

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

BIOLOGIYA KAFEDRASI



B I O F I Z I K A

fanidan

O'quv-uslubiy majmua

Bilim sohasi:	100000 – Gumanitar soha
Ta'lim sohasi:	140000 – Tabiiy fanlar
Ta'lim yo'nalishi:	5140100 - Biologiya

Guliston - 2022

Ushbu o'quv-uslubiy majmua 5140100-biologiya bakalavryat ta'lim yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan. O'quv-metodik majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 29.08.2020 yil tasdiqlangan Biofizika fani namunaviy dasturi (№ BD-5140100-2.11) talablari asosida tayyorlangan.

Tuzuvchi: A.T.Karimqulov - biologiya fanlari nomzodi, dotsent

Taqrizchi: H.H.Qo'shiev - biologiya fanlari doktori, professor

O'quv-uslubiy majmua Guliston davlat universiteti O'quv metodik Kengashi tomonidan (_____2022 yil ____ - bayonnoma) ko'rib chiqilgan va o'quv jarayonida qo'llashga tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

1	SO'Z BOSHI.....	4
2	MA'RUZALAR.....	5
3	LABORATORIYA MASHG'ULOTI MAVZULARI.....	95
4	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	116
5	GLOSSARIY	117
6	ILOVALAR.....	127
7	Fan dasturi.....	128
8	Ishchi fan dasturi.....	138
9	Testlar.....	147
10	ON va YAN savollari.....	172

So'z boshi

Bugungi kunga kelib, ilm-fan va ishlab chiqarishning tez sur'atlar bilan rivojlanishi, fanlarning integratsiyalanish tendentsiyasi va shular asosida yangi fan sohalarining paydo bo'lishi bo'lg'usi biologlarning oliy ta'lim muassasalarida konkret fan sohaları bo'yicha olgan bilimlarining tezda eskirib qolayotganligini ko'rsatmoqda.

Respublika Oliy ta'lim muassasalari oldiga fan asoslarini puxta o'zlashtirgan, o'z ustida mustaqil ishlash ko'nikmasi va ijodkorona fikr yuritish qobiliyatiga ega mutuxassis tayyorlashdek dolzarb masalani vazifa qilib qo'ymoqda.

Hozirgi davrga kelib, biofizikaning yondosh fanlar – fizika, fizikaviy kimyo va matematika bilan aloqa doirasining tobora kengayib borishi, bir tomondan, uning tez sur'atlar bilan rivojlanishini ta'minlasa, ikkinchi tomondan, nafaqat biologiya, shu bilan bir qatorda meditsina, farmokologiya va qishloq xo'jaligi, umuman biologiyaga asoslangan sohalarga ham chuqurroq kirib borishini ta'minlab, o'sha sohalar uchun talab etiladigan fundamental bilimning muhim elementini tashkil etgani holda, ularga oid muammolarning hal etilishida nazariy baza sifatida xizmat qilmoqda.

Ushbu majmua Oliy ta'lim bakalavriat bosqichi biologiya yo'nalishining kasbiy fanlar bloki o'quv rejasiga kiritilgan biofizika kursining namunaviy dasturi asosida yozilgan bo'lib, universitetlarning biologiya yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Majmua O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2017 yil 1 martdagi 107-buyryg'ida keltirilgan ilova talablari asosida tayyorlangan bo'lib, ma'ruza mavzulari, laboratoriya mashg'uloti mavzulari, mustaqil ta'lim mashg'ulotlari, glossariy va ilovalar deb ataluvchi qismlardan iborat.

MA'RUZA MAVZULARI

1-MAVZU: BIOFIZIKA FANIGA MUQADDIMA

Reja

1. Biofizikaning predmeti va vazifalari
2. Biofizikaning bo'limlari
3. Biofizik tadqiqotlarning usullari
4. O'zbekistonda biofizikaning rivojlanishi

1.Biofizikaning predmeti va vazifalari

Biofizika fani yosh fanlardan bo'lib, akademik Frank so'zi bo'yicha u "barcha biologiya fanlarining nazariy poydevori" dir. Tabiiy fanlarning jadal sur'atlar bilan rivojlanishi, ularning boshqa fanlarga kirib borishi, bilimlarning yangi sohalarining kelib chiqishi zamonamizning xarakterli xususiyatidir. Fizika va texnika fanlarining taraqqiyoti boshqa fanlar qatori biologiyaga ham katta ta'sir ko'rsatmoqda. Fizikaviy uslublar va tahlillar barcha tabiiy fanlarda, shu jumladan biologiyada ham keng miqyosda qo'llanishi natijasida biologik tizimlarda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlarni va fizik omillarni tirik organizmlarga ta'sirini o'rganuvchi biofizika fani rivojlandi va u hozirgi vaqtda fundamental biologik fanlarning biri bo'lib hisoblanadi.

Biofizikaviy tadqiqotlarning predmeti bo'lib biopolimerlarning strukturasi va xossalari, tabiiy va sun'iy membranalar, ion kanallari, murakkab tuzilgan biologik tizimlar hisoblanadi. Biofizika o'z ichiga alohida olingan makromolekulalarning tuzilishi va xossalarini o'rganishdan tortib, biosfera darajasida kechadigan murakkab jarayonlarning mexanizmi va ichki dinamikasigacha bo'lgan muammolarni qamrab oladi. Shu bilan birga biologiya, tibbiyot va qishloq xo'jaligida keng miqyosda qo'llaniladigan tadqiqotlarning fizikaviy uslublarini o'rganadi. Ushbu muammolarning barchasi tabiat qonunlarining birligini, tirik organizmlarga nisbatan fizikaviy qonunlarning tatbiq etilishini tushunishga yordam beradi.

Biomolekulalar, membranalar va tirik tizimlar uchun xarakterli bo'lgan fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarning mexanizmlarini, ularga tashqi fizik ta'sirotlarni o'rganish biofizikaning asosiy vazifalardan biridir. Biologik qonunlar asosan fizikaviy kimyo qonuniyatlariga asoslanadi. Biologiyaga ushbu qonuniyatlardan tashqari, qandaydir boshqacha kuchlar; maydonlar, maxsus energetik kuchlar va shu kabilar ta'sirida qaraydigan fikrlar hali ham mavjud. Masalan, turli xil ekstrasesnsalar, "bioenergetiklar" va biomaydon yoki kosmik energiya yordamida aniq fanni buzib, undan o'z maqsadlarida foydalanayotganlar oz emas. Hozirgi zamon biofizikasi esa ro'y berayotgan hodisalarni aniq qonuniyatlar va dalillar asosida tushuntiradi. Shuningdek, biofizika organizmlarda kechadigan qon aylanish, nafas olish, harakat, ko'rish va eshitish kabi fiziologik jarayonlar mexanizmlarini o'rganadi. Bu fan bevosita boshqa tabiiy fanlar bilan uzviy bog'liq, masalan, fizika, biokimyoy, anorganik va organik kimyo, kolloid kimyo, o'simliklar fiziologiyasi, hayvonlar va odam fiziologiyasi, tibbiyot va boshqa shu kabi fanlar erishgan yutuqlaridan foydalanadi va o'z qonunlari va uslublari bilan ushbu fanlar o'rganadigan

jarayonlarni tushuntirib beradi. Biofizika fani amaliy jihatdan turli xil kasalliklarga tashhis qo'yish uchun elektrokardiografiya, rentgenografiya, qon bosimini o'lchash asboblardan foydalanishga, izotoplar, ultratovush, lazer, ultrabinafsha nurlar kabi uslub va vositalarni ishlab chiqishga asos bo'ldi. Biofizika yutuqlaridan qishloq xo'jaligida yuqori samaradorlikka erishish uchun foydalanilmoqda. O'simlik urug'larini elektromagnit maydonlari bilan, yoki infraqizil nur bilan ishlov berish hosildorlikni oshirishga xizmat qiladi.

Biofizika o'z muammolarini boshqa fan sohalari yutuqlari bilan hal qiladi va o'ziga yaqin turgan fanlarni rivojlanishiga turtki bo'ladi. Hozirgi vaqtda meditsina, ekologiya, fiziologiya, qishloq xo'jaligi va boshqa yondosh fanlarning taraqqiyoti biofizikaning rivojlanishi va uning uslublarini tadbqiq qilish bilan bog'liq.

2. Biofizikaning bo'limlari

Biofizika fani bir necha bo'limlarga bo'lib o'rganiladi, lekin bu bo'limlar bir-biri bilan o'zaro bog'liq va hech qanday chegara bilan ularni ajratish mumkin emas. Molekulyar biofizika, membranalar biofizikasi, hujayraviy jarayonlar biofizikasi, qisqaruvchan tizimlar biofizikasi, bioenergetika, fotobiologiya, radiobiologiya, biologik jarayonlar kinetikasi, termodinamika va murakkab tizimlar biofizikasi biofizikaning asosiy bo'limlardir.

Molekulyar biofizika biomolekulalarning fazoviy tuzilishi va xossalarini, ularning o'zaro ta'sir kuchlarini o'rganadi. Ayniqsa, makromolekulalar tuzilishi va funktsiyasini o'rganishning ahamiyati katta bo'lib, oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar va boshqa biopolimerlarning hayotdagi rolini tushunishga yordam beradi.

Membranalar biofizikasi biomembranalarning tuzilishi va fizikaviy xususiyatlarini, sun'iy membranalar tuzilishi va xossalari, membrana potentsiallarining hosil bo'lish qonuniyatlari o'rganadi. Membranalardan moddalarni passiv va aktiv transporti, diffuziya va o'tkazuvchanlik, ion kanallarining tuzilishi va xususiyatlarini ham membranalar biofizikasi bo'limida o'rganiladi.

Hujayraviy jarayonlar biofizikasi hujayrada kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlarni o'rganadi. Bu bo'limning ahamiyati shundaki, har bir to'qima hujayralardan tuzilgan va ular faoliyatida kechadigan jarayonlarni biofizika fanisiz o'rganish va tushunish mumkin emas. Masalan, hujayra membranasini o'tkazuvchanligi, muskullar qisqarishi, nerv impulsi hosil bo'lishi va tarqalishi, retseptsiya, fotosintez, energiya almashuvi va hokazo. Hujayra biofizikasi membranalar biofizikasi va molekulyar biofizika bilan uzviy aloqada ish olib boradi. Tinchlik va harakat potentsiallarini hosil bo'lishi va tarqalishi, sinapslarning tuzilishi va potentsiallarni ulardan o'tishini o'rganish elektrofiziologiya va neyrofiziologiyada ahamiyatga ega.

Qisqaruvchan tizimlar biofizikasi mushaklarning ultrastrukturasi, qisqarishning molekulyar mexanizmlari, mushaklar mexanikasini o'rganadi.

Bioenergetika tirik tizimlarda energiya hosil bo'lishi, transformatsiyasi (bir turdan ikkinchi turga aylanishi) va sarflanish qonuniyatlarini o'rganuvchi bo'limdir.

Hujayrada ATF sintezini bog'lovchi membranalar – mitoxondriya, xloroplastlarning tilakoid va ba'zi mikroorganizmlar membranalarida elektrokimyoviy potentsiali hisobiga hosil bo'lishi XX asr biofizikasining erishgan yutuqlaridan biridir.

Radiobiologiya tirik tizimlarga (albatta, organizmlarga ham) ionlashtiruvchi nurlar ta'siri qonuniyatlarini o'rganuvchi biofizikaning bo'limidir. Radioaktiv nurlar avvalo, biologik molekulalarni fazoviy tuzilishiga va oqibatda xossalariga, membranalariga, hujayra va uning organoidlariga ta'sir qiladi va tirik tizimlar faoliyatini izdan chiqaradi.

Fotobiologiya bo'limi esa fotokimyoviy reaksiyalar va jarayonlar, bunda energiyaning uzatilishi va almashinishi, fotosintez mexanizmini, turli xil to'lqin uzunligidagi nurlarni biologik tizimlarga ta'sirini o'rganadi.

Murakkab tizimlar biofizikasi biror organ, organizm, tur, populyatsiyalarda bo'ladigan murakkab jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini va ularga turli xil fizik omillarning ta'sirini o'rganadi. Murakkab tizim deganimizda nafaqat organizm, populyatsiya, balki biogeotsenoz yoki biosfera ham tushuniladi. Murakkab tizimlar biofizikasi biologiya fani nazariyalarilari bilan ish ko'radi. Masalan, Ch.Darvinnig evolyutsion ta'limoti bo'yicha turlarning kelib chiqishida tashqi ta'sirlarning (quyosh nuri, bosim, shamol, radioaktiv nurlar) ahamiyati katta. Murakkab tizimlar biofizikasi rivojlanish, ya'ni filogenez va ontogenez qonuniyatlari bilan birga tashqi omillarning o'rganilayotgan tizimlarga ta'sir qilish mexanizmlarini ham o'rganadi. Biofizikaning ushbu bo'limi kibernetikadan, matematik modellashdan keng foydalanadi.

3.Biofizik tadqiqotlarning usullari

Albatta har bir fanning rivojlanishi, u foydalanadigan uslublarga bevosita bog'liqdir. Quyida zamonaviy biofizikaning ayrim usullari haqida ma'lumot berilgan.

Elektron mikroskopiya usuli bilan makromolekulalar, membranalar, hujayraorganoidlarining holati, shakl va o'lchamlari aniqlanadi.

Spektrofotometriya usuli eritmalardan o'tgan nurning bir qismini yutilishini o'lchashga asoslangan. Ushbu usul bilan modda konsentratsiyasi o'lchanadi, ularning ikkilamchi strukturasini, molekula ayrim guruhlarini ionlashuvini o'rganiladi.

Rentgen nurlari difraktsiyasi usuli bilan biomolekulalarning fazoviy strukturasini, ularning shakli va o'lchamlari, ikkilamchi struktura elementlarining orientatsiyasi aniqlanadi.

Fluorestsent zondlar usuli. Ushbu usulda maxsus kimyoviy organik modda zondlardan foydalaniladi. Zond "tikilgan" biomolekulaga ma'lum bir to'lqin uzunligidagi nur bilan tasir ettirganimizda, ushbu molekula qo'zg'aladi va o'zidan boshqa to'lqin uzunligidagi nurni chiqaradi va ushbu nurni fluorimetr asbobi bilan o'lchanadi. Fluorestsentsiya usuli bilan makromolekulalarning konformatsion holati, xromofor guruhlarining harakatchanligi, ba'zi ionlar transporti o'rganiladi.

Doiraviy dixroizm usuli asosida qutblangan nurning optik aktiv molekulaga ta'siri yotadi. Makromolekulalarning turli qismlari anizotrop bo'lganligi sababli nurni turlicha yutadi, hamda ushbu spektrlarni yozib olish mumkin.

IK-spektroskopiya usullari bilan makromolekulalarning ikkilamchi strukturasini va to'lqinsimon dinamikasi o'rganiladi.

Differentsial spektrofotometriya usuli makromolekulalarning konformatsion holati, xromofor guruhlarining erituvchi molekulalari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

Elektron paramagnit rezonans (EPR) usuli bilan makromolekulalar konformatsiyasini, strukturalar va gidrat qavatlarini lokal harakatchanligini aniqlanadi.

Yadro magnit rezonans usuli makromolekulalar va ayrim guruhlarining konformatsiyasini, dinamik xossalari, ligandlarning bog'lanish darajasini aniqlaydi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan usullardan tashqari **potentsiometriya, rN-metiya, fotometriya va polyarografiya** usullardan biofizikada keng foydalaniladi.

4.O'zbekistonda biofizikaning rivojlanishi

Biofizika fanining shakllanishida ko'pgina fizik, kimyogar va fiziolog olimlarning xizmatlari katta bo'ldi.

XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida biofizika alohida fan sifatida o'rganila boshlandi. Gelmgoltsning biologiyada termodinamika hamda energetika muammolari, sezgi organlari va qo'zg'alishni nerv tolalari bo'yicha o'tishi ustida ilmiy ishlari, fiziolog olim I.M. Sechenovning fiziko-kimyoviy metodlarni o'rganish, nafas olish jarayoni dinamikasi, biologik suyuqlik va gazlar aralashmasini hisoblash kabi tadqiqotlari alohida ahamiyatga ega. Shu davrga kelib fizkolloid kimyo yutuqlarini biologiyada qo'llash natijasida muhim jarayonlarning mexanizmlarini tushunishga va ilmiy asoslarini yaratishga muvaffaq bo'lindi. Biofizikani fan sifatida tan olinishida, olimlar Lyob va Shadelarning xizmatlari katta bo'ldi. Lyobning partenogenez va serpushtlilikning fizik-kimyoviy asoslarini, ionlar ontogonizmini fizik kimyoviy nuqtai nazardan o'rganishi katta ahamiyatga ega bo'ldi. Shade yallig'lanishning fizik kimyoviy asoslarini o'rgandi.

Rossiyada XIX asrning 20 - yillarida olimlardan P.P.Lazarev, S.I.Vavilov, P.A.Rebinder, N.K.Koltsova, V.V. Efimov, S.V.Kravkovlarning fundamental tadqiqotlari natijasida o'ziga xos biofizika maktabiga asos solindi. O'tgan asrning o'rtalarida biofizikaning rivojlanishida sobiq Ittifoq Fanlar akademiyasining Biofizika instituti, M.V.Lomonosov nomidagi Moskva Davlat universiteti Biofizika kafedrasida ilmiy xodimlarining tadqiqotlari katta ahamiyatga ega bo'ldi.

O'zbekistonda birinchi bor 1962 yilda akademik Yo.X. Turaqulov Toshkent Davlat universitetida biokimyo va biofizika kafedrasini ochdi. Ushbu kafedrada mutaxassislar tayyorlana boshlandi. 1979 yil esa ushbu kafedradan akademik B.O.Toshmuhamedov rahbarligida Biofizika va tabiatni muhofaza qilish kafedrasida ajralib chiqdi. O'zbekiston biofizika maktabini asosiy yo'nalishi biologik membranalarda ionlar transporti va biologik faol moddalarning ta'sir qilish mexanizmlarini o'rganishdan iborat.

