`sha membrananing tabiati bilan belgilanadi. Ionlarning membranaga adsorbsiyalanishi natijasida, membrana bilan muhit chegara bo`limi aro qo`sh elektr qavati paydo bo`ladi. Membranadagi poralar diametri yetarli darajada katta bo`lganda, u yoki bu xildagi ionlar membrana orqali bemalol o`tib ketadi. Aks holda, membrana zaryad belgisi membranaga zaryad belgisiga qarama-qarshi bo`lgan ionlarnigina o`tkazadi. Zaryad belgisi membranaga bilan bir xil ionlarni esa itaradi va o`tkazmaydi.

Membrana bir xil kimyoviy tarkibga ega, ammo har xil konsentratsiyali eritmalarini ajratib, eritmadagi ionlarning bir turiga o`tkazuvchan, boshqa turiga o`tkazuvchan bo`lmagan taqdirda, unda vujudga keladigan potensial o`zining maksimal qiymatiga erishadi. Membrana o`zi bilan bir xil zaryadlangan ionlarga nisbatan ma`lum darajada o`tkazuvchan bo`lsa, u holda membrana potentsialining kattaligi o`zining nazariy miqdoridan kam bo`lib qoladi. Shunday bo`lishiga qaramay, ba`zan membrana potentsialining kattaligi ionlarning diffuziyasi tufayli kelib chiqadigan diffuzion potentsial miqdoridan katta bo`lib chiqadi. Membrana potentsiali bilan diffuzion potentsialaro bu xildagi mos kelmaslik sababi, eritmadagi erkin diffuziya sharoitida kation va anionlar harakatchanliklarining o`zaro katta farqlanishidadir.

Ionlarning membrana poralari orqali o`chishiga ularning gidratlanish darajasi ham kuchli ta`sir ko`rsatadi.

Membrananing zaryad belgisi, demak, uning muayyan bir zaryadli ionlarga nisbatan o`tkazuvchanligi mutlaqo o`zgarmas hol bo`lmay, ma`lum sharoitda o`zgaradi. Masalan, kollodiy membranasiining manfiy zaryadini ba`zi bir bo`yoq moddalar, jumladan rodamin B q`oshib o`zgartirsa bo`ladi. Demak, shu yo`l bilan

kollodiy membranasini anionlarga nisbatan ham o`tkazuvchan qilib qo`yish mumkin. Membrana potentsiali esa qarama-qarshi belgiga ega bo`lib qoladi.

Bir-birlari bilan aralashmaydigan suyuqliklarni ajratib turadigan chegara bo`lim orqali, ionlarning notekis tarqalishi tufayli potentsiallar farqini kelib chiqishini birinchi bo`lib Nerist ko`rsatgan edi. Ionlarning fazalarida tarqalishi ularning taqsimlanish koefitsientlari bilan belgilanib, o`zaro tegib turgan fazalarning birida kationlar yaxshi erisa, ikkinchisida anionlar yaxshi eriydi. Natijada birinchisining chegara bo`limida musbat zaryadlar yig`ilsa, ikkinchisida manfiy zaryadlar yig`iladi natijada qo`sh elektr qavati ya`ni chegara potentsiali vujudga keladi.

### Laboratiya ishining bajarilishi

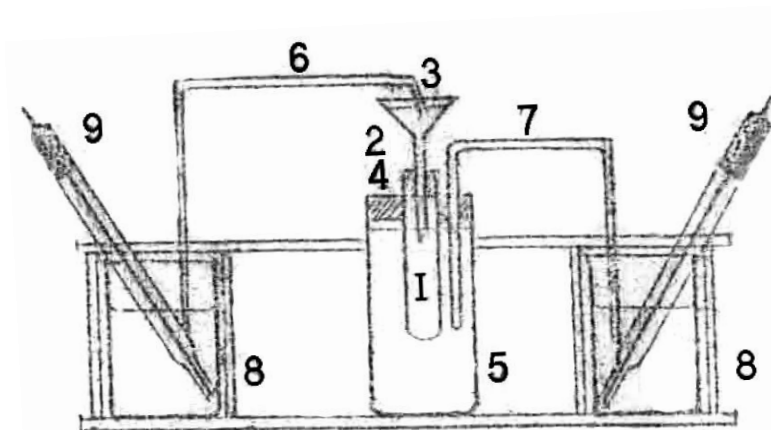
**Ish uchun zarur vositalar:** millivolnmetr, (pH-340), elektrodlar sistemasi uchun mo`ljallangan shtativ, xlorlangan kumush elektrodleri, 200 ml hajmga mo`ljallangan kimyoviy stakan, stakanga mos keladigan rezina probka, kichik shisha voronka, ikki (II) va bir (I) shakilli agarli sifonchalar, apteka kollodiysi, jelatinning 5/1000 N li xlorid kislotadagi 1 % li eritmasi, kaliy xloridning 5/1000 N li eritmasi.

**Ishni bajarish:** Bu ishning muhim qismi kollodiy qopcha bo`lib, uni tayyorlash usuli ilovada keltirilgan. Kollodiy qopchani yopishga mo`ljallangan rezina probkadagi teshikka voronka joylashtiriladi. Shu holatda probka qopcha og`ziga kiritilib, ustidan ip bilan bog`lanadi. So`ngra qopchaga voronka orqali jelatinning 5/10000 n xlorid kislotada tayyorlangan 1 % eritmasi quyiladi va qopch kata stakanning probkasidagi teshik orqali unga quyib qo`yilgasn kaliy xloridning 5/10000 n eritmasiga tushiriladi. Va I shakildagi agarli sifoncha orqali kollodiy qopcha ichidagi eritma kontakt stakanlardagi eritmalarning biriga ulanadi. Ikkinchi agarli sifon vositasida esa kollodiy qopcha tushirilgan stakandagi kaliy xlorid eritmasi kontakt erimalarning ikkinchisi bilan ulanadi. Elektrodarning qutub belgilari aniqlanib, ularga amal qilgan holda, barvaqt elektr tarmog`iga ulab qo`yilgan millivoltmetrga ulanadi va dastlabki o`lchov ishlari bajariladi. O`lchov har 10 minutda takrorlanib 60 minut davom ettililadi. Qayd etilgan potentsiallar kattaligi yozib boriladi. Sistemaning potentsiali unda osmotik muvozanat tiklanganidan keyin o`lchab olinadi. Buning uchun Sistema bir sutka davomida o`z joyida qoldiriladida potentsiallar farqi yana uch marta 5-10 minut interval bilan o`lchab olinadi.