Biofizikani rivojlanishida O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti o'z o'rniga ega. 1985 yil may oyida, O'zR FA Fiziologiya instituti va O'zR FA Biokimyo institutining Biofizika bo'limini birlashishi natijasida, O'zR FA Fiziologiya va biofizika instituti (FBI) tashkil topdi.

Keyingi yillarda O'zbekistonda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat bo'ldi: biologik membranalarning tuzilishi va funksiyalarini fizik-kimyoviy asoslarini o'rganish (B.O.Toshmuhamedov, Z.U.Bekmuhamedova, M.M.Raximov, M.U.To'ychibaev, E.M.Maxmudova), ionlar va metabolitlarning transportining molekulyar mexanizmlari (A.Q.Qosimov, K.S.Safarov, O.V.Krasilnikov, R.Z.Sobirov, M.V.Zamaraeva), qo'zg'aluvchan

membranalarning ion kanallari va neyoretseptorlarini (P.B.Usmanov, Dj.Kalikulov), biologik faol moddalarning tuzilishi va ta'sir qilish mexanizmlari (T.F.Aripov, U.Z.Mirxo'jaev, B.X.Saloxutdinov, B.Ibragimov) bioenergetika va bog'lovchi membranalar funktsiyasi (A.I.Gagelgans, M.X.Gaynutdinov, M.I.Asrarov), fotobiologik jarayonlar (E.E.Gussakovskiy, I.G'.Axmadjonov).

Hujayra fiziologiyasi va neyrofiziologiya, biologik membranalaridan ionlarning transportini molekulyar mexanizmlari, hujayra faoliyatini boshqarilishi va biologik faol birikmalar ta'sir qilish mexanizmlari kabi sohalarda tadqiqotlarning rivojlanishiga O'zR FA FBI jamoasi tomonidan katta hissa qo'shildi. Institut xodimlari tomonidan aksonal, pre- va postsinaptik ta'sirga ega, turli xil ion kanallariga va retseptorlarga ta'sir qiluvchi yangi neyrotoksinlar aniqlandi. Ushbu neyrotoksinlar yordamida ba'zi bir ion kanallari va neyoretseptor tiplarining strukturasi, funktsiyasi va boshqarilish mexanizmlari o'rganildi. Fiziologik faol moddalar, jumladan, gormonlar, yurak glikozidlari va alkaloidlarni biologik membranalarda ionlar transportiga ta'sir qilish mexanizmlarini o'rganildi. Ba'zi bakteriya toksinlaridan hosil bo'lgan ion kanallarining strukturasi va faoliyati qonuniyatlari ochildi, ionlar transporti va oksidlanishli fosforlanishning hujayradagi tabiiy regulyatorlari topildi.

Nazorat uchun savollar

1. Biofizika fani nimani o'rganadi?
2. Biofizika qanday bo'limlarga bo'lib o'rganiladi ?
3. Biofizika fanining boshqa fanlar bilan aloqadorligi.
4. Biofizikada qanday usullar qo'llaniladi ?
5. O'zbekistonda biofizika fanining rivojlanishi.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

2-MAVZU: BIOLOGIK JARAYONLAR TERMODINAMIKASI

Reja

1. Kimyoviy termodinamika asoslari. Termodinamik potentsiallar.
2. Muvozanatga yaqin jarayonlar termodinamikasi.
3. Muvozanatdan uzoq jarayonlar termodinamikasi.

Birinchi savol bayoni.

Termodinamikaning 1 - qonuniga binoan, sistema tomonidan tashqi muhitdan yutilgan issiq δQ uning ichki energiyasini o'zgartirish dU va sistema tomonidan bajariladigan (hajmini o'zgartirish dV uchun tashqi P - bosimga qarshi bajariladigan ish PdV hamda kimyoviy o'zgarishlar bilan kechadigan maksimal foydali δA_{\max} ishdan iborat) umumiy ish δA ga sarflanadi:

$$\delta Q = dU + PdV,$$

bu erda ish

$$\delta A = \int PdV$$

yoki:

$$\delta Q = dU + PdV \quad (1).$$

Bunda, sistemadagi issiq miqdoriga mos, yangi holat funksiyasi - **entalpiya** . ($H = U + PV$) ni kiritish foydali, ya'ni $dH = dU + PdV$.

Aynan mana shu yangi funksiya, termokimyo qonuni (**Gess qonuni**) asosida yetib, unga binoan, kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti $-\delta Q$ reaksiyaning dastlabki moddadan reaksiya mahsulotigacha bosib o'tadigan yo'li emas, faqat oxirgi va dastlabki holatlar entalpiyalariaro farq bilan belgilanadi. Mazkur qonun yordamida organizmda kechadigan murakkab biokimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektini, uning bosqichlari haqida tasavvurga ega bo'lmasdan turib, faqat dastlabki va oxirgi mahsulotlarga doir ma'lumotlar asosida aniq hisoblab topish mumkin. Gess qonuni ovqat mahsulotlarining kaloriyasini hisoblashda ham qo'llaniladi.

Termodinamikaning birinchi qonunining tajribada tekshirilishi, maxsus kalorimetrlarda metabolizm jarayonida organizmdan tashqariga chiqariladigan issiqni o'lchash yo'li bilan amalga oshirilgan. Ma'lum bo'ldiki, organizm tomonidan bir sutka davomida ajratilgan issiq (1859 kkal), uning qabul qilgan ovqat mahsulotlarida mujassamlangan energiyaga (1879 kkal) mos keladi. Shu tarzda isbotlangan 1-qonun organizm bu u yoki bu xildagi energiya mustaqil manbai emas degan xulosaga olib keldi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Muvozanatlanuvchi (qaytar) jarayonlarda entropiyaning kichik miqdorda o'zgarishi dS - sistema tomonidan yutilgan issiqqa $\delta Q/T$ teng, ya'ni $dS \geq \delta Q/T$, bo'lsa, muvozanatlanmagan (qaytmas) jarayonlarda esa undan katta ya'ni $dS > \delta Q/T$

Demak, izolirlangan sistemalarda kechadigan qaytar jarayonlarda $dQ=0$, qaytmas jarayonlarda esa $dS>0$ bo'lishi bilan xarakterlangan. Aynan mana shuning o'zi izomerlangan sistemalar pda entropiyaning maksimal miqdor tomon o'sa borib, termodinamik muvozanat qaror topishi bilan tamomlanadigan qaytmas jarayonlar evolyusiyasining kriteriyasidir. Entropiyaning o'sishi sistema tartiblanganligining kamayishini bildiradi.

Entropiyaning ehtimolli xarakteri. Entropiya sistemaning makroskopik darajadagi betartibligigina emas, molekulyar xaosning ham o'lchovidir. L.Bolsman har qanday makroskopik holat entropiyasi S , o'sha holat joriy etilishining ehtimolliги bilan bog'liq deb faraz qiladi. Bitta makroholat ko'p sonli makroholatlar evaziga amalga oshadi. Aynan o'sha son (w) - **termodinamik ehtimollik** deb ataladi. (U matematik ehtimollikdan farqlanib, butun va katta sonlar bilan ifodalanadi) Entropiya bilan termodinamik ehtimollik o'rtasidagi aloqa formula

$$S = k \ln w$$

orqali ifodalanib, bu erda k -Bolsman doimiysi ($kq1,3806h10$ DjG'K).

Biokimyoviy jarayonlar energetikasi hisob-kitobida **Gelmgols erkin energiyasi** (F) F q $U - TS$ va to'la termodinamik potensial, ya'ni **Gibbs erkin energiyasi**: G q $UqpV - TS$ katta ahamiyatga ega.

Agarda jarayon T, V q *sonst* sharoitda kechsa, u holda maksimal ish

$$\delta A'_{max} \leq -d(U - TS) q TdS - dU q -(dF)_{T,V}$$

T, r q *sonst* sharoitda esa,

$$\delta A'_{max} \leq -d(U q pV - TS) q TdS - dU - pdV q -(dG)_{T,P},$$

bo'lib, tengsizlik alomati jarayonning qaytmasligini bildiradi.

Shunday qilib, qaytmas jarayonlarda, maksimal foydali ishning $\delta A'_{max}$, bajarilishi, Gelmgols yoki Gibbs energiyasining kamayishi bilan beradi. Eslatib o'tamiz, odatdagi biokimyoviy o'zgarishlar o'zgarmas hajm sharoitida ($dVq0$) amalga oshadi va shuning uchun bunday hollarda dF va dG , bir xil kattalikka ega bo'ladi. Demak, klassik termodinamika har xil biologik jarayonlarning energiyaviy effektini hisoblash hamda shu asosda birga kechish imkonini aniqlashga yordam beradi.

ΔG va ΔF -ni aniqlashning har xil usullari mavjud bo'lib, ular fizikaviy kimyo kursida batafsil ko'zdan kechiriladi. Masalan, sistemadagi ikki tarkibiy qismlar redoks potentsiallar farqi (ΔE , B) ma'lum bo'lsa, elektronning redoks potentsiali manfiy tarkibdan, redoks potentsiali musbat tarkibga o'tishi munosabati bilan ularga mos erkin energiya o'zgarishini (ΔG_0) hisoblab topish mumkin.

$$\Delta G_0 q nF\Delta E,$$

bu erda n -o'tgan elektronlar soni, F - faradey soni (96,5 kDjG'V). Agarda u yoki bu reaksiya davomida aralashmaning dastlabki muvozanatlanmagan holatdan oxirgi muvozanatlangan holatga o'tishiga mos ΔG kamayishini, ya'ni ΔG_0 ni hisoblab topish mumkin.

Agarda, $A \rightleftharpoons V$ tip reaksiya berilgan bo'lsa, ΔG teng

$$\Delta G q -\Delta G_0 Q RT\ln(BG'A),$$

bu erda ΔG_0 -standart erkin energiya bo'lib, u teng $\Delta G_0 q -RT\ln K$.

Shunga binoan

$$\Delta G q - RT\ln K Q RT\ln(BG'A)$$

Agarda olingan modda va mahsulot konsentrasiyalari o'zaro teng bo'lsa, ya'ni AqV , u holda tenglamaning ikkinchi hadi nolga aylanadi ($\ln(BG'A) Q \ln 1 q 0$). Shunga muvofiq, jarayonda erkin energiyasining o'zgarishi, uning muvozanat konstantasiga bog'liq bo'lib qoladi, ya'ni $\Delta G q -\Delta G_0$ va $\Delta G_0 q -RT\ln K$

Bu erda R - gaz doimiysi (1,987 kalG'KG'mol yoki 8,314 DjG'KG'mol). Masalan, *glyukozo-1-fosfat* \leftrightarrow *glyukozo-6-fosfat* reaksiyasining muvozanat konstantasi $Kq17$. Shunga binoan mazkur reaksiya davomida $\Delta G_0 q -1700$ kalG'mol bo'lib, u <0 . $\Delta G <0$ ham, reaksiya standart sharoitda o'zligidan kechib, muvozanat o'ng tomonga yo'nalgan deganni bildiradi, ya'ni $Kq17 >> 1$.

Fosfat kislota qoldig'ining ATFdan gidro'liz natijasida suvga o'tkazilishi, ya'ni *adenozin-F~F~F* q $N_2O \leftrightarrow$ *adenozin-F~F* q N_3RO_4 ,

ham shu xil reaksiyalardan bo'lib, reaksiyaning $-\Delta G_0$ q 7-9 kkalG'mol bilan xarakterlanadi.

Odatda, modda va elektr zaryadining tashilish jarayonida, $\Delta \bar{\mu}$ kattalikning o'zgarishi, elektr kimyoviy potensial o'zgarishi orqali hisoblab topiladi, ya'ni $\Delta G q n \cdot \Delta \bar{\mu}$

bu erda n -modda mol miqdorining soni.

Elektrokimyoviy potensial $\bar{\mu}$ -bir mol modda (μ) va u bilan 1 mol (96,5000 kulon) zaryad tashilganda bajariladigan ishga (A_{el}) ekvivalent kattalik bo'lib, umumiy holda $\bar{\mu} q \mu q A_{el}$.

bu erda $\mu q \mu^o Q RT \cdot \ln c$ bo'lib, μ^o - standart kimyoviy potensial, elektr ish esa $A_{el} q z \cdot F \cdot \varphi$, z -zaryad soni, F -Faradey soni, φ - elektr potentsiali.

Masalan, zaryadli zarracha (N^Q)ning membrana orqali, birinchi fazaga teshib o'tkazilganda ikkinchi fazadan elektrokimyoviy potensial o'zgarishi

$$\Delta \mu_{2-1} q \Delta \mu_{2-1} Q A_{el} q \mu^o_2 - \mu^o_1 Q RT \cdot \ln(c_2 G'c_1) q z \cdot F \cdot \Delta \varphi_{2-1}$$

Standart kimyoviy potentsiallar $\mu^o_2 q \mu^o_1$ holida tashilish paytida moddaning kimyoviy xossalari o'zgarmasa, tenglama

$$\Delta \mu_{2-1} q RT \cdot \ln(c_2 G'c_1) Q z \cdot F \cdot \Delta \varphi_{2-1} \text{ ko'rinishga keladi.}$$

Jarayonlar ΔG_0 kattaliklarini o'zaro solishtirib, ulararo bog'lanish bor yo'qligini, ya'ni bir jarayon ΔG_0 kattaligining oshib (ergashuvchi jarayon) borishi, ikkinchi bir ergashtiruvchi jarayon ΔG_0 kattaligining kamayish bilan borish imkonini aniqlash mumkin.

Masalan, nafas jarayonida glyukoza molekulasi oksidlanishi erkin energiyaning kamayishi bilan kechadi, ya'ni $\Delta G_0 q$ -678 kkal.mol⁻¹. Bu esa, fotosintez jarayonida suv bilan karbonat angidrididan glyukozaning hosil bo'lishidagi ΔG_0 -kattaligining oshishiga teng.

Shunday qilib, fotosintezning nafas bilan bog'lanishi termodinamika nuqtai - nazaridan mumkin bo'lgan holdir. Mazkur yondashish boshqa jarayonlarning ham bog'langan yoki bog'lanmaganligini aniqlash uchun qo'llaniladi. Eslatib o'tish lozimki, barcha hollarda so'z jarayonning amalda, mazkur molekulyar mexanizmiga binoan kechishi haqida emas, balki faqat uning termodinamik ehtimolligi haqida borishi mumkin, xolos. Ammo bunday yondashuv reaksiya davomida yoki reaksiyalarning bog'lanish hollarida erkin energiyaning o'zgarishini to'g'ridan-to'g'ri inobatga ola olmaydi, albatta.

Nazorat topshiriqlari

1. Termodinamikaning 1- va 2-qonunlari mohiyati.
2. Entropiyaning ehtimollik xarakteri.
3. Termodinamik potentsiallar: Gelmgols va Gibbsning erkin energiyalari.
4. Gibbs erkin energiyalarining biokimyoviy jarayonlarda qo'llanilishi.

Ikkinchi savolning bayoni.

Klassik termodinamikaning vaqt omilini chetlab o'tadi, chunki vaqt cheksizlikka intiladi. Ammo, tirik organizmda kechadigan barcha jarayonlar tezligi o'zaro kuchli darajada farqlanadi. Masalan, diffuziya glikoliz yoki nerv (muskul) qo'zg'alishiga

nisbatan sekin kechadi. Ammo ochiq sistemaning statsionar holatida tezlik o'zgarmas kattalikga ega bo'lib, vaqt davomida doimiy bo'lib qoladi. Aynan mana shunday hol statsionar holatdagi sistema xossalari o'zgarmasdan saqlanishi bilan xarakterlanadigan termodinamik muvozanat bilan o'xshashligini tashkil etadi. Izolirlangan sistemaning evolyusiyasi, termodinamik muvozanat tomon yo'nalib entropiyaning maksimumga, ($S \rightarrow \max$), erkin energiya minimumga ($\Delta G_0 \rightarrow 0$) intilishi bilan borib oxirgi natijada bunday hol sistemani inqirozga olib keladi.

Termodinamika ikkinchi qonunini klassik ta'rifi, bir qarashda, hayot faoliyat jarayonlari prinsiplariga ziddiyat ko'rinadi. Haqiqatdan ham, tirik organizmning o'sish va rivojlanish davrlarida tartiblanganlik va murakkablashish o'zligidan kechadi. Bunday hol, termodinamika ikkinchi qonuni ta'kidlaganidek, entropiyaning oshishi emas, balki uning kamayishi bilan kechadi. Aslida, tirik organizm ochiq sistema bo'lgani uchun, bunday sistema umumiy entropiyaning o'zgarishi (dS), unda kechadigan jarayonlarning qaytarmasligi bilan shartlanib, shakllanadigan entropiya (diS) va uning tashqi muhit bilan aloqasi tufayli yuzaga keladigan entropiya (deS) dan tashkil topadi, ya'ni

$$dS = diS + deS.$$

Izolirlangan sistemalarda $deS = 0$ shunga muvofiq, ikkinchi qonunga binoan, bunday sistemalar entropiyasining o'zgarishi $dS = diS > 0$.

Hujayra metabolizmda, har doim diS va deS -ga mos jarayonlarni topish mumkin. Masalan, glyukoza va boshqa oziq moddalarning tashqaridan kirib kelishi va ular oksidlanishidan hosil bo'lgan mahsulotlarning tashqariga chiqarilishi shu xil jarayonlardir. Fotosintezda yorug'lik erkin energiyasining sarflanishi, SO_2 va N_2O dan glyukoza molekulasi sintezlanishiga olib keladi, ya'ni $deS < 0$. Glyukozaning hujayrada parchalanishi esa entropiyaning oshishiga ($dS > 0$) olib keladi. Xullas, ochiq sistema entropiyasining umumiy o'zgarishi oldingi tenglamaga mos keladi. Mazkur tenglamaga vaqt parametrining kiritilishi ochiq sistema entropiyasining umumiy o'zgarishi emas, balki, uning vaqtga bog'liq o'zgarishi, ya'ni tezligi haqida ma'lumot beradi, ya'ni

$$\frac{dS}{dt} = \frac{deS}{dt} + \frac{diS}{dt}$$

Agarda $deS/dt < 0$ va $|deS/dt| > diS/dt$, bo'lsa, sistemada entropiya hosil bo'lishining umumiy tezligi $dS/dt < 0$ bo'ldi, ya'ni manfiy entropiyaning kirib kelish tezligi, musbat entropiyaning chiqib ketish tezligidan katta bo'ladi. Bordi-yu, buning aksi yuz bersa, ya'ni $|deS/dt| < diS/dt$ holatda $dS/dt > 0$ bo'lib, buning oqibatida ochiq sistema zavolga yuz tutadi.

Statsionar holatda, $deS/dt < 0$ va $|deS/dt| < diS/dt$, bo'lgani uchun $dS/dt < 0$, ya'ni sistemaning entropiyasi o'zgarmaydi.

Jarayonlar bog'langanligi. O'zligidan kechuvchi har qanday jarayon, erkin energiya kamayishi yo'nalishida amalga oshadi. Masalan, ATF, ADF gacha gidro'lizlanganda ("makroerg bog'" uzilishi evaziga) ΔG ancha kamayadi. Hujayrada kechadigan reaksiyalarning ko'pchiligi (biosintez moddalarning aktiv tashilishi va h.k.) erkin energiyasining ($\Delta G > 0$) oshishi bilan kechadi. Ular o'zligidan emas, balki $\Delta G < 0$ tip boshqa kimyoviy reaksiyalar bilan bog'lanish hisobiga amalga oshadi.

Jarayonlarning bog'lanishida, energiyani qayta o'zgartuvchi qurilma sifatida, ATFaza komplekslari ishlaydi. Modullar va elektr zaryadlarining bog'langan oqimlari biologik sistemalarda amalga oshib turadigan eng muhim oqimlardan hisoblanadi.

Ongazer aloqadorligi. Har qanday jarayonni umumlashgan kuch X (sabab) bilan umumlashgan oqim I (jarayon tezligi)ning ko'paytmasi tarzida xarakterlash mumkin. Shu asosda, jarayon entropiyasining o'zgarishi mazkur xarakterlar ko'paytmasi IX (quvvat) ko'rinishida ifodalanadi. Jarayon xarakteriga bog'liq holda, umumlashgan kuch X turli tabiatga ega bo'lishi mumkin: kimyoviy reaksiyalarda u kimyoviy yaqinlik (A), mexanikaviy jarayonlarda kuch (F), elektr hodisalarda-potensiallar farqi ($\Delta\phi$), issiq o'tkazuvchanlikda u harorat gradienti (ΔT) dir.

Agarda muvozanat yaqinidagi sistemada harakatlantiruvchi kuch va u tufayli yuzaga keladigan oqim kuchsiz bo'lsa, ulararo bog'liqlik proporsional xarakterga ega bo'ladi, ya'ni $Iq L X$, bu erda L - proporsionallik koeffisienti.

Faraz qilaylik, sistemada bir vaqtning o'zida ikki oqim, issiq oqimi - I_1 va moddaning diffuzion oqimi - I_2 hamda umumlashgan kuchlar, haroratlar farqi - X_1 va konsentrasiyalar farqi - X_2 mavjud bo'lsin. L.Ongazerga binoan, muvozanatga yaqin ochiq sistemada, har bir oqim faqat o'z harakatlantiruvchi kuchigina emas, boshqa oqimni harakatlantiruvchi kuchiga ham bog'liq bo'lib, bunday aloqadorlik diagonal koeffisientlar tengligi bilan xarakterlanib, oqimlar bir birini qo'llab turadi.

$$\begin{matrix} I_1 q L_{11} X_1 & Q L_{12} X_2 \\ I_2 q L_{21} X_1 & Q L_{22} X_2 \end{matrix}$$

bu erda L_{ij} -proporsionallik koeffisienlari.

Muvozanat yaqinida X_2 -ning I_1 -ga ko'rsatadigan ta'siri, X_1 -ning I_2 -ga ko'rsatadigan ta'siriga teng. Demak, ikki oqim muvozanat nuqtasida o'zaro bog'liq. Erkin energiyaning oshishi bilan kechadigan, oqim o'zligicha mumkin bo'lmay, u faqat ochiq sistemada kechadigan boshqa jarayon hisobiga amalga oshishi mumkin. Bunday hodisalarga glyukoza yoki aminokislotalarning konsentrasiya gradientiga qarshi, Na^Q gradienti evaziga tashilishini misol qilish mumkin. Oqimlar bog'langanligining mezoni sifatida **dissipativ funksiya**-ning ijobiy kattaligi ish beradi:

$$\psi = T \frac{diS}{dt} \geq 0$$

Jarayon bog'langanligining mezoni bo'lmish ana shu dissipativ funksiya energiyaning issiqlikka aylanib sochilishini ifodalaydi.

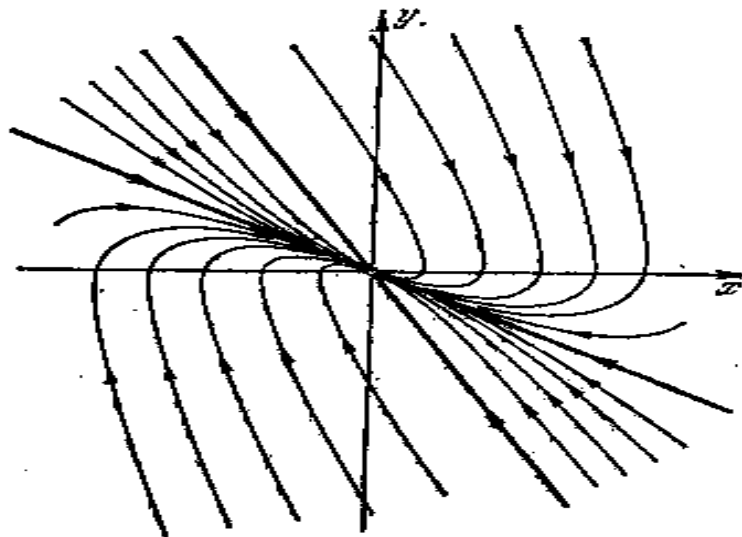


Рис. 15.4. Интегральные кривые для аperiodического затухания осциллятора с трением.

Prigojin teoremasi. Entropiyaning maksimumga intilishi muvozanatli jarayonlar termodinamikasining asosiy kriteriyasidir. (Klao'zius attraktori). Muvozanatga yaqin ochiq sistemaga xos ana shunday attraktor mavjudmi? Prigojin teoremasiga binoan, tashqi parametrlarning o'zgarish holida, statsionar holatda entropiya hosil qilish tezligi minimal kattalikka intiladi. (Entropiya hosil qilish tezligi doimiy bo'lib, uning kattaligi minimal). Aynan mana shuning o'zi **I.Prigojin teoremasidir**. Muvozanatga yaqin turgan ochiq sistemada kechadigan Ongazer aloqadorlik prinsipiga bo'ysunadigan qaytmas jarayonlar yo'nalishi kriteriyasi aynan mana shundan iborat.

Agarda sistema statsionar holatda bo'lsa, uning dissipativ funksiyasi $-T \frac{dS}{dt}$ minimal bo'lib, g'alayon tufayli sistemaning statsionar nuqtadan har qanday chetlanaishi, uning oshishiga sabab bo'ladi. Bunga javoban sistemadagi kuchlar va oqimlar shunday o'zgarishi lozimki, dissipativ funksiya yangidan kamayib, sistema o'z statsionar holatiga qaytadi. Aynan mana shuning o'zi muvozanat yaqinidagi sistema statsionar holatning barqarorlik shartidir.

Ta'kidlash muhimki, biologik sistemalar muvozanatdan uzoqdagi sistemalaridir. Ular oqimlar bilan kuchlar aro proporsionallik yoki Ongazer aloqadorligi qoidasiga amal qilmaydi. Bunday sistemalarda erkin energiyaning ΔG q 1-2 kkalG'mol kattaliklari bilan xarakterlanadigan biokimyoviy jarayonlarga xos o'tishlar sodir bo'ladi. Ongazer aloqadorligi esa faqat energiyaning $\Delta G \leq 0,2$ kkalG'mol o'zgarish bilan kechadigan jarayonlarga taaluqlidir. Shu bilan birga muvozanatdan uzoqdagi jarayonlar statsionar holati uchun I.Prigojin teoremasi haq bo'lmay, bunday sistemalarda, chiziqli jarayonlar termodinamikasiga xos bo'lmagan avtotebranishli rejim qaror topadi.

Nazorat topshiriqlari

1. Ochiq sistema uchun 2-qonun mavqeini tushuntiring.
2. Statsionar holati barqarorlik kriteriyaasi. Statsionar holati turlari.

3. Ongazer fenomologik tenglamalari, diagonal koeffisientlar tengligi qoidasi.
4. Ongazer tenglamalarining ahamiyati.
5. Prigojin teoremasi.

Uchinchi savol bayoni.

Kuchli darajada muvozanatlanmagan termodinamik oqimlar bilan kuchlar o'rtasidagi aloqa chiziqli bo'lmaydigan, demak, Ongazer aloqadorligiga bo'ysunmaydigan sistemalar termodinamikasi bir qator tadqiqotchilar, birinchi navbatda I.Prigojin va P.Glensdorf tomonidan rivojlantirildi.

Mazkur yangi, hali ham oxiriga etkazilmagan nochiziqli jarayonlar termodinamikasi deb nom olgan ta'limot turli tabiatga ega, kuchli darajada muvozanatlanmagan ochiq sistemalarda o'zligidan tartiblangan strukturalar paydo bo'ladi, ya'ni ularda o'zligidan tashkillanish ro'y beradi, deb ta'kidlaydi.

Nemis olimi G.Xaken, shu xil o'zligidan tashkillanish jarayonlari uchun umumiy bo'lgan, "sinergetika" atamasini taklif etadi (*sinergetika*- yunoncha birgalikdagi yoki kooperativ harakat). Sinergetikaning fizikaviy mohiyati shundan iboratki, muvozanatdan uzoqdagi nochiziqli sohada, sistema o'z barqarorligini yo'qotadi, katta bo'lmagan fluktuasiyalar, sistemani ko'p sonli zarrachalarning birgalikdagi harakati orqali yangi rejimga olib chiqadi. Kuchli darajada muvozanatlanmagan sistemalarda bunday o'zligidan tashkillanishning qaror topish hodisasi fizika, kimyo, ayniqsa, biologiyada muhim ahamiyatga ega. Chunki, tirik organizmlar va ularning organ-sistemalari kuchli darajada muvozanatlanmagan mikrosistemalar bo'lib, ularda har doim turli gradientlar konsentrasiya, harorat, elektr va bosim gradientlari mavjud.

Mazkur xulosa, dunyoqarash nuqtai-nazaridan ham katta ahamiyatga ega. Sinergetika, tabiat qonunlari asosida betartib sistemalarda qanday qilib muayyan bir tartiblanganlikning paydo bo'lishi va paydo bo'lgan tartiblanganliklarning murakkablasha borib rivojlanishini izohlab beradi. M.Eygen, kuchli darajada muvozanatlanmagan murakkab sistemalarda kodlar tarzida ezilgan informatsiya shakllangan strukturalarning o'ziga o'xshaganni yaratish jarayonini boshqarib turiladi, deb ko'rsatdi. Nochiziqli jarayonlar termodinamikaning rivojlanishi natijasida, hayotning paydo bo'lishiga doir fizikaviy gipotezani ilgari surishga imkon yaratildi. Nochiziqli termodinamika ikkinchi qonunining statusini tubdan o'zgartdi. Haqiqatdan ham, bu qonun, ko'rib o'tganimizdek, muvozanatga yaqin qaytmas jarayonlar faqat strukturaning inqirozigina emas, muvozanatdan uzoqdagi qaytmas jarayonlar tufayli ham strukturalar paydo bo'lishini bashorat etadi. Termodinamikaning ikkinchi muqaddimasi barcha o'zida real jarayonlarning qaytmasligini aks ettirish bilan birga materiyaning taraqqiyot qonunini ham ifodalaydi. Ikkinchi muqaddimaning mana shu tarzda tushunilishi, mazkur qonun (berk sistemalarda entropiyaning oshishi, demak, tartiblanmaganlikning oshishi haqidagi qonun) bilan tirik tabiatda, murakkablasha boruvchi va o'z-o'zini hosil qiluvchi strukturalar paydo bo'lishi va ularning rivojlanishi haqidagi Darwin ta'limoti o'rtasidagi jo'z'iy ziddikka barham berdi.

Ta'kidlash lozimki, bu erda so'z tirik sistemaning ochiq emas, balki uning tashqi muhit bilan birgalikda yopiq sistema hosil qilishi haqida, ya'ni tirik sistema murakkablik darajasining oshishi barobari sistema entropiyasining oshib borishi haqida boryapti.

Glensdorf-Prigojin kriteriyasiga binoan, muvozanatdan uzoqdagi ochiq sistemalarda tartiblanganlik qaytmas jarayonlar tufayli, noxiziq sohada, sistema parametrlari ma'lum bir kritik darajadan oshganda paydo bo'ladi. Prigojin bunday tartiblangan strukturani **dissipativ struktura** deb atadi. Dissipativ strukturalarning fazoviy, zamonaviy va fazo-zamoniy strukturalar deb ataladigan turlari mavjud.

Fazoviy dissipativ strukturalar. Agarda gorizontal holatdagi suyuqlik qatlami tagidan kuchli darajada qizdirilsa, suyuqlikning pastki yuzasi bilan ustki yuzasi o'rtasidagi harorat farqi paydo bo'ladi. Haroratlararo farq kritik haroratdan oshganda, suyuqlikda konveksiya sodir bo'ladi: sovuq suyuqlik pastga, issig'i esa yuqoriga ko'tariladi. qarama-qarshi yo'nalishdagi ikki oqim o'zligidan tartiblanib, natijada to'g'ri olti burchakli yacheykalardan iborat sistema paydo bo'ladi. Har bir yacheykaning chetlaridan oqim pastga, o'rtasidan esa yuqoriga ko'tariladi. Kritik oldi rejimdan kritik orti rejimiga o'tish munosabati bilan sistemaning simmetriyasi buziladi va bunday hol termodinamik faza o'tishiga o'xshaydi. Shuning uchun muvozanatlanmagan sistemalardagi bunday o'tishlar **kinetik-fazo** o'tishlar, deb ataladi. Qayd qilib o'tilganidek, dissipativ strukturalar faqat kuchli muvozanatlanmagan, ko'p zarrachali sistemalarda yuzaga kelib, ularning holati makroskopik kattaliklarga oid noxiziq tenglamalar vositasida tasvirlanadi. Suyuqlikda Bernar yacheykalarining paydo bo'lishini tasvirlash uchun gidrodinamikaning noxiziq tenglamalari ishlatiladi. Bunda taniqli matematik A.M. Lyapunov tomonidan tavsiya etilgan diffirensial tenglamalar yechimining beqarorlik kriteriyasi jalb etiladi.

Zamoniy va fazo-zamoniy dissipativ strukturalar.

Belousov - Jabotinskiy reaksiyasi. Vaqtda (zamonda) tartiblangan dissipativ strukturalarning paydo bo'lishiga olib keladigan, o'zligidan tashkillanish jarayoni ba'zi bir noxiziq kimyoviy reaksiyalarda yuz berib, reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish tezligi reaksiyaga kirishuvchi birikmalar konsentrasiyasiga kvadratli bog'liq bo'ladi. 1951 yil B.P.Belousov limon kislotasining kaliy bromat (KBrO_3) va seriy sulfat $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ aralashmasida amalga oshadigan gomogen davriy kimyoviy oksidlanish reaksiyasini kashf etadi. Reaksiya davomida eritma rangining qizildan ko'k rangga ($\text{Ce}^{3Q} \rightleftharpoons \text{Ce}^{4Q}$) va aksincha davriy o'zgarishi bilan namoyon bo'ladigan zamoniy struktura paydo bo'ladi. Rang o'zgarishi (almashinishi) taxminan 4 min. davr bilan tebranib, u reagentlar tamom bo'lmaguncha, ya'ni sistemada termodinamik muvozanat qaror topmaguncha davom etadi.

Umuman, dissipativ strukturalar bu zamonda yoki fazoda yoki ham zamon ham fazoda tashkillangan holatlar bo'lib, ular termodinamik muvozanatga faqat sakrashlar orqali qaytadigan sistemalar sifatida ta'riflanadi. Bu xil fazo o'tishlar natijasida materiyaning o'zligidan tashkillanish jarayoni, hayotning paydo bo'lishi va hayotiy fermalar evolyusiyasiga bevosita daxldordir. Sinergetika mavqeidan tasodif zaruriyatga faqat qo'shimchagina emas, zaruriyat ham tasodifga qo'shimchadir. Sistemaning bifurkasiya nuqtasidan o'tib (ya'ni yo'nalish "tanlab" olinib), navbatdagi bifurkasiyagacha bo'lgan evolyusiya yo'nalishi, fluktuasiyalarning tasodiflarning yo'nalishi, korrelyasiyalanishining yakuni hamda bir-birini kuchaytirish natijasi ma'nosida, I.Prigojin, I.Stengers:- " Kuchli muvozanatlanmaganlik sharoitida o'zligidan tashkillanish jarayoni, tasodif bilan zaruriyat, hamda fluktuasiya bilan

deterministik qonunlari aro yuzaga keladigan nozik ta'sirlanishlarga mos keladi. Bifurkasiya yaqinida fluktuasiyalar yoki tasodif elementlar asosiy rol o'ynasa, bifurkasiyalar oralig'ida deterministik tomonlar ustunlikka ega bo'ladi". Keyin esa: "Bir jinslilik beqarorligi- tashkillanish yaratuvchisidir" deb ta'kidlaydi.

Sinov savollari.