### Tajrib ma`lumotlari quyidagi jadvalga kochiriladi:

5-jadval

O`lchov boshlangandan keyin o`tgan vaqt, min.	Potentsiallar farqi, mV



**10-rasm. Kollodiy membranasida vujudga keladigan potentsiallar farqini o`lchashga mo`ljallangan moslamaning chizmasi:** 1-kollodiy qopcha, 2-kichik probka, 3-voronka, 4-katta probka, 5-kaliy xlorid eritmasi quyilgan stakan, 6-Г shaklli agarli sifoncha, 7- II shaklli agarli sifoncha, 8-kontakt stakanlari, 9-xlorlangan kumush elektrodlar.

### 9-laboratoriya ishiga ilova

#### Kollodiy qopcha tayyorlash

Kollodiy qopcha tayyorlash uchun anteka kollodiyining 4% li eritmasidan foydalaniladi. Buning uchun toza yuvilib, quritilgan probirka olinib, unga 2-3 sm<sup>3</sup> kollodiy quyiladi. Shu oning o`zidayoq, probirkani sekin aylantirgan holda, kollodiy o`z idishiga qayta quyiladi. Shu tarzda oshiqcha koldodiydan holi bo`lgach, probirka, uning ichidagi kollodiy yuqi bilan to`ntarilgan holatda 5-10 minut qoldiriladi. Keyin esa, probirkaga distillangan suv quyib, bir necha marta chayiladi. So`ngra probirka girdobiga yopishgan kollodiy qatlami ehtiyotlik bilan ko`chiriladi va kollodiy plyonka bilan probirka devori oralig`iga distillangan suv quyilib plyonkadan iborat kollodiy qopcha probirka devoridan to`la ajratiladi va chiqarib olinadi. Shu tarzda tayyorlangan kollodiy qopchalar distillangan suv quyilgan maxsus idishda saqlanadi.

#### Nazorat savollari

1. Donnan tenglamasi nimani izohlaydi?
2. Donnan muvozanatini biologik sistemalarga tadbiiq etish uchun qilgan urinishlardan qaysi biri muvaffaqiyatli bo`lib chiqdi?
3. Donnan nazariyasi nimani izohlay olmadi?
4. Kollodiy membrana orqali vuzudga keladigan potentsiallar farqi qanday o`lchanadi?
5. Kollodiy qopcha qanday tayyorlanadi?

# 10-LABORATORIYA ISHI

## ACHITQI ZAMBURUG'INING ELEKTROFORETIK TEZLIGI VA ζ- POTENTIALINI ANIQLASH

### Elektroforez

Tirik hujayra protoplazma o'z tabiatiga ko'ra murakkab kolloid sistema bo'lib, bu xildagi sistemalarda o'zgarish tok ta'siridan, dispers fazaning dispersiya muhitiga nisbatan yoki aksincha harakati, gidrostatik kuch gradienti ta'siridan esa fazalararo potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Mana shu ikki xildagi elektrokinetik munosabatlarni o'rganish hujayraning fizikaviy xususiyatlarini bilishda muhim ahamiyatga ega.

Biologik ob'ektlarga xos elektrokinetik hodisalar o'rganilganda, hujayrani ko'p sondagi faza bo'limlariga ajralgan mikroeterogen sistema bo'lishiga qaramay, shartli ravishda, soddalashtirib, ikki fazali dispers sistema deb qarash mumkin.

Tirik hujayraning yuzasi manfiy zaryadga ega bo'lib, zaryad xarakteri va miqdori, ko'p hollarda, membrana tarkibiga kirgan molekulalar ion hosil qiluvchi guruhlarning oz-ko'pligiga, muhit pH-darajasiga, muhit ion kuchiga, bir qator hollarda, hujayra yuzasiga adsorbsiyalangan ionlar tabiatiga ham bog'liq bo'ladi.

Hujayra yuzasining elektrokinetik ( $\zeta$ -dzeta) potentsiali normada nisbiy doimiylikka ega bo'lib, sirt aktiv moddalar, antibiotiklar va hujayraga shikast yetkazadigan moddalar ta'siridagina o'zgarishi mumkin. Masalan, hujayralar suspenziyasiga og'ir metall tuzlari qo'shilganda hujayra yuzasining zaryadi kamayadi va kolloid zarrachalar singari turg'unligini yo'qotadi.

Elektrokinetik potentsial suyuqlikning dispers fazaga tegib turgan o'ta yupqa qatlamida yuzaga keladigan bo'lgani uchun, uni bevosita o'lchash mumkin emas. Shunga ko'ra, potentsial kattaligi vositali yo'l, ya'ni elektroforez metodi yordamida, masalan, dispers faza zarrachalarining elektroforetik tezligini aniqlash orqali, hisoslab topiladi.

Agarda qo'sh elektrik qavat qalinligi zarrachalar o'lchamidan kichik bo'lsa, u holda zarrachalarni sferik zarrachalar deb qarab, sistemaga qo'yilgan tashqi elektr maydoni ta'siridan kelib chiqadigan zarrachalar harakatiga sabab bo'lg'uvchi kuch ( $F_1$ ) quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_1 = Q \cdot E \quad (1)$$

bu yerdagi Q-absolyut birliklarda ifodalangan zaryad miqdori, E-maydon kuchlanganligi.

Dispers faza zarrachalari o'z harakatida muhit qarshiligiga uchraydi, ya'ni zarrachalarga, ularning harakatiga to'sqinlik qiluvchi ikkinchi bir kuch ( $F_2$ ) ta'sir etadi:

$$F_2 = 6 \pi \eta \omega r \quad (2)$$

bu yerdagi  $\eta$ -muhit yopishqoqligi,  $\omega$ -zarrachalarning chiziqli tezligi, r-sferik zarrachaning radiusi.