1. Termodinamikaning 1-, 2 - qonunlari, mohiyati.
2. Termodinamik potentsiallar- Gelmgols, Gibbs erkin energiyalari. Gibbs erkin energiyasining biokimyoviy jarayonlarda qo'llanilishi.
3. Ochiq sistema va uning 2- qonun mavqeidan tavsiflanishi.
4. Statsionar holat barqarorlik kriteriyasi, statsionar holat turlari.
5. Ongazer fenomologik tenglamalari, diagonal koeffisientlar tengligi qoidasi va uning ahamiyati.
6. Statik va dinamik tartiblanganlik, ulararo o'xshashlik va tafovutlari.
7. Muvozanatdan uzoqdagi sistemalarda tartiblanganlikning yuzaga kelishi va bunday holning biologik ahamiyati.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. — 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

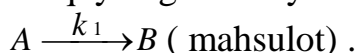
3-MAVZU: BIOLOGIK JARAYONLAR KINETIKASI

Reja

1. Kimyoviy kinetika asoslari.
2. Biologik jarayonlarni matematik modellash tirish prinsiplari.
3. Dinamik sistemalar matematik modellarining geometrik yechimlari.

Birinchi asosiy savol bayoni.

Kimyoviy kinetika nazariyasi asosida kimyoviy reaksiyalar tezligi reaksiyaga kirishuvchi reagentlarning faol massasiga proporsionaldir, deb ta'kidlovchi Gulberg-Vege fundamental qoidasi yotadi. Bu qoidani reaksiyaning umumiy tezligini tasvirllovchi ifodaga qo'llash har bir faol massa yoki faollikni (misolimizda konsentratsiyani) reaksiyaning stexnometrik teglamasidagi koeffisientiga mos keladigan darajaga ko'tarishga olib keladi. Eng oddiy misol sifatida quyidagi reaksiyani olamiz:



A moddaning parchalanish tezligi uning konsentratsiyasiga $[A]$ ga mutanosibdir, ya'ni : $v \propto \frac{d[B]}{dt} \propto k_1[A]$.

Bordi-yu, $mA + nB \xrightarrow{k_2} P$ ko'rinishidagi reaksiya olinsa, uning tezligi $[A]^m$ va $[B]^n$ ko'paytirmasiga proporsional bo'ladi, ya'ni

$$-dPG'/dt \propto k_2 [A]^m [B]^n$$

tenglamalardagi proporsionallik koeffisienti bo'lmish k_2 - reaksiyaning tezlik konstantasini ifodalab, u olingan reagentlar konsentratsiyasi birga teng bo'lgan shartidagi reaksiyaning tezligini aks ettiradi. Tenglamani oldiga qo'yilgan " -" belgi, reaksiya tezligining vaqt e'tibori bilan kamaya borishini ifodalaydi. To'g'ri va teskari yo'nalishdagi reaksiyalar tezlik konstantalarining nisbati $k_{muvozanat}$ k_{QI} ga teng. Muvozanat konstantasi deb atalib, $k_{QI} > k_{-1}$ sharoitda, u to'g'ri reaksiyaning teskari reaksiyadan ustunlik olishini bildiradi.

Kinetikada reaksiyalar birinchi, ikkinchi, uchinchi, nolinch va hatto kasr tartibli reaksiyalarga ajratiladi. Reaksiyaning tartibi bu reaksiya tezligining tasvirllovchi tenglamadagi reagentlar konsentratsiyasi darajalarining yig'indisidan iborat kattalikdir. Masalan, agarda $\frac{dPG'}{dt} \propto k[A]^1$ bo'lsa, bu erdagi A ning darajasi 1 ga teng va shuning uchun bunday reaksiya birinchi tartib kinetikaga binoan amalga oshadi. Bordi-yu, $\frac{dPG'}{dt} \propto k[A]^2$ bo'lsa, A ning ko'rsatkichi 2 ga teng, demak, reaksiya ikkinchi tartib kinetikaga bo'linadi. Va nihoyat, $\frac{dPG'}{dt} \propto k[A]^2[B][C]^3$, bo'lsa, (aslida bunday reaksiyaning o'zi hech qanday ehtimolga ega emas), u oltinchi tartib kinetikaga mansub bo'lib chiqadi. Agarda kinetik tenglamada konsentratsiya ko'rsatilmagan bo'lsa, u holda bunday reaksiyaning kinetikasi nol tartib deb atalib, reaksiya tezligi reagent konsentratsiyasi emas, balki reaksiyaning tezlik konstantasiga bog'liq bo'lib chiqadi, ya'ni $\frac{dPG'}{dt} \propto k_0$. Masalan, katalitik reaksiyalarda reagent konsentratsiyasi katalizator konsentratsiyasidan shunchalik katta bo'ladiki, buning natijasida katalizator hamma vaqt reagentga "to'yinib", reaksiya maksimal tezlikda kechadi va reagent konsentratsiyasining navbatdagi oshirilishi reaksiya tezligiga ta'sir eta olmaydi.

Nazorat topshiriqlari

1. Kimyoviy kinetika nazariyasi mohiyatini tushuntiring.
2. Quyidagi $A \xrightarrow{k_1} B$ (mahsulot) reaksiya asosida kimyoviy reaksiya kinetikasini asoslab bering.
3. $-dPG'/dt \propto k_2 [A]^m [B]^n$ dagi k_2 ning qiymatini aniqlang.
4. Kinetik tenglamaning tartibli bosqichlarini tushuntirib bering.
5. Oltinchi tartib kinetik tenglama teglamlasini yozib tushuntirib bering.

Ikkinchi savolning bayoni.

Ochiq biologik sistemalarning eng muhim o'ziga xosliklaridan biri, ularda statsionar holatning (sistema parametrlari doimiyligining) qaror topishidir. Statsionar

holatlararo o'tish jarayonlarining kinetik tiplari o'zaro farqlanadi: overshut (oshiqcha chetlashish), yolg'on start va tebranmali rejim. Ochiq sistemalarning bunday xossasini oddiy kirish qismida klapanlari bor, hamda aks aloqa sistemasi bilan ta'minlangan suvli rezervarlardan iborat Barton gidrodinamik modelda namoyish etish mumkin. Qaysiki, unda o'sha soddalashtirilgan holda, tirik hujayradagi statsionar holatning saqlanishini ta'minlovchi kinetik mexanizmlarning deyarli hamma analoglari mavjud. Ammo, biologik sistemalar hatti - harakatini matematik modellash muammolari ancha murakkabdir. Quyida biz biologik jarayonlar kinetikasi hamda ularning muhim xossalarini modellashga doir asosiy qoidalar va yondashishlarni ko'rib chiqamiz.

Biologik jarayonlar kinetikasi biofizikaning bir bo'limi sifatida sistema tarkibiy qismlari ta'sirlashishlariga doir ma'lum bo'lgan qonuniyatlar asosida, uning hatti - harakatini zamonaviy tekshirish bilan shug'ullanadi.

Kinetik sistemani, o'lchanishi mumkin bo'lgan kattaliklar orqali ifodalangan vaqtning har bir momentida, muayyan son kattaliklari ega bo'luvchi o'zgaruvchi kattaliklar va bir qator parametrlar majmuali tarzda xarakterlash mumkin. Parametrlar sistema ustida o'tkazilayotgan kuzatishlar davomida o'zgarmasdan saqlanadigan kattaliklardir, vaqt davomida o'zgaradigan kattaliklar o'zgaruvchidir.

Biologik sistemalardagi o'zgaruvchi kattaliklarga o'lchanishi mumkin bo'lgan kattaliklar: biokimyoda - metabolitlar konsentrasiyasi, mikrobiologiyada - mikroorganizmlar soni yoki ularning biomassasi, ekologiyada - turlarning soni, biofizikada - membranaviy jarayonlar membrana potentsiali kattaligi va h.k. Parametrlarga ega harorat, pH, membrananing elektr sig'imi, namlik va h.k. misol bo'ladi.

So'nggi paytlargacha biologiyada qo'llanib kelingan matematik modellar

$$\begin{aligned} & dS_1 G' dt q f_1(C_1, C_2, \dots, C_n, t); \\ & dS_2 G' dt q f_2(C_1, C_2, \dots, C_n, t); \\ & \dots\dots\dots \\ & dS_n G' dt q f_n(C_1, C_2, \dots, C_n, t) \end{aligned} \quad (1)$$

ko'inishga ega. Oxirgi natijalar masala yechimlarining analitik yo'l bilan hosil qilish mumkin bo'lgan chiziqli differensial tenglamalarga borib taqaladi. Bu erda $C_1(t), \dots, C_n(t)$ - sistema o'zgaruvchi kattaligini tasvirllovchi, vaqtning noma'lum funksiyasi (masalan, modda konsentrasiyasi), $dC_n G' dt$ - o'sha o'zgaruvchi kattalikning o'zgarish tezligi, f_n - ichki va tashqi omillarga bog'liqlik funksiya belgisi. Ma'lumki, real kimyoviy jarayonlar ikkinchi va undan yuqori tartibga ega reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Bu tip reaksiyalarning o'ng tomonidagi noxiziq had ularning tahlilini ancha murakkablashtirsa ham, sistemaning matematik xossalarini ancha boyitadi.

Dastlabki tenglamalar sistemasini soddalashtirish maqsadida, quyidagi vondashuvlardan foydalaniladi.

Tenglamalar sonini qisqartirish. Sistema statsionar holatlarning bir qator muhim xossalarini, tenglamalarning aniq analitik yechimlari emas, ularning o'ng tomon xossalarini tekshirish orqali oshkor etish mumkin. Yuqorida keltirilgan tenglamalar sistemasidan iborat modellar umumiy xarakterga ega bo'lib, muhimi

shundaki, tuzilgan model kechayotgan jarayonni to'la aks ettira olishi lozim. Boshqacha aytganda tenglamalar sistemasi modellanuvchi sistemaning dinamik ulariqturasiga to'la mos kelishi kerak. Umuman bunday metod, ko'pincha , ikki tenglamadan iborat modellar bilan ish ko'rganda yaxshi natija beradi. Tenglamalar sonini kamaytirish hohish bo'yicha emas, balki ob'ektiv qonun - qoidalarga amal qilingan holda bajarilishi lozim. Aks holda, ob'ektning u yoki bu xil muhim xossasini yo'qotib qo'yish bilan modelni nochor va noadekvent qilib qo'yishdek xatarga duch kelishimiz mumkin.

"Tor joy" prinsipi. Bu prinsip reaksiyalar zanjiridagi eng tuban tezlikda kechadigan reaksiyani "tor joyi" xarakterlab, bu joyning parametrlari butun bir sistemaning fe'l-atvorini belgilaydi. Nafaqat modellashda umuman, murakkab jarayonlarni boshqarishda ularning eng sekin kechadigan sohasiga ta'sir etish juda ham samarali bo'lib chiqadi.

Ierarxiyaviy prinsip ham har xil tabaqadagi biologik sistemalarni tahlil etishda ularni soddalashtirishga imkon beradi. Ierarxiyaviy sistema deganda, keng ma'noda, o'zaro ta'sirlashuvchi subbirliklar ketma-ketligidan tashkil topgan ansambl qismlarining ta'sirlanishi tushuniladi.

Hatto, o'zaro ta'sirlashuvchi reaksiyalar zanjiri doirasida tezliklari bilan farqlanuvchi bosqichlar har doim topiladi. Yaxlit biologik sistemada bir vaqtning o'zida tez- kechar fermentativ- kataliz jarayonlari (fermentning xarakterli davri, vaqti 0,01- 100 ms) fiziologik jarayonlar (xarakterli vaqti - minutlar) va reproduksiya jarayonlar (xarakterli vaqti- minutlar, soatlar) kechadi.

Matematik modellash amaliyoti shuni ko'rsatdiki, sistemaning shu xil soddalashtirilgan tenglamalar sistemasini tekshirish, o'sha sistemaning umumiy dinamik xossalarini aks ettiruvchi to'la modelini tahlil qilishga qaraganda ancha to'liq tasavvurlar bera oladi. Bunday hol sistemaning faoliyat sharoiti o'zgarganda uning fe'l-atvori va xarakterini oldindan aytib berishda o'ta muhim. Kinetik model fe'l-atvori tekshirilganda, birinchi navbatda, statsionar holat xossalari nazarda tutilishi lozim. Model yechimidan quyidagi savollarga javob izlanadi:

- sistemada statsionar holat mavjudmi ?
- ular nechta ?
- ularning barqarorlik xarakteri qanday ?
- barqarorlikning sistema parametrlariga bog'liqligi qanday ?
- statsionar holat yaqinida sistema o'zini qanday tutadi ?
- ularning o'tish imkoni bormi ?

Mazkur masalalarni tekshirish bilan, ayniqsa, tenglamalarni echmasdan sistema fe'l-atvorining ko'rsatib o'tilgan qonuniyatlarni, tenglamalarning o'ng tomon $f_1(C_1, C_2, \dots, C_n, t)$ xossalari ko'rinishi bo'yicha imkon beruvchi, differensial tenglamalar sifati nazariyasi shug'ullanadi.

Shunday qilib, hozirgi zamon biologik jarayonlar kinetikasi va matematik modellash sohalaridagi asosiy yondashuv differensial tenglamalarning analitik yechimlaridan voz kechib, biologik sistemalar dinamik fe'l-atvorlarining sifatiy xarakteristikasini olishga erishish hamda fe'l-atvorning sistema xossalarini belgilovchi parametrlarga bo'lgan bog'liqligini aniqlashdan iborat. Mazkur masalani

Oldingi tenglamani (NqK orqali ifodalab) standart holatga keltirsak, u $dhG'dt q f(h) q rh (K-h)G'K$ ko'rinishiga kelib, statsionar holatda $f(h) q0$ u ikki ildizga ega bo'ladi, ya'ni $\bar{h}_1 q0$ va $\bar{h}_2 q K$.

R.Mey logistik teglamasining diskretlik holida ko'pgina yechimga ega bo'lishini namoyish etadi. $0 < r < 2$ holida $f(h)$ ning grafigi muvozanatga, $2 < r < 2,444$ da esa ikki yillik davrga ega cheklovchi siklga yaqinlashadi.

Biologik sistemalarga xos kinetik xossalardan biri bu parametrlarning bir xil kattaliklarida, ham ularda bir necha statsionar holatlarning mavjudligidir. Sistemada ikki va undan ko'p barqaror va bitta beqaror statsionar holat mavjudligi, sistemaning bir barqaror statsionar holatdan boshqa bir barqaror statsionar holatga o'tishini, ya'ni uning **triggerlik xossasini** shartlaydi.

Barqaror va beqaror statsionar shoxlarning kesishish nuqtasi **bifurkasiya nuqtasi** deb ataladi. Bifurkasiya nuqtalarida sistema sakrash yo'li bilan barqaror shoxga o'tishi mumkin.

Nazorat topshiriqlari

1. Ochiq biologik sistema deganda nimani tushunasiz.
2. Kimyoviy kinetikaning asosiy qoidalari. Kinetik tenglamalar.
3. Biologik jarayonlar kinetikasining o'ziga xos tomonlari.
4. Biologik jaryonlar tenglamalari va kinetikasiga yondashuvlar....
5. Model yechimi talablari.....
6. Tirik sistemalardagi statsionar holatlar. Statsionar holati turlari. Barqarorlik kriteriyasi.

Uchinchi savolning bayoni.

Fazoviy portret va alohida nuqtalar. Yuqorida tasvirlangan $dx G'dt q f(x)$ shaklidagi 1-tartib differensial tenglamalar, ko'pgina biologik jarayonlarni tasvirlashga qodir bo'lsada, ularning monoton yechimlari davriy jarayonlarni tasvirley olmaydi. Shuning uchun biologik jarayonlar kinetikasida, 1- tartib ikkita differensial tenglamalar vositasida tasvirlanadigan modellar keng qo'llaniladi. Masalan, ikki differensial tenglamadan iborat "yirtqich- ov" modelidagi o'zgaruvchilar (x, y) jufti sistemaning ma'lum bir holatini tasvirleydi. Koordinata o'qlaridan hosil bo'lgan o'zgaruvchi x, y kattaliklari tushiriladigan tekislikni ko'zdan kechiramiz. Mazkur tekislikdagi, koordinatasi x, y bilan belgilanadigan har qanday M nuqta, sistemaning muayyan bir holatini aks ettiradi. Fazo tekisligidagi nuqta, fazoviy traektoriya bo'ylab, fazoviy tezlik bilan harakatlanadi. Mazkur tezlik esa, fazoviy traektoriyaning (integral chiziqning) muayyan bir nuqtasi orqali o'tkazilgan urinmaning og'ish burchagi $dyG'dh$ ga teng.

Fazo tekisligidagi $M(x, y)$ tip nuqtalarning o'zaro ulangan majmuasidan **fazoviy traektoriya** shakllanadi. O'z navbatida fazo tekisligidagi barcha fazoviy traektoriyalar majmuasidan sistemaning **fazoviy portreti** hosil bo'ladi. Sistemaning "portreti" esa, dastlabki shartlarga bog'liq holda yuz beradigan o'zgarishlarni payqashga imkon beradi. Ko'p hollarda,

$$\begin{aligned} dhG'dt q R(x, y) \\ duG'dt q Q(x, y), \end{aligned}$$

tipidagi tenglamalar sistemasining analitik yechimlaridan voz kechib, ularning faqat ko'rinishi bo'yicha fazoviy portretlar tuzish mumkin bo'ladi. Bunday hollarda ikkinchi o'zgaruvchilar bilan ish ko'riladi. Shunday qilib, ikki differensial tenglamadan iborat model

$$\frac{dx}{dt} = G(x,y)$$

$$\frac{dy}{dt} = Q(x,y)$$

ko'rinishiga ega bo'lib, bu erda $P(h,y)$, $Q(h,y)$ - tekisligining ba'zi bir C sohasidagi uzluksiz funksiyalardir. Mazkur C soha cheklangan va cheklanmagan bo'lishi mumkin. Agarda x va y biologik ma'noga ega bo'lsa, (masalan, modda konsentrasiyasi, turlar soni), ularga ma'lum cheklanishlar qo'yiladi, ya'ni ular manfiy bo'la olmaydi, individlar soni kasr tarzida ifodalanmaydi va h.k. Bunday modellarga **Volterra-Lotka modeli** misol bo'lib u "yirtqich va ov"dan iborat ikki tur sonlarining o'zaro ta'sirini tasvirlaydi.

$$\frac{dx}{dt} = K_1x - K_2xu$$

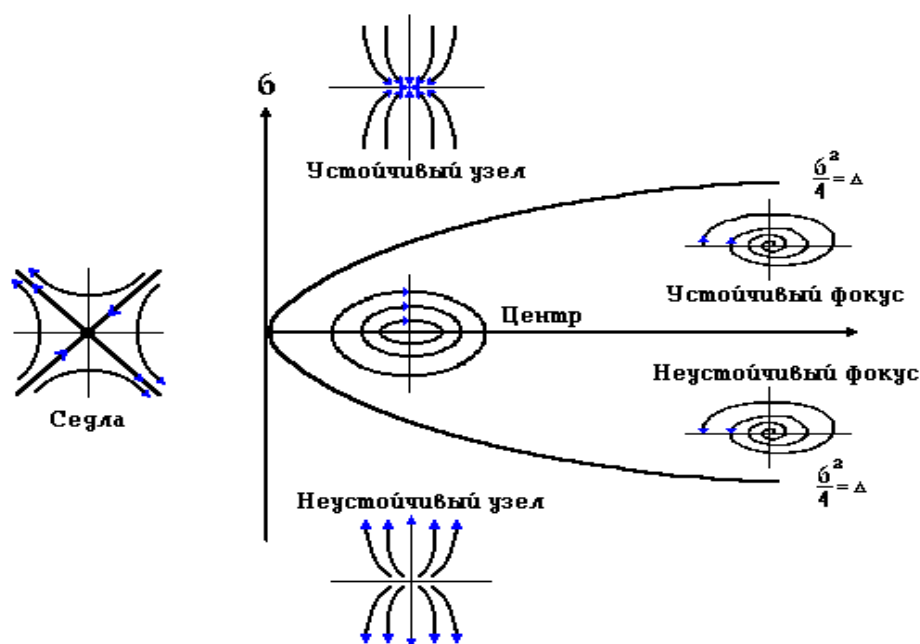
$$\frac{du}{dt} = K_3xu - K_4u$$

Bu erda, K_1 - ovning urchish tezlik konstantasi, K_2 - yirtqich bilan ovning uchrashish tezlik konstantasi, K_3 - yirtqichning o'lish tezlik konstantasi, ov soni $h>0$ va yirtqichlar soni $y>0$. Demak, integral chiziq S_y - o'ng tomon yarim o'qning musbat kvadrati sohasidan joylashadi. Barcha fazoviy egri chiziqlar, statsionar holat nuqtalariga mos va barqarorlik bilan farqlanuvchi qator alohida nuqtalarga ega bo'lib, sistema alohida nuqtadan uzoqda ular noma'lumligicha qolaveradi.

Puankare ularning quyidagi klassifikasiyasini taklif etadi.

1. Sistema vaqt e'tibori bilan kamayuvchi eksponenti tarzida alohida nuqtaga qaytib keladi (**barqaror turg'un**)
2. Sistema eksponenta bo'ylab alohida nuqtadan uzoqlashadi (**beqaror turg'un**)
3. Beqaror alohida nuqta – y **egar**. Bu nuqtadan faqat ikkita integral chiziq o'tib, qolgan traektoriyalar uni yonlab o'tib cheksizlikka intiladi.
4. Spiral shakldagi fazoviy traektoriya "o'raladigan" alohida nuqta (**barqaror fokus**). Bunday nuqta so'nuvchi tebranishlarga xos.
5. Yoyiluvchi spiral shaklidagi fazoviy traektoriya boshlanadigan nuqta (**beqaror fokus**). Bunday nuqta amplitudasi osha boradigan tebranishlarga mos keladi.
6. Sistemada so'nmas tebranishlar mavjud (**markaz tip alohida nuqta**). Uning fazoviy traektoriyasi konsentrik ellipsoidan iborat.

"Yirtqich- ov" modelining fazoviy portreti "markaz" alohida nuqta bilan xarakterlanadi. Umuman, mazkur alohida nuqta beqaror hisoblanadi. Chunki dastlabki shartlarning uncha katta bo'lmagan o'zgarishi, sistemani yangi berk traektoriyaga olib chiqadi yo bo'lmasa barqaror yoki beqaror fokus holatiga o'tkazadi.



Trigger sistemalar. Biologik va kimyoviy sistemalarda avtokatalitik ("o'z-o'zini tezlashtiruvchi") jarayonlar keng tarqalgan. Bu xil jarayonlar dinamik tartiblanganlikka olib kelishi mumkin. Agarda,

$$A \underset{K_1}{q} 2x < \Leftrightarrow > 3h;$$

$$V \underset{K_2}{q} h < \Leftrightarrow > S$$

bo'lsa, u holda yig'indi reaksiya $AqV \rightarrow S$ bo'lib, reaksiyalar tezligi teng:

$$V_1 q K_1 AX^2 - K_{-1}H^3 \text{ i } V_2 q K_2 BH - K_{-2}C$$

Mazkur tenglamalar sistemasi uchta yechimga ega bo'lib, ularning ikkitasi barqaror va bittasi beqaror, ya'ni mazkur sistema yuqorida bayon etilgan triggerlik o'tish imkoniga ega. Fazoviy portretidagi ikki alohida nuqtaning ta'sir doirasi beqaror alohida nuqta orqali o'tuvchi *separatrisa* tomonidan bo'linadi.

Ikkita yoki undan ko'p barqaror statsionar holatga ega bo'lib, ular o'rtasidagi beqaror nuqta ("*egar*") orqali o'tish imkoniga ega har qanday sistema - **trigger sistema** deb ataladi. Trigger o'tishning ikki usuli mavjud.

Trigger o'tishning kuch (yoki maxsus) usuli. Sistema A nuqtada joylashgan. Tashqi ta'sir hisobiga x o'zgaruvchini keskin o'zgaruvchanlikka, buning natijasida sistema, separatrisadan o'ngda yotgan C nuqta tomon suriladi. Shundan keyin sistema fazoviy traektoriya bo'ylab, o'zligidan C ga keladi (kimyoviy reaksiyalar holda bunday vaziyat modda konsentrasiyasi oshirilganda yuz beradi). O'tishning bu usulida sistemaning fazoviy portreti hamda undagi alohida nuqtalar soni saqlanadi.

Trigger o'tishning parametrik (yoki nomaxsus) usuli. Trigger sistemaning o'tish yo'li ancha sezgir bo'lib, bunda, fazoviy portretning boshqaruvchi parametr (L) ga bo'lgan bog'liqligi namayon bo'lganda, barqaror statsionar holatlar soni kamayadi

va natijada faqat bitta barqaror statsionar nuqta qolib sistema unga "qulab" tushadi. Boshqacha qilib aytganda, triggerli o'tishning bu usulida fazoviy portretning deformatsiyalanishi ro'y berib, o'zgaruvchi (x) emas, sistemaning parametri (harorat, pH, moddalarining sistemaga kelib tushishi tezligi va h.k.) o'zgaradi.

Triggerlik sistemaning bir rejimdan ikkinchi rejimga o'tish xossasi, mumkin bo'lgan barqaror statsionar holatlar va ulararo o'tish imkoni bo'lgan biologik jarayonlarning modellarini tuzishda o'ta foydalidir. Bu xil modelga ikkita ferment sintezlovchi sistemaning boshqarilish mexanizmini tasvirllovchi model (Jakob va Mono sxemasi) misol bo'lib, unda triggerlik xossa, sistemalardan birining fermentativ kompressiyalanishi, ikkinchi sistema tomonidan, fermentativ reaksiya mahsulotining bir yoki bir necha molekulalari orqali nazorat qilinadigan shartida namayon bo'ladi.

Har bir hujayra barqaror statsionar holatlar majmuasiga ega bo'lsada, amalda berilgan t - vaqtda, ulardan faqat bittasi faoliyat ko'rsatadi. Differensiyalanish davrida, hujayra faoliyatning bir statsionar rejimdan, beqarorlik bilan xarakterlanuvchi nuqta orqali boshqa rejimga o'tishi ro'y beradi.

Umuman, statsionar holat beqarorligi biologik shakllanishning (ikkita yoki undan ko'p teng huquqli imkoniyatlaridan birining tanlanishi) sabablaridan biri bo'lishi mumkin.

Avtotebranma jarayonlar. Glikoliz va fotosintez oraliq mahsulotlarining tebranib turishi hamda biologik "soat" asosida yotgan biokimyoviy reaksiyalar davriyligini tekshirish natijasida tebranmali biologik jarayonlarga bo'lgan qiziqish ancha kuchaydi. Tebranmali o'zgarishlarga barcha hollarda ham qandaydir tashqi ta'sir emas, balki sistemaning o'z ichki dinamik xossalari sabab bo'ladi. Bunday sistemalar **avtotebranmali sistemalar** deb ataladi. Davriy faza tekisligidagi berk egri chiziq mos keladi. Agarda mazkur berk egri chiziq izomerlangan bo'lib, unga tashqari yoki ichkaridan qo'shni traektoriyalar spiral bo'ylab yaqinlashsa, bunday izolirlangan tarektoriya barqaror **cheklovchi sikl hisoblanadi**. Sistema uncha katta bo'lmagan g'alayon holatiga keltirilganda, u bari bir cheklovchi sikl traektoriyasiga qaytadi. Uni umuman, beqaror hisoblanadigan "markaz" alohida nuqta atrofidagi traektoriyadan fapqlantiruvchi muhim o'ziga xoslik ham aynan mana shunda. Cheklovchi siklning traektoriya bo'ylab harakatlanish davri va tebranish amplitudasi boshlang'ich shartlarga bog'liq bo'lmaydi.

Nazorat topshiriqlari

1. Biologik jarayonlarni grafikaviy tasvirlashdan qanday xulosalar chiqarish mumkin.
2. Fazoviy traektoriya deganda nimani tushunish mumkin. Chizib tushuntirib bering.
3. Bir va ikki argumentli matematik modellar, ularning geometrik yechimlari va fazoviy portretlar.
4. Trigger sistemalar.
5. Triggerlik o'tishda barqarorlik va beqarorlik holatlari.
6. Avtotebranma jarayonlarni tushuntiring.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

4-MAVZU: MOLEKULAR BIOFIZIKA ASOSLARI

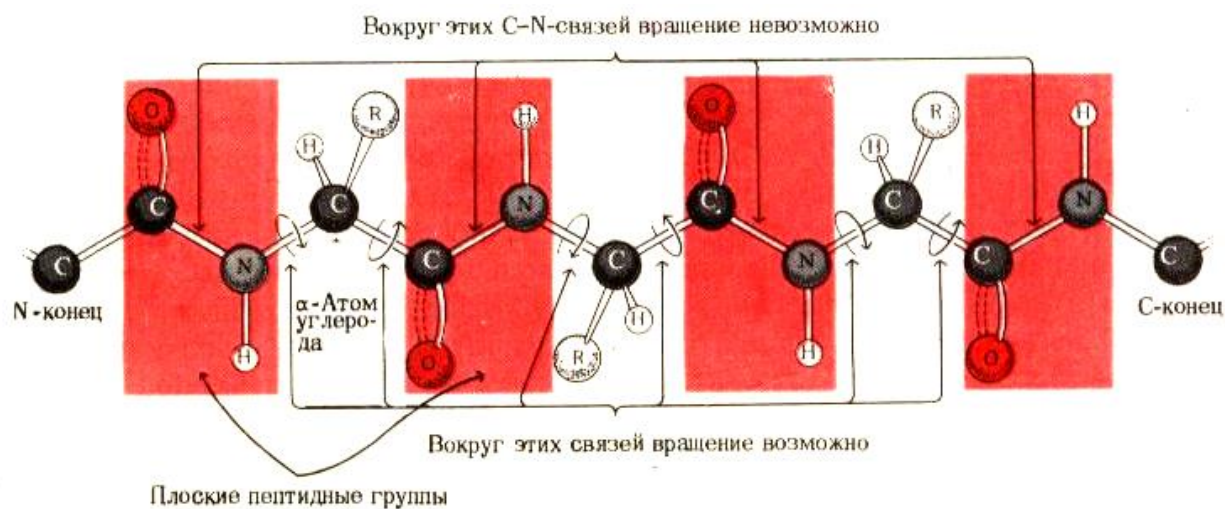
Reja

1. Biomakromolekulalar strukturasi.
2. Makromolekulardagi ta'sirlashuvchi kuchlar.
3. Makromolekula faoliyati paytida uning konformasiyasida sodir bo'ladigan o'zgarishlar.

Birinchi savol bayoni.

Biopolimerlar zanjir shaklidagi tirik va egiluvchan molekulalardan iborat, yuqori molekulyar birikmalardir. Zanjir shaklidagi tuzilish chiziqli (oqsillar, nuklein kislotalar, kauchuk, guttapercha, selluloza), shoxlangan zanjir (glikogen, amilopektin) yoki fazoviy to'r (ba'zi bir oqsillar) shaklida bo'lishi mumkin. Polimerlarga stereospesifiklik (xiralik) xarakterli bo'lib, molekulaning stereospesifikligi ikki tur oyna simmetriyasi- stereoizomerlar: o'ng-D va chap L-forma holatida uchraydi. Nuklein kislotalar tarkibiga qandlarning D-qator, oqsillar tarkibiga esa, aminokislotalarning L-qator vakillari kiradi. Molekulaning xiralligi qutblangan nurni turlicha yutish va burish xossalari bilan farqlanadi. Organizm uchun L- va D-formalarning antipodlari o'zaro farqlanadi. Shunday moddalar borki, ularning bir formasi zaharli bo'lsa, boshqasi zararsiz, L-asparagin kislota mazaga ega emas, ammo uning antipodi D-asparagin kislota shirin.

Molekulaning stereospesifikligi ularning kimyoviy xossalari o'z aksini topadi. Masalan, hayvonlarning proteolitik fermentlari faqat L-aminokislotalardan tarkib topgan oqsillarni gidro'lizlay oladi. Sibir yazvasi bakteriyalari po'stidagi oqsil tarkibida D-glutamin kislota bo'lgani uchun ular proteolitik fermentlar ta'siridan parchalanadi. Oqsillar va nuklein kislotalardan tashqari ba'zi bir qandlar biopolimerlar jumlasiga kiradi. Hujayraning muhim polisa xaridlari - kraxmal (amiloz va amilopektin iborat ikki formada), o'simliklar sellulozasi, bo'g'imoyoqlilar xitini, hayvon kraxmali- glikogen amilazadan farqlanib, tarmoqlangan shaklga ega.



Birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalar.

Oqsillar va nuklein kislotalar informasiya saqlovchi va tashuvchi makromolekular bo'lib, ularda informasiyaning kodlanishi, ularga mos aminokislota, nukleotid "xarflari" vositasida amalga oshiriladi. Mutatsiyalar tufayli informasiya teksti o'zgaradi. Polisaxaridlar makromolekulasi bir xil zvenolardan iborat bo'lgani uchun, informasiyaga ega emas. Shuning uchun ular tayanch va oziqa vazifalarini bajaradi.

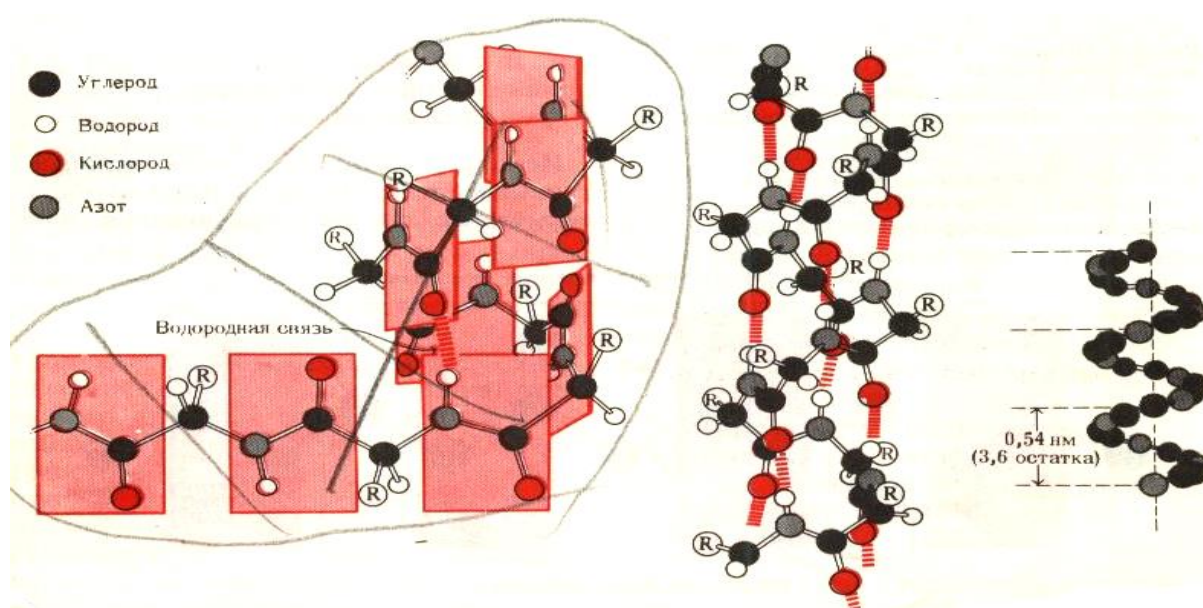
Oqsil va nuklein kislotalar molekulari, kovalent bog'lar orqali bog'langan monomerlarning muntazam va aniq ketma-ketligidan tashkil topadi. Mazkur ketma-ketlikdagi monomerlarning soni va takrorlanish tartibi makromolekulaning **birlamchi cstrukturasi** deb ataladi.