Zarrachalarga taʼsir etuvchi kuchlarning tenglik sharoiti uchun shunday yozamiz:

$$QE = 6\pi\eta\omega r \quad (3)$$

Maʼlumki, sferik zarrachalar yuzasidagi potensial quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$\xi = \frac{Q}{Dr} \quad (4)$$

bu yerdagi D-muhitning dielektr doimiysidir.

4-formulaga binoan,  $Q = \xi Dr$  boʻlganda, Q-kattaligini 3-formulaga qoʻyib,  $\xi Dr = 6\pi\eta\omega r$  ni hosil qilamiz. (5)

U holda, sfera shakldagi zarracha yuzasidagi potensial.

$$\xi = \frac{6\pi\eta\omega}{DE} \quad (6)$$

Silindr shaklidagi zarracha uchun esa, 6-formula quyidagi shaklga oʻtadi:

$$\xi = \frac{4\pi\eta\omega}{DE} \quad (6a)$$

Agarda  $IB = \frac{I}{300}$  mutlaq elektr potensial birligiga tengligi hisoblab olinsa potensialni voltlarda ifodalash uchun formulaning oʻng tomonini 300 ga koʻpaytirish zarur, yaʼni

$$\xi = \frac{4\pi\eta\omega 300}{DE} \quad (7)$$

Qoʻllash voltlarda oʻlchanadigan boʻlgani uchun formulaning chap tomonini ham 300 ga koʻpaytirish kerak, yaʼni

$$\xi = \frac{4\pi\eta\omega 3000}{DE \cdot 300} \quad (8)$$

bu yerda  $E = \frac{V}{l}$  ekanligi inobatga olinsa, unda formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$\xi = \frac{4\pi\eta\omega 900000l}{DV} \quad (9)$$

Suyultirilgan suvli eritmalar uchun  $\eta, D$  kattaliklari va qiymatini formulaga qoʻysak,

$$\xi = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 900000\omega l}{81 \cdot V} \quad \text{kelib chiqadi. (10)}$$

bu yerda  $\omega = \frac{s}{t}$  ekanligini inobatga olsak, formula quyidagi koʻrinishni oladi:

$$\xi = 140 \cdot \frac{s \cdot l}{t \cdot V} \quad (11)$$

$\zeta$ -potensialni oʻlchash. Dzeta potensialni aniqlash uchun odatda mikroelektroforez metodidan foydalaniladi. Mikroelektroforez qurilmasining asosiy

qismi mikrokamera bo`lib, mikrokameralar tuzilishiga ko`ra tekis, to`rt burchakli, silindrsimon va berk kameralarga bo`linadi. To`rt burchakli kamera, o`rganilayotgan ob`ekt alohidaligiga qarab, gorizontaal, vertikal yoki yonboshlangan holatda joylashtiriladi.

Kameralarning qanday bo`lishidan qataiy nazar ish ob`ektini kameraga joylashtirishdan boshlanadi. So`ngra kameraga tok yuborilib, ob`ektning elektroforetik tezligi, keyin esa 11-formula vositasida uning  $\zeta$ -potensialini hisoblab topiladi.

### **Laboratoriya ishining bajarilishi**

**Ish uchun zarur vositalar:** mikroskop. Goryaev kamerasi, pleksiglass plastinkalar (10x5 va 5x2), dori tabletkalaridan bo`shagan shisha yoki plastmassa idishchalar (4 dona), П-shaklidagi agarli sifonchalar (2 dona), figurali agarli sifonchalar (2 dona) misdan tayyorlanib, izolyasiyalik simlarga ulangan sterjenchalar (2 dona), o`zgaruvchan tokni doimiy tokka aylantiruvchi to`g`rilagich, sekundomer, testr, filtr qog`oz, qaychi, mis sulfat va kaliy xloridning to`yingan eritmalarini, Mak Il`ven buferi, saxarozaning 8 % li eritmasi probirkalar, pipetkalar, shisha tayoqcha, achitqi zamburug`ining suspenziyasi.

**Mikroelektroforez kamerasining yig`ish.** Katta pleksiglass plastinkaning ikki chetiga tabletkalar qutichalari sig`adigan kattalikdagi ikkitadan teshigi bo`lgan kichik plastinkalar yopishtiriladi. Chuqurchalarga tabletkalar qutichalari joylashtirilib, ularning orqa qatordagi vositasiga mis sulfat eritmasi quyildi. Oldingi qatordagi ikkita qutichaga esa kaliy xlorid eritmasi quyiladi. Orqa qatordagi qutichalar uchun mo`ljallangan probkalar orqali mis sterjenchalar va P-shaklidagi agarli sifonchalarning bir bandi o`tkazilib, mis sulfat eritmalariga tushiriladi. P-shaklidagi sifonchalarning ikkinchi bandlari oldingi qator qutichalari uchun mo`ljallangan probkalar orqali o`tkazilib, kaliy xlorid eritmalariga tushiriladi. O`sha probkalardagi ikkinchi teshiklar orqali esa figurali sifonlarning uzun bandlari o`tkazilib, kaliy xlorid eritmalariga batiriladi. Mazkur sifonchalarning kalta bandlari qutichalar joylashtirilgan kichik plastinkalar oralig`iga o`rnatilgan Goryaev kamerasining chetlariga keltirib qo`yiladi (15-rasm).

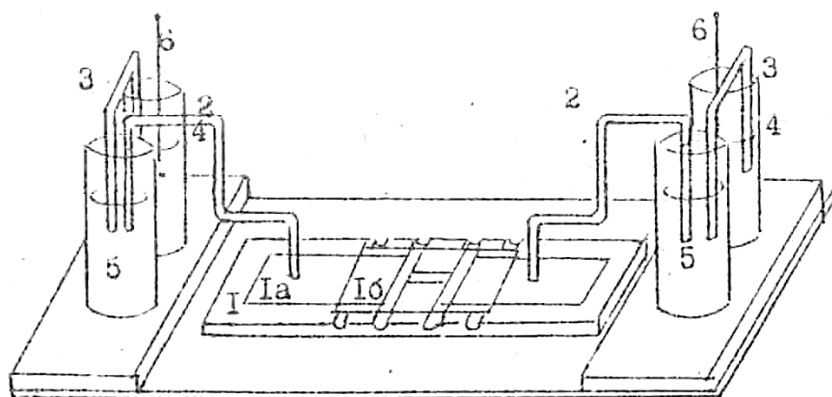
Mikroelektroforez moslamasini o`lchash ishlariga tayyorlash. Saxarozaning 8%li eritmasiga solib tayyorlab, qo`yilgan achitqi zamburug`i suspenziyasi bilan ho`llangan shisha tayoqcha, moslamaga joylashtirib qo`yilgan Goryaev kamerasining kataklar sohasiga tekizib olinadi va Mak Ilven buferi yordamida suyultiriladi. Filtr qog`ozdan qirqib olingan qog`oz parchalari kameraga shunday joylashtiriladiki, natijada ularning bir chetlari setkalar sohasi chegarasiga tegib tursin. Qog`oz parchalari bufer eritma bilan yetarli darajada ho`llanadi va setkalar sohasi yopqich oynacha bilan yopiladi. Qog`oz parchalarining ochiq qolgan tomonlariga figurali