Polimer zanjiridagi aminokislota qoldiqlarining muayyan tipi va ularning muntazam ravishda davriylik bilan takrorlanib kelishi, oqsillar turi va funksiyalarining xilma- xilligini ta'minlaydi. Nuklein kislotalarning birlamchi cstrukturasi qand (RNKda riboza, DNKda dezoksiriboza) bilan fosfat kislota qoldiqlari zvenolarining takrorlanishidan iborat. Har bir uglevod zvenosiga azot asoslaridan (adenin, timin, guanin, sitozin) birikadi, ya'ni DNK va RNK tekstlari, to'rt xarfli alifbe bilan ezilgan. RNKda timin o'rniga urasil kirgan. DNK- nukleotid tarkibi Chargaff qoidasiga bo'ysunadi: molekuladagi A soni T soniga, S esa G soniga teng, purinlar (AQG) soni piramidinlarsoni (SQT)ga teng, ya'ni (AQG)G'(SQT) q 1.

Oqsil va nuklein kislotalar cstrukturasi o'ziga xos alohidaligi - struktura erkin energiyasining minimal kattaligi bilan xarakterlanadigan kimyoviy guruhlar barqarorligidir. Bunday holatga ko'pincha vodorod bog'lari hosil qilish orqali erishiladi. Monomerlarning fazoviy muntazamligi **ikkilamchi strukturani** shakllantiradi. Amid guruhi (-N-H) vodorod atomi karbonil (-SqO) guruh kislorod atomi bilan vodorod bog'i -SqO^{•••}H-N hosil qiladi. Aynan shu munosabat bilan DNK ikkilamchi struktura yakka (oqsillar va RNKda) yoki qo'sh (DNKda) spiral xarakteriga ega bo'ladi.

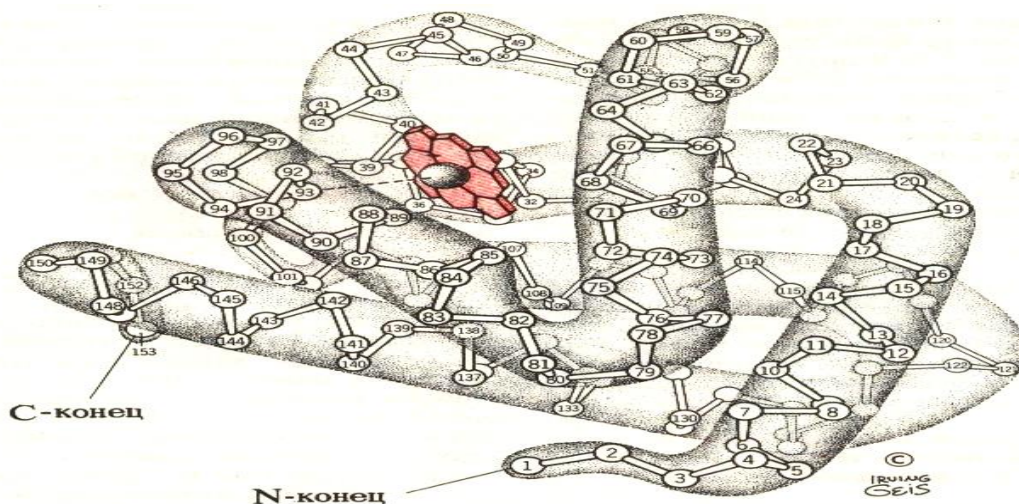
Poling va Kori polipeptid zanjiri ikkilamchi cstrukturasi asosiy ikki varianti haqidagi g'oyani ilgari surdi. α-spiral- har bir peptid bog'i zanjir o'qiga nisbatan 100°

ga burilib o'ram hosil qiladi va bir to'la o'ram 3,6 peptid birligini o'z ichiga oladi. Har bir o'ram molekula o'qi bo'ylab 0,54 nmga siljiydi. Spiral o'ngga va chapga buralgan bo'lishi mumkin. Ikkilamchi struktura elementi sifatida, α -spiraldan tashqari har xil taxlangan β -struktura ham mavjud bo'lib, ular parallel va antiparallel formalar holida uchraydi. Nativ DNK ikkilamchi strukturasi azot asoslarining bog'lari vositasida juftli (bir zanjirdagi A ikkinchi zanjirdagi T bilan, G esa S bilan bog'lanadi, aynan mana shuning o'zi Chargaff qoidasining mohiyatini tashril etadi) bog'lanib, bir- biriga o'ralgan ikkita polinukleotid zanjirining qo'sh spiral shaklida taxllanishidan hosil bo'ladi. Oqsillarda muntazam struktura hosil qilmaydigan (tartiblanmagan) sohalar ham bo'lib, ular spiralning fazoda egilish joylarida uchraydi. Egilishlar, diffuziya va vodorod bog'lari elektrostatik va gidrofob ta'sirlashishlari tufayli ikkilamchi struktura elementlarining fazoviy taxlanishidan **uchlamchi struktura** shakllanadi.



Ikkilamchi va uchlamchi strukturalararo chegara shartli bo'lib, amalda, oqsilning muntazam (domenli) hamda muntazam bo'lmagan zvenolardan tashkil topgan yaxlit fazoviy struktura (konformasiya) bilan ish ko'riladi.

Nativ oqsil molekulasini bir yoki bir nechta har xil uchlamchi struktura elementlari (subbirliliklar)dan topgan bo'lishi mumkin. Subbirliliklar assosiasiyasidan iborat molekulyar ust struktura - **to'rtlamchi struktura** deb ataladi. Masalan, gemoglobin molekulasini to'rtta (α_1 , α_2 , β_1 va β_2) subbirliklardan tashkil topgan. Tashqi muhit parametrlarining (harorat, ion tarkibi, pH, tuban molekulyar birikmalar konsentratsiyasining) o'zgarishi oqsil konformatsiyasini belgilovchi kuchlar balansini o'zgartirib, oqsilning yangi sharoitda, barqaror yangi konformatsiyaga o'tishga sabab bo'ladi. Makromolekulalarning strukturasi va konformasion o'tishlarini tekshirish uchun har xil fizika-kimyoviy metodlar qo'llaniladi.



Muhokama uchun savollar:

1. Biomakromolekulalarning qanday strukturalari mavjud?
2. Makromolekulalarning 1, 2, 3 va 4 strukturalari qanday shakllanadi?
3. Makromolekulalarning strukturasi va konformasion o'tishlarini tekshirish uchun qanday fizik-kimyoviy metodlar qo'llaniladi?

Ikkinchi savolning bayoni.

Makromolekulalar fazoviy (asosan uchlamchi) strukturasining shakllanishi va mazkur struktura barqarorligining ta'minlanishida nokovalent kuchsiz ta'sirlashishlar ham muhim ahamiyatga ega. Ular quyidagilardir.

Elektrostatik ta'sirlashishlar. Oqsil molekulasidagi toplangan yon guruhlar elektrostatik ta'sirlashishlar tufayli tuz ko'priklari hosil qiladi. Neytral rN sharoitida asparagin, glutamin qismga hamda S-uchaminokislota qoldiqlari manfiy, lizin, arginin qoldiqlari hamda gistizin imidazol halqasi va N-uchaminokislota qoldiqlari musbat zaryadga ega bo'ladi. Molekula yoki ikkita molekulaning shu xil sohalari o'zaro yaqinlashganda, ular o'rtasida elektrostatik ta'sirlashishlar yuzaga keladi. Bu xil ta'sirlashish masofadan ta'sirlashishlar jumlasiga mansub bo'lib, uning energiyasi zaryadli. Guruhlar elektr zaryadi, muhit dielektr doimiysi hamda zaryadli guruhlararo masofaga bog'liq bo'ladi. Energiyasi $40-400 \text{ kDj.mol}^{-1}$ kattaliklari bilan xarakterlanadi.

Van-der-Vaals ta'sirlashishlari, yaqindan ta'sirlashuvchi kuchlar guruhi tashkil etib, dispersion, dipol-dipol va dipol-induksiyalangan dipol ta'sirlashishlaridan iborat.

Dispersion ta'sirlashish, neytral guruhlar yoki molekulalar o'rtasida yuzaga keladi. Ta'sirlashish energiyasi guruhlarining ionlashish potentsiali, qutblanuvchanligi hamda ta'sirlashuvchi guruhlar orasidagi masofaga bog'liq holda $4-40 \text{ kDj.mol}^{-1}$ darajasidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi.

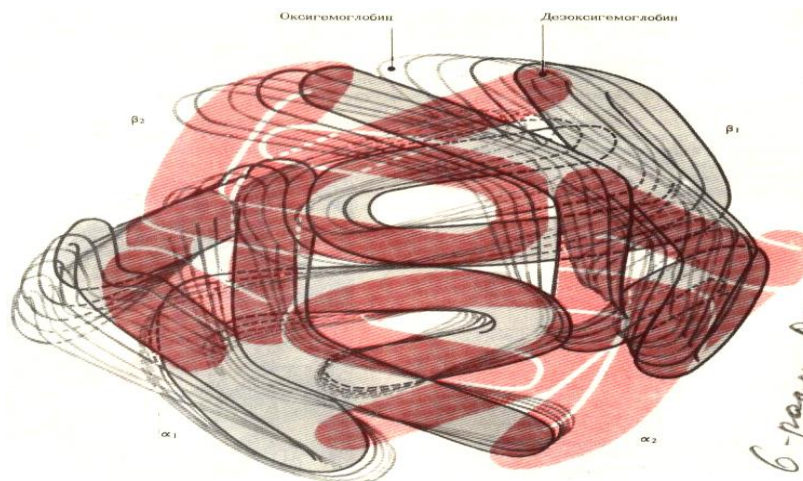
Dipol-dipol ta'sirlashish - doimiy dipol momentiga ega ikkita qutbli guruhlar o'rtasida yuzaga kelib, uning energiyasi guruhlar dipol momenti, muhit dielektr doimiysi va ulararo masofaga bog'liq bo'ladi.

Dipol-induksiyalangan dipol ta'sirlashish -doimiy dipol guruh bilan dipol bo'lmagan, qutbsiz guruh o'rtasida induksiyanib yuzaga keladi. Energiyasi dipol moment, qutblanuvchanlik, muhit dielektr doimiysi va ular aro masofaga bog'liq bo'ladi. So'nggi ikki ta'sirlashishlar energiyasi $0,4-4 \text{ kDj.mol}^{-1}$ kattaliklari bilan xarakterlanadi.

Suv cstrukturasi va gidrotob ta'sirlashishlar. Suv molekulasidagi kislorodning kovalent bog'lar hosil qilishda ishtirok etmaydigan ikki juft elektronlari cho'ziq orbitallarda joylashib, molekulaning o'sha tomonida manfiylik namoyon qiladi. Molekulaning kislorodga kovalent bog'langan vodorod atomlari tomonida esa musbatlik namoyon bo'ladi. Bunday hol suyuq suvda, suv molekulalari o'rtasida vodorod bog'larining shakllanishga imkon yaratadi va shu asosda suv molekulalari o'zaro vodorod bog'lari vositasida **klasterlar** (to'r) hosil qiladi. Klasterlar asosida suvning uch o'lchovli fazoviy (muz) cstrukturasi shakllanadi. Bunday struktura asosida tetraedr etib, u jami besh (bitta markaziy, to'rtta periferik) molekuladan tashkil topadi. Markaziy molekula atrofiga to'rtta molekula bilan vodorod bog'lari orqali bog'lanadi. Odatdagi (20° S) haroratda suv molekulalarining taxminan 70% klasterlarga bog'langan, qolgan 30% esa erkin holatda bo'ladi. Demak, suyuq suv tartiblangan strukturaga ega. Suvda unda erimaydigan organik (gidrofob) moddalar tushirilganda, suvning strukturalanganligi yanada oshadi. Bunday hol, o'z navbatida, suvning gidrofob modda molekulalariga ko'rsatadigan siqib chiqarish ta'sirini kuchaytiradi. Shu tarzda gidrofob ta'sirlashish yuzaga keladi. Gidrofob ta'sirlashishlar, kuchsiz ta'sirlar bilan bir qatorda, polimer zanjiri uchlamchi cstrukturasi shakllanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Domenlar va oqsilning uchlamchi strukturasi

Oqsilning uchlamchi cstrukturasi polipeptid zanjiri asosida shakllangan ikkilamchi struktura elementlarining termodinamik jihatdan barqaror bo'lib taxlangan konformasiyasidan iborat. Oqsillarni denaturasiyalash va renaturasiyalash tajribaladi, natijasiga ko'ra, oqsilning ikkilamchi struktura hosil qiladigan qismi katta tezlik bilan α -spiral yoki β -struktura hosil qiladi. Navbatdagi bosqichda uchlamchi struktura shakllanadi. Stafilokokklar nukleazasi 1 sekundda, metmioglobin esa 10 sekundda yig'ilib ulguradi. So'nggi paytlarda ma'lum bo'ldiki, yaxlit oqsil molekulasida (immunoglobulin miozin, fibrinogen va b.) bir nechta ixcham, o'zaro ancha mustaqil sohalarni domenlarni o'z ichiga oladi. Ularni proteolitik fermentlar ta'sirida ajratib olish mumkin. Ajratib olingan domenlar ko'p qismlarda o'z funksional faolligini saqlaydi. Rekombinant DNK ustida o'tkazilgan tadqiqotlardan ma'lum bo'ldiki, eukariot hujayralar geni alohida sohalardan, ya'ni oqsil molekulasida alohida qismlarni shakllantiruvchi aminokislotalar ketma-ketligini kodlovchi ekzonlar va kodlash xossasiga ega bo'lmagan intronlardan tashkil topadi. Qayd etildiki, polipeptid zanjiridagi domenlar chegarasi, gendagi ekzonlar chegarasiga mos keladi. Demak, ekzonlar - oqsil domenlarining genom ekvivalentidir.



Muhokama uchun savollar:

1. Elektrostatik ta'sirlashishlar deb qanday ta'sirlashishlarga aytiladi?
2. Van-der-Vaals ta'sirlashishlari va ularning turlari.
3. Hidrotob ta'sirlashishlar deb qanday ta'sirlashishlarga aytiladi?
4. Domenlar nima?

Uchinchi savolning bayoni.

Ko'pgina biopolimerlar faoliyati, ularning ligandlar - L (tuban molekulyar birikmalar - gormonlar, menabolitlar, dorivor moddalar, ionlar) bilan kompleks hosil qilishi orqali amalga oshadi. Makromolekulalarning ligandlarni biriktirib, kompleks hosil qilish jarayoni gemga ega oqsillar, ayniqsa, gemoglobini (Hb) va mioglobinda (Mb) batafsil o'rganilgan. Gemoglobinning, jumladan, mioglobinning kislorod bilan kompleks $Hb(O_2)_4$, MbO_2 hosil qilib to'yinishi, kislorodning parsial bosimiga pO_2 bog'liq bo'lib, bog'liqlik to'yinish grafigi tarzida tasvirlanadi. Gemoglobinning 50% to'yinishiga mos pO_2 kattaligi, Hb-ning kislorodga yaqinlik o'lchov (R_{50}) sifatida qabul qilingan.

Kooperativlik. Gemoglobinning kislorodga to'yinish grafigi, mioglobinning shu xil (giperbola) grafigidan farqlanib, sigmoid shaklga ega bo'ladi. Xill modeliga ko'ra, molekuladagi kislorod bog'lovchi markazlar (gemlar) mustaqil bo'lmay, markazlardan biriga birinchi O_2 molekulasining birikishi, boshqa markazlarning O_2 -ga yaqinligini oshiradi, ikkinchi molekula O_2 ning birikishi, uchinchi O_2 molekulaning birikishini osonlashtiradi va h.k. Mana shu xil markazlar to'ldirilishi barobari, bir xil markazlar assosiasiya konstantalarining o'zgarishi orqali amalga oshadigan bog'lanish - *kooperativ bog'lanish* deb ataladi.

Bir vaqtning o'zida n -ta ligandning makromolekulaga birikish reaksiyasi $Mq_nL \rightleftharpoons ML_n$ tarzida tasvirlanib, jarayon assosiasiya konstantasi (K_a) ifodalanadi.

$$K_a = \frac{[ML_n]}{[M]^n [L]^n}$$

Mazkur tenglamadan, makromolekulaning nisbiy to'yinish holi uchun $[ML_n]$ q $K_a * [M]^n * C^n$ hosil qilib, $[ML_n]$ q Y va $[M]$ q $1-Y$ orqali ifodalab, tenglamani $YG'(1-Y)$ q $K_a * C^n$ holiga keltiramiz. Ularni logarifmlab, **Xill teglamasini** keltirib chiqaramiz, ya'ni

$$\lg[YG'(1-Y)] \text{ } q \lg K_a q n \lg C.$$

Mazkur tenglama, makromolekula nisbiy to'yinish darajasining ligand konsentrasiyasiga bog'liqligini tasvirlab, absissa o'qiga muayyan bir og'ish ($\text{tg}\alpha$) hosil qilib joylashgan to'g'ri chiziq Xill grafigi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Kooperativlik holida, Xill grafigi maksimal og'ishining $\text{tg}\alpha$ burchagi Xill koeffisientiga (h -ga) teng ya'ni yaqin. Mazkur koeffisient kooperativ jarayonlar uchun $h > 1$ yoki $h < 1$ bo'lishi, ya'ni ijobiy yoki salbiy bo'lishi mumkin. $h \approx 1$ holatda kooperativlikning yo'qligini masalan, $h_{Mb} \approx 1$ bildiradi. Ot gemoglobinining Xill koeffisienti $h \approx 2,9$ ga, qum chuvalchangi gemoglobinida $h \approx 6$ ga teng. DNKning suyuqlanishi, oqsillaning qaytar denaturasiyalanishi, biomembranalardagi faza o'tishlar ham kooperativ jarayonlardir.

Gemoglobin strukturasida sodir bo'ladigan konformasion o'zgarishlar

Gemoglobin tarkibidagi subbirliklar α_1 , α_2 , β_3 va β_4 uchlamchi strukturaga ega bo'lib, α -subbirliklar har biri 141, β -subbirliklar esa har biri 146 aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan polipeptid zanjirlaridan iborat. Ular, o'zaro tuz ko'priklari (ion bog'lari) vositasida bog'lanib (ular oltita), tetramerni shakllantiradi. Subbirliklarning har birida bittadan gem guruhi bo'lib, u to'rtta pirol halqadan iborat tekis strukturaga ega. Gem markazida, pirol halqalar azot atomlari bilan to'rt tomondan koordinasion bog'langan, ikki valentli temir ioni joylashgan. Temir ionining 5-koordinasion bog'i, gem halqaga tik yo'nalgan aminokislota (α -subbirlikda gistidin qoldig'i) orqali polipeptid zanjiriga (globinga) ulanadi. Dezoksigemoglobinda 6- koordinasion bog' bo'sh bo'lib, kislorod mavjud sharoitda bu bog', bir molekula O_2 biriktirish orqali band etiladi va oksigemoglobin (HbO_2) hosil bo'ladi. Shu munosabat bilan Fe^{2Q} ion radiusi kamayib, gem tekisligiga tushadi. O'z navbatida bunday siljish temir ioniga bog'langan gistidin qoldig'i orqali butun zanjirning siljishiga, demak, uchlamchi strukturaning o'zgarishiga sabab bo'ladi. Buning natijasida subbirlikning boshqa subbirlik, masalan, α_1 bilan α_2 o'rtasidagi tuz ko'priknining uzilib, α_2 ning kislorod biriktirishi osonlashadi. α_2 ning O_2 birikishi esa α_2 bilan β_1 o'rtasidagi tuz ko'priknini uzib, uning O_2 birikishini osonlashtiradi va h.k.

Shunday qilib, gemoglobinning oksigenasiyalanishi munosabati bilan subbirliklararo ta'sirlashishlarning o'zgarishi, gemoglobinning O_2 biriktirishi paytidagi kooperativlik xossasiga asos bo'ladi. Mazkur hodisa, M.V.Volkenshteyn tomonidan ilgari surilgan, **elektronkonformasion ta'sirlashishlar** (makromolekulada yuz bergan elektron jarayonlar uning konformasion qayta qurilishlarga olib keladi, deb ta'kidlovchi) konsepsiyaning dalili bo'lib xizmat qiladi.

Sinov savollari.

1. Biomakromolekulalar tuzilishi konformasion asoslari, tarkibining o'ziga xosligi.
2. Makromolekulaning shakllanishida ishtirok etuvchi bog'lar, ta'sirlashuvchi kuchlar, ularning tafsifi.
3. Makromolekulaning ligandli kompleksi, assimlyasiya konstantasi.
4. Makromolekulaning faoliyatida kooperativlik, Xill teglamasi va grafigi, kooperativlik darajasi.

5. Oksigenasiya paytida gemoglobin molekulasida sodir bo'ladigan informasion o'zgarishlar.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

5-MAVZU: KVANT BIOFIZIKASI ELEMENTLARI

Reja

1. Molekulyar orbitallar, molekulaning qo'zg'algan holati, energiyaning migrasiyalanishi.
2. Elektron qo'zg'alish energiyasining migrasiyalanishi.
3. Erkin radikallar va erkin radikalli jarayonlar.

Birinchi savol bayoni.

Ultrabinafsha va ko'rinuvchi nur-sohalarining biologik ob'ektlariga ta'sir etish qonuniyatlarini tekshirish ham biofizika muammolari doirasiga kiradi. Qisqa to'lqinli (rentgen va γ -nurlanish) nurlarning biologik ob'ektlariga ta'sirini tekshirish bilan radiobiologiya shug'ullanadi.

Fotofizika va fotokimyo asoslari.

Molekulaning (atomning) umumiy energiyasi (E_{um}) elektron energiyasi (E_{el}) tebranma (E_t) va aylanma (E_a) harakat energiyalaridan tashkil topadi: $E_{um} \approx E_{el} + E_t + E_a$ bo'lib, $E_{el} \gg E_t \gg E_a$ dir. Fotokimyoda ham fotobiologiyadek, elektromagnit spektrining tor 200-700 nm sohasi bilan ish ko'riladi. Xalqaro eritish komissiyasi to'lqin uzunligi sohalarini quyidagicha ifodalashni tavsiya etadi. Ultrabinafshaha (UB) nurlanish: UB-S - 100÷280 nm, UB-V - 280÷315 nm, UB-A - 315÷400 nm, ko'rinuvchi spektr -400-780 nm. qisqa to'lqinli nurlanish energiyasi, kimyoviy bog'lar energiyasidan katta bo'lib, molekulalarni ionlantiradi va kimyoviy bog'larni uzadi. Aynan mana shu soha bilan radiobiologiya shug'ullanadi. Uzun to'lqinli nurlanish modda tomonidan yutilganda elektronning aylanma va tebranma energiyalari oshadi. Shu sababdan, infraqizil (IK) nurlanish reaksiyalar tezligini oshiradi, molekulalarda kimyoviy o'zgarishlar keltirib chiqarishga qodir emas.

Energiyasi 4-6 eV (200- 300 nm) fotonlar, oqsillar va nuklein kislotalar tomonidan yutilib, molekulalarni qo'zg'algan holatga, ya'ni molekulaning yuqoriroq energiya sathiga (qo'zg'algan holatga) o'tishiga olib keladi. qo'zg'algan molekula kimyoviy reaksiyaga osonlikcha kirishadi. Aynan mana shunday fotokimyoviy

reaksiyalar, oxirgi natijada oqsillar, nuklein kislotalar va boshqa biopolimerlarda fotobiologik effektlarga sabab bo'ladi. Ko'rinuvchi nur esa, fotosintez, fotoresensiya, fotomorfogenez hamda fotodinamik effektlar uchun aktiv hisoblanadi.

Yorug'likning yutilish qonuni, yutilish spektri.

Grotgus qoidasiga ko'ra, fotokimyoviy reaksiyaga faqat molekula tomonidan yutilgan nurgina sabab bo'ladi. Demak, fotokimyoviy jarayonlar asosida yorug'likning yutilish hodisasi yotadi.

Intensivligi I_0 - nurning, qalinligi l -ga teng yutuvchi muhitdan o'tishini ko'zdan kechiramiz. Mazkur intensivlik, yutuvchi muhitdan chiqqanda, yutilish evaziga kamayib, I -ga teng bo'lib qoladi. Mazkur bog'liqlik Buger- Lambert-Ber qonuni nomi bilan yuritiladi.

$$I = I_0 \times e^{-\varepsilon l}, \text{ yoki } \lg(I_0/I) = \lg(I_0) - \lg(I) = \varepsilon l \quad Q D q \varepsilon l,$$

Bu erda ε - molyar ekstinksiya koeffitsienti (o'lchov birligi $M^{-1} \text{sm}^{-1}$) bo'lib, l - modda tabiati va yutiluvchi nur tabiatiga bog'liq bo'lib, "moddaning pasport xarakteristikasi"ga doir belgilar jumlasiga kiradi. D -optik zichlik yoki ekstinksiya (nur yutish)- o'lchov birligiga ega bo'lmagan kattalik, l - yutilish qalinligi, sm.

Buger-Lambert-Ber qonuni moddaning konsentratsiyasi bilan optik zichligi o'rtasidagi chiziqli munosabatni aks ettiradi va shuning uchun u analitik maqsadlarda keng qo'llaniladi. T va D kattaliklar o'rtasidagi aloqa shundayki, masalan, tiniqligi $T_{0,01}$ (yoki 1%)ga teng eritmaning optik zichligi D $q 2$ ga teng. T $q 10\%$ bo'lsa, D $q 1$ ga teng va h.k.

Ekstinksiya koeffitsienti monoxromatik nurning to'lqin uzunligiga bog'liq, ya'ni $\varepsilon(\lambda)$ bo'lib, aynan mana shu bog'liqlik **yutish spektri** deb ataladi. Chunki, modda konsentratsiyasi - S va yutilish qalinligi - l , nur to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lmaganligi uchun, D -ning λ -ga bog'liqligi- $D(\lambda)$ ham, **yutish spektri** deb ataladi.

Yutish spektrlari spektrofotometrlarda o'lchanadi. Spektrofotometr, yutuvchi modda eritmasi orqali o'tgan nur intensivligini (I)ni, erituvchi orqali o'tgan nur intensivligi (I_0) bilan solishtirishga asoslanib ishlaydi.

Molekulaning qo'zg'algan holatlari va energiyaning migrasiyalanishi.

Yorug'likning modda tomonidan yutilishi molekulyar jarayon bo'lib, mazkur hodisa murakkab biologik strukturalarga (yadro, mitoxondriya, hujayra va boshqalarga) dahldor emas. Yorug'lik molekula tomonidan, energiyasi $h\nu$ $q hc/\lambda$ ga teng kvantlar tarzida, 10^{-14} - 10^{-15} sek davomida yutilib bo'ladi. Yorug'likning molekula tomonidan yutilishi, fizikaviy jarayon bo'lib, u quyidagicha tasvirlanadi:

$$A_0 + h\nu \rightarrow A^*$$

bu erda A^* - molekulaning qo'zg'algan holati, yorug'lik yutilganda nur energiyasi elektronlarning tebranma va aylanma energiyalariga aylanadi va shu munosabat bilan molekulaning elektron konfiguratsiyasi o'zgaradi. Kvant yutilishi evaziga, A molekula tomonidan olingan qo'zg'alish energiyasi, quyida tasvirlangan usullarning biri orqali sarflanadi.

- nurlanish: $A^* \rightarrow A + h\nu$
- nurlanmasdan konversiyalanish: $A^* \rightarrow A_0 + \text{issiqlik}$,
- kimyoviy reaksiya: $A^* \rightarrow \text{mahsulot}$.

Molekulaning yorug'likdan qo'zg'alishi bir elektronli jarayon bo'lib, uning davomida orbitaldagi elektronlar juftidagi elektronlardan birining asosiy (S_0) sathdan, yuksakroq (qo'zg'algan) sath (S_1)ga o'tishi bilan kechadi. Juftning ikkinchi elektroni asosiy (S_0) sathda qoldi. Elektronli qo'zg'alish energiyasi, eng quyi tebranish sathidan boshlab o'lchanadi. qo'zg'algan holatning eng quyi darajasi - **singlet** S_1 (qo'zg'algan va qo'zg'almagan elektronlarning spinlari antiparallel) va **triplet** T_1 (elektronlarning spinlari parallel) holatlaridir. Qo'zg'alish energiyasi yuqorida tasvirlangan yo'llarning biri orqali, nurga aylanib yoki aylanmasdan amalga oshadigan o'tishlarda sarflanadi. qo'zg'algan holat yashash davrini, nurlanish bo'yicha birinchi tartib kinetika atamalarini yordamida aniqlash mumkin. Agarda nurlanish qo'zg'algan holatdan asosiy holatga qaytishning birdan-bir yo'li bo'lsa, u holda mazkur holatdan chiqish tezlik konstantasiga teskari bo'lgan kattalik qo'zg'algan holatning tabiiy **yashash davri**. Deb ataladi. qo'zg'algan S_1 holatdan asosiy S_0 holatga o'tishda sodir bo'ladigan nurlanish fluoressensiya. Deb ataladi. Fluoressensiyaning tabiiy yashash davri, ko'pchilik organik molekulalar uchun 10^{-9} - 10^{-6} sek bilan xarakterlanadi. Qo'zg'algan T_1 holatdan asosiy S_0 holatga o'tish bilan kechadigan nurlanish **fosforessensiya** deb atalib, uning tabiiy yashash davri 10^{-3} - 10 sek oralig'idan o'rin oladi.

Fluoressensiya spektrining shakli (**Kashi qoidasi**) va kvant chiqishi (**Vavilov qonuni**) qo'zg'atuvchi nur to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lmaydi, chunki fluoressensiya nurlanishi har doim qo'zg'algan (S_0) holatning eng tuban sathidan boshlanadi: $q q n G' N$, bu erda q - kvant chiqishi, n - chiqariladigan kvantlar soni, N - yutilgan kvantlar soni.

Stoks qonuniga binoan, fluoressensiya maksimumi, molekulaning yutish maksimumiga nisbatan uzunroq, to'lqin sohasida yotadi (chunki yutilgan energiyaning bir qismi issiqqa aylanadi).

Fotofluoressensiya hodisasi biofizika va biokimyoda tadqiqot metodi sifatida keng qo'llaniladi. Birinchidan, oqsillar xususiy fluoressensiyasini o'lchash orqali, uning konformasion holati haqida ma'lumotga ega bo'lishi mumkin. Oqsilning xususiy ultrabinafshaha fluoressensiyasi yordamida, unda triptofan va tirozin qoldiqlarining bor- yo'qligini aniqlash mumkin. Uning parametrlari o'sha qoldiqlarning mikroqurshoviga bog'liq ravishda o'zgaradi. Masalan, triptofanillar fluoressensiyasining kvant chiqishi 0,1-0,4 oralig'ida bo'lib, spektr maksimumi 320-325 nm da qayd etiladi. Fluoressensiya spektrofotometrlardan farqlanadigan, fluorametrlarda o'lchanadi. Ularda fluoressensiya qo'zg'atuvchi va uni qayd etuvchi sistemalar mavjud.

Nurlanishsiz amalga oshuvchi o'tishlar

Bu xil o'tishlarni ikki turga ajratish mumkin:

* bir xil multipletlikka ega, har xil elektronli qo'zg'alish holatlariaro molekulyarich nurlanishsiz o'tishlar, ya'ni singlet- singlet ($S_1 \rightarrow S_0$) va triplet-triplet ($T_2 \rightarrow T_1$) o'tishlar imkoni ham mavjud bo'lib, bunday o'tishlar **ichki konversiya** . deb ataladi.

* har xil multipletlikka ega holatlararo molekulyarich o'tishlar (ya'ni $S_1 \rightarrow T_1$, $T_1 \rightarrow S_0$), bunday o'tishlar **interkombinasion konversiya** deb ataladi.

Energiyaning qo'zg'algan molekuladan atrofdagi boshqa molekulalarga uzatilishi ham nurlanishsiz o'tishga tegishlidir. Bunda elektron energiyasi tebranma, aylanma va ilgarilama harakat energiyalari sifatida uzatilishi mumkin.

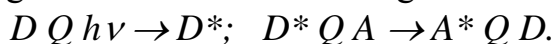
Molekula tuzilishi nazariyasidan ma'lumki, molekulyar orbitallar σ , n va π -tiplariga bo'linadi. Qo'zg'alish paytida elektron π -orbitaldan, qo'zg'algan π^* -orbitalga o'tadi va bunday o'tish $\pi \rightarrow \pi^*$ o'tish deb ataladi. Organik molekulalarda ko'pincha $\pi \rightarrow \pi^*$, $n \rightarrow \pi^*$ va $n \rightarrow \sigma^*$ -o'tishlar qayd etilib, ular zaryad tashilish bilan bog'liq.

Muhokama uchun savollar:

1. Molekulyar orbitallar nima?
2. Yorug'likning yutilish qonunini izohlab bering.
3. Molekulaning qo'zg'algan holatlari va energiyaning migrasiyalanishi nima?

Ikkinchi savolning bayoni.

Energiya migrasiyasi qo'zg'algan molekulalarning S_1 va T_1 - sathlaridan amalga oshadi. Energiya migrasiyalanishi - energiyaning nurlanishsiz, donor (D) bilan akseptorning (A) kinetik to'qnashuvilarisiz isiqlikka aylanmasdan, atomlar oralig'idan ancha katta masofaga uzatilishidir.



Energiyaning migrasiyalanishi bir molekula ichida yoki molekular o'rasida amalga oshishi mumkin. Birinchi holda, energiyaning uzatilishi bitta molekula doirasida, uning xromofor guruhi ichida yoki ikkita bog'langan yoki bog'lanmagan guruhlar aro amalga oshadi. Molekulalar aro energiya migrasiyalanishining oddiy holi reabsorbsiya qo'zg'algan molekulalar nurlanishining takroran yutilishidir. Bunday jarayon konsentrlangan eritmalar fluoressensiyasining susayishida namoyon bo'ladi. Fotobiologik jarayonlarda elektronli qo'zg'alish energiyasining nurlanishsiz o'tish mexanizmiga binoan migrasiyalanishi muhim ahamiyatga ega.

Almashma - rezonans yo'li. Bu yo'l donor va akseptor molekulalari elektron orbitallarining bevosita qoplanish vaziyatida amalga oshadi. Shu munosabat bilan D bilan A energiya jihatidan farqlanadigan elektronlarini ayirboshlaydi ("issiq" molekula qo'zg'algan elektronini "sovuq" molekulaga berib, uning elektronini o'zi oladi). Donor va akseptor molekulalarning o'zaro uzoqlashishi bilan, migrasiya ehtimolligi molekulalararo masofaning 6- darajasiga proporsional ravishda kamayadi. Fosforessensiya spektrida umumiy to'lqin uzunligi sohasining paydo bo'lishi bu xil migrasiyaning mumkinligini tasdiqlaydi.

Induktiv - rezonans yo'li. Molekulalararo ancha katta ($\sim 2-10$ nm) masofalarda amalga oshib, qo'zg'algan D^* molekula bilan akseptor molekulalarning rezonansli ta'sirlanishi tufayli yuz beradi. Molekulalararo tabiatan zaif ta'sirlashish yaqin chastotalarda tebranishga qodir xususiy molekulyar ossillyatorlar juftini bog'lovchi elektromaydon vositasida joriy etiladi (bunda molekular elektr dipollari sifatida qaraladi). Bu singlet- singlet, triplet- triplet o'tishlardan iborat bo'lib, eritmalarda, ayniqsa, biologik sistemalarda ko'proq qayd etiladi. Fluoresensiya

spektrida umumiy to'liq uzunligi sohasining paydo bo'lishi energiya migrasiyalanishi mazkur mexanizmining mumkinligini isbotlaydi.