sifonchalarning kalta bandlari tekkizilib, shu tarzda tayyorlangan qurilma mikroskopning predmet stolchasiga joylashtiriladi.

**O`lchash ishlarining bajarilishi.** Dastlab tok to`g`rilagich asbobi bilan ko`rsatmasi yordamida tanishib chiqiladi. So`ngra mikroelektroforez moslamasining qutblanmaydigan elektrodlariga (mis sterjenchalarga) ulangan simlar tok to`g`rilagich asbobining chiqish klemmlariga ulanadi. Tok to`g`rilagich elektr tarmog`iga ulanib, undan mikroelektroforez kamerasiga 100 V kuchlanishga ega tok beriladi. Keyin esa mikroskop ko`rish maydonidagi achitqi zamburug`i hujayralarinnng kataklar uzra harakati kuzatiladi, ya`ni hujayralarning qaysi qutb tomon siljitganligi aniqlab olinadi, va ularning harakat tezligi, ya`ni alohida hujayraning har bir kichik katakning bir tomonidan ikkinchi tomoniga borib yetishi uchun ketgan vaqt sekundomer yordamida o`lchab olinadi. Shu xildagi ishlar albatta 5-6 marta takrorlanishi shart. So`ngra tok manbai o`chirilib, elektrodning qutblari almashtiriladi va kameraga yangidan 100 v kuchlanishli tok beriladi-da, avvalgidek, hujayralarning bir katakdan o`tish vaqti o`lchab olinadi. O`lchash ishlari tamomlanganidan so`ng, tajribada topilgan vaqt-qiymatlarining o`rtacha kattaliklari, qutb holatlarining har biri uchun alohida-alohida hisoblab topiladi. Chizg`ich yordamida figurali sifonchalar uchlariaro masofa (I) o`lchanadi. Testr yordamida o`sha masofaga to`g`ri keladigan kuchlanish ham o`lchanadi. Goryaev kamerasi kengligi (5 = P.P05 sm) inobatga olinib, achitqi zamburug`i hujayrasining o`rtacha elektroforetik tezligi hisoblab topiladi, ya`nitopilgan kattalikni 11-formulaga qo`yib, achitqi zamburug`i hujayrasnning  $\zeta$ -kattaligi hisoblab topiladi.

Elektr maydoni kuchlanganligini aniqlash. Elektr maydoni kuchlanganligini aniq belgilash uchun, dastlab, mikroelektroforez amalga oshirilayotgan kameradan, o`tayotgan tok kuchi (mA) va zanjirdagi kuchlanish ( $I_3$ ) o`lchab olinadi. So`ngra elektroforetik kamera o`rniga kaliy xlorid eritmasi quyilgan Petri chashka joylashtirilib, chashkadagi eritmaga figurali sifonchalarning kalta bandlari tushiriladida zanjirdan o`tayotgan tok ma`lum bir kattalikka kelib turg`unlashmaguncha quyilgan kuchlanish kamaytirib boriladi va tok miqdorining turg`unlashgan holatiga mos keladigan kuchlanishi ( $U_3$ ) kattaligi yozib olinadi. Ish paytida o`lchab olingan kuchlanish bilan kaliy xlorid eritmasida o`lchab olingan kuchlanisharo ayirma zanjirdagi (kameradagi) maydon kuchlanganligi ( $U_{ya}$ ) ning haqiqiy kattaligini beradi, ya`ni

$$U_{ya}=U_y-U_3$$



**15-rasm. Elektroforetik tezlikni o`lchashga mo`ljallangan mikroelektroforetik moslamasining umumiy ko`rinishi:** 1-kamera, 1a-filtr qog`oz parchalari, 16-yopg`ich oynacha, 2-figurali agarli sifonchalar, 3-mis sulfat erigmalarini kaliy xlorid eritmalari bilan bog`lovchi P-shaklli agarli sifonchalar, 4-mis sulfat eritmalari quyilgan va 5-kaliy xlorid eritmalari quyilgan qutichalar, S-mis elektrodlar (sterjenchalar).

E-potensialni hisoblashga misol. Tajriba sharoitida achitqi zamburug`i hujyrasining  $S=0,005$  sm (Goryaev kamerasidagi kichik kvadrat tomonlarining uzunligi) masofani bosib o`tishiga ketgan vaqt  $t = 10$  sek, maydon kuchlanganligi  $E = 10$  (V/z) sm ga teng bo`lganda, hujyraning elektroforetik tezligi  $U$  shunday topiladi:

$$U = ((sl) / (tv)) = ((5 \cdot 10^{-3} \cdot 3,3) / (10 \cdot 10)) = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ sm.sek.}^{-1} \text{V}^{-1}$$

Topilgan mazkur kattalikni 140 ga ko`paytirib, achitqi zamburug`i hujyrasining voltlarda ifodalangan  $\zeta$ -potensial kattaligi topiladi. Bu kattalikni 1000 ga ko`paytirib,  $\zeta$ -potensialning millivoltlarda ifodalangan qiymati hosil qilinadi.

**Eslatma.** O`lchash ishlari tamomlangach, dastlab tok to`g`rilagich asbobi elektr tarmog`idan uziladi, keyin esa, moslama tok to`g`rilagichdan ajratiladi. Moslamadagi figurali va P-shaklidagi sifonchalar olinib, silkitmasdan distillangan suvda chayiladi va kaliy xloridning to`yingan eritmasi quyilgan maxsus kristalli qatorga solinib, qopg`oq bilan yopib qo`yiladi. So`ngra Goryaev kamerasi moslamadan olinib, yopqich oynacha joyidan ko`chiriladi va ularning har ikkalasi ham distillangan suvda yuvilgach, filatr I qog`oz bilan quritiladi.

### Nazorat savollari

1. Kolloid sistema nima?
2. Elektrokinetik hodisalarning qanday turlari mavjud?
3. Elekrtoforez nima?

4.  $\zeta$ - potentsial qanday yuzaga keladi?
5. Achitqi zamburug'ining elektroforetik tezligi va  $\zeta$ - potentsiali qanday aniqlanadi?

## **11-LABORATORIYA ISHI**

### **BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING OPTIK ZICHLIGINI O'LCHASH**

#### **Nazariy qism**

Tahlil qilinayotgan moddalar tomonidan elektromagnit nurlanishning yutilishiga asoslangan tahlil usullari yutilish optik usullarining keng guruhini tashkil qiladi. Yorug'lik so'rilganda, tahlil qilinadigan moddalarning atomlari va molekulari yangi qo'zg'aluvchan holatga o'tadi.

Fotometrik tahlil usullari spektroskopik usullarga tegishli. Nurlanishning bir jinsli sistemalar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan holda ular fotokolorimetriya va spektrofotometriyaga bo'linadi. Fotometrik usullar yorug'likning analit molekulari tomonidan tanlab yutilishidan foydalanadi.

Kvant mexikasiga ko'ra, yorug'lik kvantlar yoki fotonlar deb ataladigan zarralar oqimidir. Har bir kvantning energiyasi nurlanishning to'lqin uzunligi bilan belgilanadi. Nurlanishning yutilishi natijasida yutuvchi moddaning molekulasi minimal energiya  $E_1$  bilan asosiy holatdan yuqori energiyali  $E_2$  holatiga o'tadi. Yorug'lik energiyasining qat'iy belgilangan kvantlarini yutish natijasida yuzaga keladigan elektron o'tishlar yutuvchi molekularning elektron spektrlarida qat'iy belgilangan yutilish zonalarining mavjudligi bilan tavsiflanadi. Yorug'likning yutilishi faqat yutilgan kvantning energiyasi yutuvchi molekulaning oxirgi  $E_2$  va dastlabki  $E_1$  holatlaridagi kvant energiya darajalari orasidagi  $\Delta E$  energiya farqiga to'g'ri kelganda sodir bo'ladi:  $\Delta E = E_2 - E_1$ . Fotonning energiyasi Plank munosabati bo'yicha yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

bu yerda  $h$  - Plank doimiysi ( $h = 6,625 \times 10^{-34}$  Js);  $\nu$  - nurlanishning yutilish chastotasi, u yutilgan kvantning energiyasi bilan aniqlanadi va nurlanishning tarqalish tezligi  $c$  (vakuumdagi yorug'lik to'lqini tezligi  $c = 3 \times 10^{10}$  sm/s) ning to'lqin uzunligi  $\lambda$  ga nisbati bilan ifodalanadi;  $\nu = c/\lambda$ .

Radiatsiya chastotasi  $\nu$  gerts (Gts) da o'lchanadi. To'lqin uzunligi  $\lambda$  angstromlarda ( $1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-8}$  sm), nanometrlarda ( $1 \times 10^{-9}$  m) o'lchanadi. Spektrning ultrabinafsha (10-400 nm) va ko'rinadigan (400-760 nm) mintaqalaridagi yutilish zonalarining tabiati bir xil bo'lib, asosan yutuvchi molekular va ionlardagi elektronlarning soni va joylashishi bilan bog'liq. Fotometrik analizda, spektrofotometrik usul ajratiladi - monoxromatik yorug'likning yutilishi bilan tahlil va fotokolorimetrik - spektrning ko'rinadigan hududida polixromatik (monoxromatik

bo'lmagan) yorug'likning yutilishi bo'yicha tahlil. Ikkala usul ham yorug'likni yutish va changni yutish konsentratsiyasi o'rtasidagi mutanosib bog'liqlikka asoslangan.

Yutish spektri - so'rilgan yorug'lik miqdorining to'lqin uzunligiga bog'liqligi. Yorug'likning maksimal yutilishi kuzatiladigan to'lqin uzunligi  $I_{max}$  bilan belgilanadi. Yutish spektrining maksimal holati moddaning muhim optik xarakteristikasi bo'lib, yutilish spektrining tabiati va shakli uning sifat individualligini tavsiflaydi. Molekuladagi uning yutilish spektriga hissa qo'shadigan guruhga xromofor deyiladi. Albomin molekulasida 280 nm chastotada yutilish zonasi bo'lgan triptofan mavjud.

Intensivligi  $I_0$  bo'lgan yorug'lik oqimi moddaning (eritmaning) qatlamidan o'tganda qatlamda yutilish, aks etish va sochilish natijasida uning intensivligi  $I$  qiymatga kamayadi. Tushayotgan yorug'lik oqimining intensivligi  $I_0$  va yorug'lik eritmadan o'tgan oqim  $I$  ni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. Yorug'lik oqimlarining  $I_0$  va  $I$  intensivligi o'rtasidagi bog'liqlik Buger-Lambert qonuni bilan belgilanadi, unga ko'ra bir xil qalinlikdagi bir xil moddaning bir hil qatlamlari ularga tushadigan yorug'lik energiyasining bir xil qismini o'zlashtiradi (doimiy erigan modda konsentratsiyada).

$T = I / I_0$  nisbati uzatish deb ataladi, bu erda  $T$  - foiz sifatida ifodalangan uzatish koeffitsienti.

Nurlanishning yutilishi optik zichlik bilan tavsiflanadi:

$$D = \lg(I_0/I) = -\lg T, \quad (2)$$

Yutuvchi eritmaning konsentratsiyasi va uning optik zichligi  $\lg(I_0/I)$  o'rtasidagi bog'liqlik Ber qonuni bilan ifodalanadi, unga ko'ra eritmaning optik zichligi erigan moddaning ( $C$ ) konsentratsiyasiga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir. doimiy qatlam qalinligi

$$\log(I_0/I) = kC, \quad (3) \text{ ga teng.}$$

Rangli eritma qatlamidan o'tadigan monoxromatik yorug'lik oqimining intensivligining tushayotgan yorug'lik oqimining intensivligiga, rangli moddaning konsentratsiyasiga va eritma qatlamining qalinligiga bog'liqligi birlashtirilgan Buger-Lambert-Beer bilan aniqlanadi. yorug'lik yutilishining asosiy qonuni bo'lgan va ko'pgina fotometrik tahlil usullarining asosi bo'lgan qonun:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon Cl}, \quad (4),$$

bu yerda  $\varepsilon$  - erigan moddaning tabiatiga, haroratga, erituvchiga va yorug'lik to'lqin uzunligiga qarab yorug'lik yutilishning molyar koeffitsienti;  $C$  ning konsentratsiyasi litr uchun mollarda ifodalanadi.

Yorug'likning yutilishining asosiy qonuniga rioya qilgan holda, eritmaning optik zichligi yorug'likni yutishning molyar koeffitsientiga, yutuvchi moddaning

konsentratsiyasiga va eritma qatlamining qalinligiga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir:

$$D = \varepsilon \cdot C \cdot l, \quad (5).$$

Optik zichlikning konsentratsiyaga bog'liqligini grafik tasviri bilan ( $l$  ning doimiy qiymatida) boshlang'ichdan o'tadigan to'g'ri chiziq olinadi.

Fotometrik o'lchovlar uchun asboblarning ikkita katta guruhi - fotokolorimetrlar va spektrofotometrlar qo'llaniladi.

### **Spektrofotometrlar**

Zamonaviy spektrofotometrlar yuqori monoxromatik nurlanish oqimi bilan ishlashga imkon beradi. Ular konsentratsiyani tahlil qilish va moddalarning yutilish spektrlarini o'rganish uchun ishlatiladi.

**Spektrofotometrning qurilmasi va ishlash prinsipi.** Strukturaviy Spektrofotometrning sxemasini quyidagi asosiy bloklar sifatida tasvirlash mumkin: yorug'lik manbai, monoxromator, kyuvetka bo'limi, fotoelement, qayd qiluvchi qurilma. Yorug'lik manbasidan keladigan yorug'lik nuri monoxromatorga kirish tirqishi orqali kiradi va difraksion panjara yoki prizma orqali spektrga parchalanadi. Radiatsiya oqimi chiqish tirqishidan kyuveta bo'limiga keladi, u erda nazorat va sinov namunalari navbat bilan kiritiladi. Kyuvettadan o'tadigan nurlanish yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelementga tushadi.

**Monoxromatorlar.** Monoxromator - yorug'lik manbasining butun spektridan ma'lum bir to'lqin uzunligidagi nurlanishni chiqaradigan optik tizim. Bular odatda turli to'lqin uzunlikdagi yorug'likni turli yo'llar bilan sindiruvchi prizmalar yoki difraksion panjaralardir.

**Kyuvetlar.** Sinov moddasi tegishli eritmada eritiladi va optik shaffof o'lchov idishiga - kyuvetaga joylashtiriladi. Shisha ultrabinafsha nurni o'zlashtirganligi sababli, kvarts kyuvetlari spektrning ultrabinafsha mintaqasida o'lchash uchun ishlatiladi. Ko'rinadigan hududda o'lchovlar uchun plastik yoki shisha kyuvetlardan foydalanish mumkin. Uchuvchi yoki kimyoviy faol moddalar bilan ishlaganda kyuvetkalar qopqoq bilan yopiladi. Kyuvetaning tarkibi bir hil bo'lishi kerak - bu takrorlanadigan ma'lumotlarni olish uchun zaruriy shartdir. Eritmaning bulutli bo'lmasligi uchun ehtiyot bo'lish kerak. Kyuvetalar begona aralashmalar bilan ifloslangan bo'lsa, ularni distillangan suv yoki tekshirilayotgan modda eritilgan erituvchi bilan yuvish kerak. Kyuvetalar shunday darajaga to'ldirilishi kerakki, nurlanish oqimi eritma qatlamidan to'liq o'tadi. Odatda 2,5-3 ml eritma bilan to'ldirilgan optik yo'li 1 sm bo'lgan eng ko'p ishlatiladigan kyuvetlar.

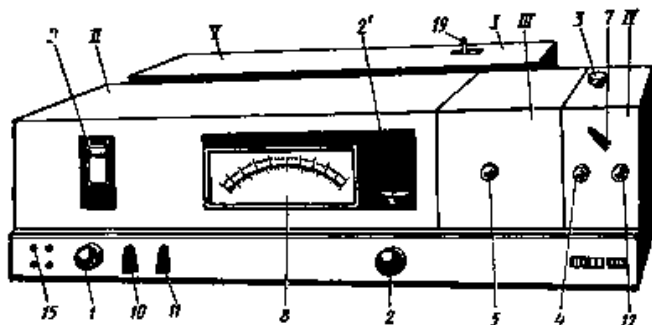
**Fotoelementlar.** Fotoelementlar hujayralar yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi. Keyin elektr signali kuchaytiriladi va yozib olinadi.

Tirqish kengligi. Tirqish kengligi namunaga tushadigan yorug'lik to'lqin uzunliklarining diapazonini aniqlaydi. Shuning uchun ishonchli natijalarga erishish

uchun berilgan tajriba sharoitlari uchun imkon qadar tor bo'lgan bo'shliq bilan ishlash kerak.

### Spektrometr SF-26

SF-26 spektrofotometri 186–1100 nm oralig'ida suyuq va qattiq moddalarning o'tkazuvchanligi va optik zichligini o'lchash uchun mo'ljallangan. Asosiy mutlaq o'lchov xatosi 1% dan ortiq emas.



1-rasm. SF-26 spektrofotometrining tashqi ko'rinishi

1-monoxromator, 2-to'liq uzunlikli shkala, 3-o'lchash moslamasi, 4-nurlanish manbai va stabilizatorli yoritgich, 5-hujayrali bo'lim, 6-kyuvetli vagonni harakatlantirish uchun tutqich, 7-fotodetektor va kuchaytirgichli kamera, 8-tutqich. fotosellarni almashtirish, 9 - sezgirlikni sozlash tugmasi, 10 - "0" ga sozlash tugmasi, 11 - parda tugmasi, 12 - tirqish kengligini sozlash tugmasi, 13 - "Orqaga hisoblash" tugmasi, 14 - kompensatsiya tugmasi, 15 - to'liq uzunligi shkalasi tugmasi.

### Fotoelektrokolorimetrlar.

Fotoelektrokolorimetr - bu o'lchovlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan spektr qismlarini cheklovchi yorug'lik filtrlari yordamida spektr diapazonlari ajratiladigan optik asbob.

#### Konsentratsion fotoelektr kolorimetr KFK-2.

Yagona nurli fotokolorimetr KFK-2 315–980 nm spektral diapazonda rangli eritmalar, sochuvchi suspenziyalar, emulsiyalar va kolloid eritmalarining uzatilishi, optik zichligi va konsentratsiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan. Butun spektr diapazoni yorug'lik filtrlari yordamida tanlangan spektral intervallarga bo'linadi. Transmissiya o'lchovining asosiy mutlaq xatosi 1% dan oshmaydi.

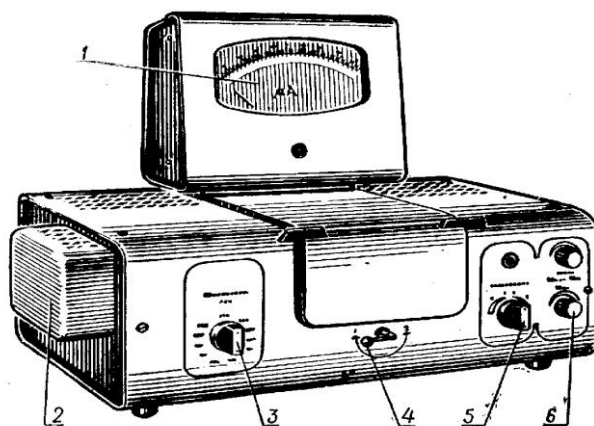
**Yorug'lik filtrlari.** Fotokolorimetrlarda spektrning butun ko'rinadigan hududidan ma'lum to'liq uzunlikdagi nurlarni ajratib olish uchun yorug'lik oqimlari yo'lida yutuvchi eritmalar oldiga selektiv yorug'lik yutuvchi - yorug'lik filtrlari o'rnatiladi. Yorug'lik filtrini tanlashda siz so'rilgan nurlanishning to'liq uzunligi diapazoni (nm) va so'rilgan nurlanish rangiga e'tibor berishingiz kerak:

400-450 nm - binafsha sariq-yashil;

450-480nm - ko'k sariq;



400-550nm - ko'k-yashil apelsin;  
500-560nm - yashil qizil-binafsha;  
400-610nm - ko'k-yashil-sariq qizil;  
450-650 nm - yashil-sariq-qizil binafsha;  
625-750nm - qizil ko'k-yashil



**2-rasm. KFK-2 ning umumiy ko'rinishi**

1 - mikroampermetr, 2-yoritgich, 3 - rangli filtrlarni o'rnatish uchun tutqich, 4 - harakatlanuvchi hujayralar uchun tutqich, 5 - tutqich (yorug'lik oqimiga fotodetektorlarni kiritish uchun) "Sezuvchanlik", 6 - qurilmani 100% ga sozlash uchun tutqich uzatish.

### **Fotometrik usullar**

Eritmalarning konsentratsiyasini aniqlashning fotometrik usullari standart va tekshiriladigan eritmalar orqali yorug'likni o'tkazishda yutilishni taqqoslashga asoslangan. Fotometrik eritmaning yorug'lik yutilish darajasi fotokolorimetrlar va spektrofotometrlar yordamida o'lchanadi. Standart va sinov rangli eritmalarining optik zichligini o'lchash har doim etalon eritma (nazorat eritmasi) ga nisbatan amalga oshiriladi. Malumot eritmasi sifatida siz barcha qo'shilgan komponentlarni o'z ichiga olgan sinov eritmasining alikvotidan foydalanishingiz mumkin, analit bilan rangli birikma hosil qiluvchi reagentdan tashqari. Agar qo'shilgan reagent va etalon eritmaning barcha boshqa komponentlari rangsiz bo'lsa, distillangan suvni etalon eritma sifatida ishlatish mumkin.

### **Kalibrlash egri chizig'i usuli**

Kalibrlash egri usuli yordamida moddaning tarkibini aniqlash uchun har xil konsentratsiyali 5-8 ta standart eritmalar seriyasi, har bir nuqta uchun kamida 3 ta parallel eritma tayyorlanadi. Standart eritmalarining optik zichliklari erituvchiga nisbatan o'lchanadi va  $D = f(C)$  funksiya sifatida chiziladi. Olingan kalibrlash egri chizig'i boshlang'ichdan chiqadigan to'g'ri chiziq shakliga ega. Kalibrlash to'g'ri chizig'ini oxirgi tajribada olingan nuqtadan yuqori bo'lgan optik zichlik qiymatlariga

ekstrapolyatsiya qilish tavsiya etilmaydi. Vaqti-vaqti bilan (haftada bir marta yoki undan kam) kalibrlash egri chizig'i 2-3 yangi tayyorlangan standart eritma bilan tekshiriladi. Turli partiyalarning reagentlari bilan qurilgan kalibrlash uchastkalari, qoida tariqasida, mos kelmaydi. Shuning uchun, reaktivlarni almashtirganda, grafikni qayta qurish kerak. Bitta asbob ustida ishlayotganda tuzilgan grafik boshqa asbobda olingan natijalarni hisoblash uchun ishlatilmaydi.

Tajriba eritmasining Dx optik zichligini aniqlab, uning ordinata o'qi bo'yicha qiymatini, so'ngra abscissa o'qi bo'yicha - Cx konsentratsiyasining mos keladigan qiymatini toping. Bu usul ketma-ket fotometrik tahlillarni o'tkazishda qo'llaniladi. Nurni yutishning asosiy qonuniga rioya qilinganda yaxshi natija beradi.

## **Laboratoriya ishi**

### **Biuret reaktivi bilan oqsilni o'lchash.**

Mis sulfat ( $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ ) 1,5g va Na-K tartrat ( $\text{Na}_2\text{KC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ) 6 g 500 ml distillangan suvda eritiladi. Eritma yaxshilab aralashtiriladi va o'z-o'zidan oksidlanishning oldini olish uchun bu erda 200 ml 10% li NaOH eritmasi (karbonat anhidridsiz) va 2g KJ qo'shiladi. Eritma ikki litrga keltiriladi va plastik idishda saqlanadi. Ishqoriy muhitda mis ionlari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi peptid aloqasi rang intensivligi namunadagi oqsil konsentratsiyasiga mutanosib bo'lgan ma'lum bir kompleks hosil qiladi.

**Ishning borishi.** 0,1 ml protein preparatining suspenziyasiga (2-3 mg/ml) membranalarni yo'q qilish uchun 0,9 ml 2n KOH va 10 mg (pinset uchida) natriy deoksixolat qo'shing. Protein to'liq erigandan so'ng, 4 ml biuret reaktivi qo'shing va xona haroratida 30 daqiqaga qoldiring. Malumot eritmasi sifatida siz barcha qo'shilgan komponentlarni o'z ichiga olgan sinov eritmasining alikvotidan foydalanishingiz mumkin, analit bilan rangli birikma hosil qiluvchi reagentdan tashqari. Nazorat namunasiga 1 ml 2 n KOH + 10 mg deoksixolat + 4 ml biuret reagent qo'shildi. 10 mm qalinlikdagi kyuvetlarda 540 nm da kolorimetrik.

Protein tarkibi sigir zardobidagi albumin standartlari kolorimetriyasiga asoslangan kalibrlash egri chizig'idan aniqlandi.

### **Kalibrlash egri chizig'i**

Kalibrlash egri usuli yordamida oqsil tarkibini aniqlash uchun har xil konsentratsiyali 5-8 ta standart eritmalar seriyasi, har bir nuqta uchun kamida 3 ta parallel eritma tayyorlanadi. Sigir zardobidan albumin, konsentratsiyasi 10 mg/ml, shisha probirkalarda turli konsentratsiyali 8 ta standart eritma tayyorlanadi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mg / ml. Har bir probirkaga 0,95 miqdorda 2 n KOH qo'shing; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3 ml, mos ravishda va 10 mg natriy deoksixolat. Keyin har bir probirkaga 4 ml dan biuret reaktivi solinadi va xona

haroratida 30 daqiqaga qoldiriladi. Nazorat namunasiga 1 ml 2 n KOH + 10 mg deoksixolat + 4 ml biuret reagent qo'shiladi.

10 mm qalinlikdagi shisha kyuvetlarda 540 nm da fotokolorimetrda kolorimetrik. Standart eritmalarning optik zichliklari nazorat namunasiga nisbatan o'lchanadi va  $D = f(C)$  bog'liqlik grafigi chiziladi. Olingan kalibrlash egri chizig'i boshlang'ichdan chiqadigan to'g'ri chiziq shakliga ega. Vaqti-vaqti bilan (haftada bir marta yoki undan kam) kalibrlash egri chizig'i 2-3 yangi tayyorlangan standart eritma bilan tekshiriladi. Turli partiyalarning reagentlari bilan qurilgan kalibrlash uchastkalari, qoida tariqasida, mos kelmaydi. Shuning uchun, reaktivlarni almashtirganda, grafikni qayta qurish kerak. Bitta asbob ustida ishlaganda tuzilgan grafik boshqa asbobda olingan natijalarni hisoblash uchun ishlatilmaydi.

Tekshirilayotgan eritmaning optik zichligini ( $D_x$ ) aniqlab, uning ordinata o'qi bo'yicha qiymatini, so'ngra abscissa o'qi bo'yicha - mos keladigan konsentratsiya qiymatini ( $C_x$ ) toping. Bu usul ketma-ket fotometrik tahlillarni o'tkazishda qo'llaniladi. Nurni yutishning asosiy qonuniga rioya qilinganda yaxshi natija beradi.

### **Nazorat savollari**

1. Biologik suyuqliklarning optik zichligi deganda nimani tushunasiz?
2. Eritmalar optik zichligi nimalarga to'g'ri proporsional?
3. Fotometrik metod haqida nimalarni bilasiz?
4. Fotometrik o'lchashlarda qanday asboblari qo'llaniladi?
5. Suyuqliklar optik zichligini aniqlashda grafik metodi qanday qo'llaniladi?

### **Adabiyotlar**

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Ўқув қулланма. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. - 287 б.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М.: Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б., 2т. - 467 б.
4. Radjabova G.G', Levitskaya Yu.V., Komilova N.R., Qosimov M.M. Biofizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. Uslubiy qo'llanma. Toshkent: Universitet, 2016. - 64 b.
5. Умарова Ф.Т., Раджабова Г.Г., Атамуратова Н.Р., Касымов М.М. Методическое указание к лабораторным занятиям по биофизике. Ташкент: Университет, 2020. – 112 с.
6. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
7. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

## MUNDARIJA

Soʻz boshi.....		3
Laboratoriya tadqiqotlarining umumiy qonuniyatlari.....		4
1-lab.	Ochiq sistema barqaror statsionar holatning entropiyasi.....	6
2-lab.	Suyuqliklarning sirt tarangligini aniqlash.....	10
3-lab.	Sirt aktiv moddalar eritmalarida mitsella hosil boʻlishining kritik kontsentratsiyasini aniqlash .....	15
4-lab.	Biologik suyuqliklarning osmotik bosimlarini aniqlash.....	20
5-lab.	Baqa yuragining harorat koeffitsenti va aktivlanish energiyasini aniqlash.....	31
6-lab.	Xlorid kislota eritmalarida kelib chiqadigan diffuzion potentsiallar farqini o'lchash va hisoblash.....	37
7-lab.	Olma po'stida yuzaga keladigan potentsiallar farqini o'lchash.....	42
8-lab.	Qurbaqa ko'ndalang-targ'il muskulida yuzaga keladigan shikastlanish potensialini o'lchash.....	46
9-lab.	Kollodiy membrana orqali vujudga keladigan potentsiallar farqi.....	52
10-lab.	Achitqi zamburug'ining elektroforetik tezligi va $\zeta$ -potensialini aniqlash.....	56
11-lab.	Biologik suyuqliklarning optik zichligini o'lchash.....	61