Eksiton yo'li. Bu yo'l kristalli strukturalarda uchraydi. Qo'zg'algan elektronning bir molekuladan boshqa bir molekulaga tez "sakrab" o'tishi natijasida, fazoviy yaqin joylashgan molekular guruhi (klaster)ning birgalikda qo'zg'alishi sodir bo'ladi. Masalan, chala o'tkazgichlar kristalida qo'zg'alish natijasida, elektron- teshik jufti hosil bo'lib, bu xil yaxlit juftlar *kvazizarrachalar (eksiton)* ma'lum vaqt yashab, birgalikda harakatlanadi. O'zida qo'zg'alish energiyasini mujassamlantirgan eksiton tez migrasiyalanib, yuzlab, hatto minglab molekular bilan uchrashib chiqadi. Energiyaning migrasiyalanishi fotodinamik effektlarda ham yuz beradi. Elektronlarning tunnel orqali tashilishi, mexanizmi jihatidan energiya migrasiyalanishiga yaqin bo'lib, jarayon o'zaro energiya to'sig'i orqali ajralgan oqsil tabiatli tashuvchi - molekular o'rtasida amalga oshadi. Elektronning tunnel orqali tashilishi elektron energiyasi donor bilan akseptor o'rtasidagi energetik barer balandligidan kam bo'lgan sharoitda yuz beradi. Effekt sof-mexanikaviy tabiatga ega bo'lib, 0,5- 1.0 nm masofada amalga oshadi. Elektronning to'siq ostidan tunnel orqali o'tish mexanizmiga xos alohidalik shundan iboratki, u hatto tuban harorat-suyuq azot harorati (77 K) va undan ham tubanda amalga oshaveradi. Bunday sharoitda arrenius mexanizmi asosida kechadigan odatdagi fizika-kimyoviy jarayonlar "ishlamay" qo'yadi. Tunnel orqali tashilish odatdagi haroratda ham sodir bo'ladi.

Qozg'algan holatning xossalari va asosiy fotokimyoviy jarayonlar.

Elektronli qo'zg'algan holatidagi molekula, asosiy holatdagi molekuladan kuchli darajada farqlanadi. Qo'zg'algan molekular kislota- asos tip kimyoviy reaksiyalarga osonlik bilan kirishadi. Qozg'algan holatning kislota- asos xossalari turli rN sharoitida qo'zg'algan protonli molekular konsentrasiyasini spektral o'lchab aniqlash mumkin. Ko'p atomli katta molekulaning elektronli qo'zg'alish konfiguratsiyasi shundayki, elektronlarning asosiy qismi bog'lovchi orbitallarda qolib, molekulaning geometriyasi kuchli darajada o'zgarmaydi. Atomlararo bog' holati tubdan o'zgaradigan hollar bundan mustasno.

Asosiy fotokimyoviy reaksiyalar - bu *fotoqaytarilish, fotooksidlanish, qayta guruhlanish va izomerlanish, fotokimyoviy parchalanish* va shu singari reaksiyalardir.

Dien va trienlarning eng umumiy foto qayta qurilish reaksiyalaridan biri-strukturaviy izomerlanish, ya'ni izomerlanish bo'lib, unda π - va σ - bog'lar uziladi yoki ular yangidan hosil bo'ladi. Kalsiferollar (D vitaminlar)ning yorug'likdan o'zgarishi shu xil reaksiyalar jumlasiga kiradi. Olefinli bog'larga ega moddalarning sis-trans izomerlanishi fotoizomerlanishning boshqa bir turidir. Trans-izomerlar, sis-izomerlarga qaraganda uzun to'liq sohasini kuchliroq yutadi. Shuning uchun ham uzun to'liq sohasiga oid nur ta'sir etganda, sis-izomerlar ustunlik oladigan, fotostatsionar holat qaror topadi. Fotoresensiya asosida retinalning sis-trans-izomerlanish reaksiyasi yotadi. Ochiq holatdagi tetrapirrolning izomerlanishi, o'simliklar fotomorfogenezining regulyatori - fotoxromning fototrigger ta'sirga sabab bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Elektron qo'zg'alish va uning turlari?
2. Qozg'algan holatning xossalari va asosiy fotokimyoviy jarayonlar.
3. Asosiy fotokimyoviy reaksiyalarga nimalar kiradi?

Uchinchi savolning bayoni.

Erkin radikallar va ularning xossalari. Juftlanmagan elektronga ega molekula yoki uni fragmenti **erkin radikal** deb ataladi. Erkin radikalga tegishli modda kimyoviy formulasi ustiga qo'yiladigan qalin nuqta orqali ifodalanadi. Masalan, N', ON' va h.k.

Erkin radikallar radikal hosil qiluvchi moddalar tabiatiga bog'liq holda, neytral kation yoki anion holatida ham bo'lishi mumkin. Masalan, tirozin molekulasida sharoitiga bog'liq holda neytral yoki kation radikali holatida uchraydi.

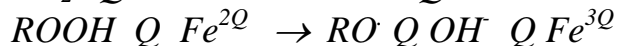
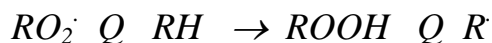
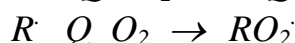
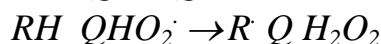
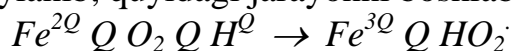
Anion radikalga kislorodning superoksidanion radikalini misol qilish mumkin - $O_2^{\cdot -}$. Demak, molekulada juftlanmagan elektronning paydo bo'lishi bo'sh valentlikning paydo bo'lishiga ekvivalentdir.

Erkin radikallarga xos xususiyatlar:

- yuksak kimyoviy aktivlik;
- paramagnitlik;
- zanjirli reaksiyalarni boshlab berish.

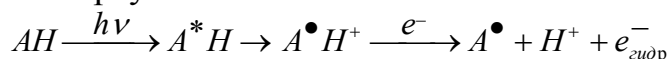
Erkin radikalli jarayonlar

Hujayrada kechadigan oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari natijasida erkin radikallar paydo bo'ladi. Suv hosil bo'lish jarayoni kislorod superoksidanion radikalining paydo bo'lishidan boshlanadi, ya'ni nafas zanjiri komponentlarida kechadigan $Fe^{2Q} \rightarrow Fe^{3Q}$ tip reaksiyalar evaziga suv fazadagi kislorod anion radikaliga aylanib, quyidagi jarayonni boshlab beradi va unda ishtirok etadi.



Ko'rinib turibdiki, moddalarning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladigan suv, erkin radikalli jarayonlar mahsuli hamdir. Suv fazadagi UB yoki ionlantiruvchi nurlar ta'sir etganda suv radiolizi hisobiga erkin radikallar N', ON', NO₂' va gidratli e^- , N^Q, ON⁻ hamda N₂O₂ hosil bo'ladi.

Aminokislotalarda hosil bo'ladigan erkin radikallar. UB yoki ionlantiruvchi nurlar ta'siridan hujayraning suv fazasida erigan yoki oqsil tarkibiga kirgan aminokislotalarda, nuklein kislotalar azot asoslarida ham radikalli holat yoki erkin radikallar paydo bo'ladi.



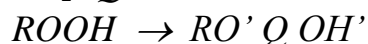
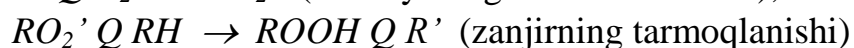
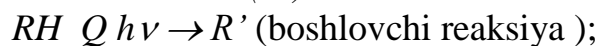
AN - aminokislota, A^{*}N - uning qo'zg'algan shakli, A'H^q - aminokislota kation radikali, e^- - elektron, e_{gidr}^- - gidratlangan elektron.

U yoki bu sababga ko'ra, paydo bo'lgan e^-_{gidr} oqsil tarkibida uchraydigan disulfid ko'prigini uzib, erkin radikal hosil qilishi mumkin. Nuklein kislotalarda, UB yoki ionlantiruvchi nurlar ta'sirida, ko'proq timin qoldig'ida radikal holati qayd etiladi.

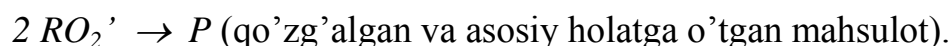
Xinon erkin radikallari. Mixaelis (1939) biologik oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari ikki elektronning ko'chirilishi bilan kechib, jarayon ikki bosqichda, oraliq modda (erkin radikal demoqchi) hosil qilish bilan kechadi deb ta'kidlagan edi, ya'ni:

Tabiatan shu xil reaksiyalar, mitoxondriya nafas zanjirida amalga oshib, ular elektron transportini amalga oshiradi.

Lipid erkin radikallari. Hujayra membranasining asosiy moddalaridan bo'lmish lipidlar tarkibidagi yog' kislotalari muayyan sharoitda (UB, ionlantiruvchi radiasiya yoki CCl_4 singari moddalar ta'sirida) erkin radikalli oksidlanadi. Jarayon muayyan bir erkin radikal (R') boshlab beradi:



.....



Antioksidantlar fenol tabiatli moddalar, masalan, 0-tokoferol, β -karotin, ionol, umumiy kislorodning faol turlari bilan ta'sirlasha oladigan birikmalardir.

Eslatma. Jarayonda hosil bo'lgan antioksidant radikali (X' sifatida) zanjirning boshlanishida ishtirok etishi mumkin.

Biologik membranalarda to'yinmagan yog' kislota qoldiqlariga ega fosfolipidlar asosan pereksli oksidlanishga (LPO) yo'liqadi. Buning natijasida membrananing yopishqoqligi oshadi, ko'ndalang tiqilishlar paydo bo'ladi, harakatchanligi cheklangan, tartiblangan lipidlar soni ortadi. LPO reaksiyalari natijasida paydo bo'lgan R' , RO_2' radikallari qayta birlashganda katta miqdorda ($\approx 7-100$ kkalG'molü) energiya ajralib chiqadi. Aynan mana shu energiya, reaksiya mahsulotlarini qo'zg'algan holatga o'tkazish uchun etarlidir. qo'zg'algan holatdagi mahsulotning asosiy holatga o'tishi, xemilyuminessensiya kvantlarining ajralishi bilan boradi. To'yingan yog' kislotalaridan RO_2' va $ROOH$ hosil bo'lganda **-NSqSN-** bog' joyidan ko'chib, qo'shbog'larning konyugasiyalangan birgalikda bog'lanishi yuzaga keladi. Gidroperoksid - $ROOH$ dan navbatda har xil aldegidlar, jumladan, malon aldegidi ham hosil bo'lib, u yoki bu eksperiment sharoitida, uning miqdoriga qarab, LPO reaksiyalari intensivligi haqida xulosalar shakllantiriladi. Bayon etilgan jarayon lipidlarning peryokisli oksidlanishi (LPO) nomi bilan yuritiladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Erkin radikallar nima?
2. Xinon erkin radikallari.

3. Lipid erkin radikallari.

Sinov savollari.

1. Molekulyar orbitalar va nur yutilishi evaziga molekulada amalga oshadigan elektronli o'tishlar.
2. Molekulaning qo'zg'algan holat turlari, xossalari, tafsiloti.
3. Qozg'algan holatdan asosiy holatga qaytish yo'llari.
4. Energiyaning molekulalararo tashilishi va migrasiyalanish yo'llari.
5. Erkin radikal holat, xossalari, turlari, yuzaga kelishi.
6. Hujayraning suv fazasida amalga oshadigan erkin radikalli jarayonlar.
7. Hujayraning lipid fazasida sodir bo'ladigan erkin radikalli jarayonlar.
8. Erkin radikallarni aniqlash metodlari.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

6-MAVZU: BIOLOGIK MEMBRANALARNING TUZILISHI VA FUNKSIYASI

Reja

1. Biomembranalar tuzilishining strukturaviy asoslari.
2. Biomembranalarning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlari.

Birinchi savol bayoni.

Aytish mumkinki, hozirgi davrga kelib, biologiyada mustaqil ilmiy yo'nalish - **membranologiya** shakllandi. Membranologiya biologik membranalar tuzilishi, molekulyar tashkillanishi, membrana tarkibiy qismlarining faoliyat mexanizmlari, membrananing fizik - kimyoviy xossalari va aktivligining boshqarilishi masalalarini tekshirish bilan shug'ullanadi. Membranologiya tabiiy membranalarining sun'iy analoglarini yaratib, ularga har xil membranotrop fiziologik regulyatorlar va membrana faol birikmalarning ta'sir mexanizmlarini tekshirish bilan bir qatorda, biologik membranalar faoliyat prinsiplariga asoslangan bioqurilmalar va biotexnologik jarayonlar yaratish bilan ham shug'ullanadi.

Biologik membranalar faoliyati xilma-xil. **barerlik faoliyati**, ya'ni hujayraning ichki muhitini tashqi muhitidan ajratish hamda hujayra ichini struktura va funksional alohidalashgan bo'limlar – **kompartmentlarga** bo'lish, uning eng muhim faoliyatlaridan hisoblanadi. Ularning har biri o'ziga xos funksiyalar bajaradi:

mitoxondriyada substratning oksidlanishi va energiyaning transformosiyalanishi amalga oshirilsa, yadroda genetik axborotni saqlash va uning "ko'paytirilishi" ta'minlanadi, lizosomalar proteolitik fermentlar saqlaydi, retikulum membranasi aloqa to'ri sifatida har xil bo'linmalarni o'zaro bog'laydi va h.k. Membrana tarkibiga immunitet, resepsiya va modda transporti faolliklari mas'ul oqsillar kirgan. Mazkur faoliyatlarning boshqarilishi membrananing mikroyopishqoqligi, tartiblanganligi, fosfolipid qo'shqavatining taxlanishi, lipid tarkib va h.k.ni o'zgartish yo'li bilan amalga oshiriladi. Shunday qilib, membrana - bu toplangan fermentlar va ferment ansambllari joylashgan joy bo'lib, hozirgi kunga kelib ularning harakat, sekresiya, so'rilish, oqsillar sintezi va hujayra bo'linishidagi ro'li har tomonlama isbotlangandi.

Biologik membranalar tuzilishiga doir hozirgi zamon tasovvurlari G.Nikolson tomonidan ilgari surilgan **suyuq-mozaika modeli** yotadi. Mazkur modelga binoan, "suyuq" lipid qo'sh qavati membrananing asosini tashkil etib, unda lipid molekulalari har xil (segment harakatchanligi diffuziya va aylanma) harakatda bo'la oladi. Kamdan-kam hollarda ular qo'sh qavatning biridan ikkinchisiga "sakrab" (*flip-flop*- arg'umchoq) o'tishlarini amalga oshiradi. Aynan shu hodisa hamda maxsus fermentlar ta'siri tufayli membrana qavatlarining fosfolipid tarkibi o'zaro farqlanadi, ya'ni membrana lipid tarkibi jihatidan assimetrikdir. Bunday assimetriya oqsillarning qo'sh qavatdagi assimetriyasi hisobiga ham yuzaga keladi. Membrananing bunday xossasi egrilik gradienti, taxlanmalar, burilishlar, pufakchalar hosil qiluvchi omillardan bo'lib, mazkur holatlar hujayralararo aloqa va ta'sirlashishlarda muhim ahamiyatga ega.

Membrana tarkibidagi oqsillar ham lateral diffuziya va boshqa xil harakatlarni amalga oshiradi. *Lateral diffuziya* oqsil geometriyasi, o'lchami, uning oqsil - lipid ta'sirlashishiga bog'liq bo'lib, lipid qurshovining mikroyopishqoqligi hamda lipid qo'sh qavatining fazoviy holat bilan boshqarib turiladi. Qo'sh qavatning fazoviy holati bir qator omillar: harorat, fosfolipid tarkib, xolesterin miqdori, ionli qurshov va birinchi navbatda, muhitda Na^{2Q} va boshqa ko'p valentli ionlarning bor- yo'qligiga ham bog'liq bo'ladi. Kalsiy ionlari xolesterin singari, membrananing manfiy zaryadli tarkiblari (fosfatidilserin, glikolipidlar, glikoproteidlar) bilan o'ziga xos "tiqilishlar" hosil qiladi. Shu munosabat bilan membrananing katta miqdordagi fosfatidilxolin tip neytral fosfolipidlarga ega sohalarida, fazalarga bo'linish hodisasi yuzaga keladi. Umuman shu xil lipid-lipid ta'sirlashishlar, membrana faoliyatlarining normal amalga oshishi uchun zarur mikroeterogenlikning shakllanishini ta'minlaydi.

Biomembranalar oqsil tarkibining topografiyasi ham alohida ahamiyatga ega. Membrana oqsillari, ularning membranada joylashishiga bog'liq holda **periferik va integral**, deb ikkiga bo'linadi. Periferik oqsillar membrananing tashqi va ichki sirt yuzalarida joylashib, elektrostatik kuchlar vositasida ushlab turiladi va shuning uchun ular tuzli eritmalar yordamida osonlikcha ekstraksiyalanadi. Integral oqsillar membrana qalinligiga har xil darajada cho'kkan holda joylashib, asosan, gidrofob ta'sirlashishlar tufayli ushlab turiladi. Ularni faqat membranani organik ekstragentlar, detergentlar va xaotrop agentlar vositasida ajratib olish mumkin.

Membrananing lipid va oqsil tarkibi bilan hujayra ichidagi ba'zi biopolimerlar o'rtasida ion bog'lari uchraydi. Masalan, eritrosit membranasining ichki yuzasida joylashgan periferik oqsil - spektrin sitoplazma oqsillari bilan ta'sirlashib, ularning

harakatchanligi va taqsimlanishini boshqarib turadi. Spektrin membrana komponentlarining harakatchanligini cheklaydi, flip-flop o'tishlarga to'sqinlik qiladi, eritrosit shakliga ta'sir etadi, plazmatik membrananing ichki va tashqi sirt yuzalarida undagi tarkibiy qismlar bilan bog'lanib o'ziga xos panjaralar hosil qiladi.

Sinov savollari.

1. Membrana lipidlari, lipidlarning membranada qo'sh qavat hosil qilib joylashishi, sun'iy membranalar, dinamikasi.
2. Membrana oqsillari, ularning joylashishi, ularga xarakteristika.
3. Membrananing fizikaviy xossalari, sirtmoq (kink) gipotezasi.
4. Hujayra membranasining tanlab o'tkazish xossasi, ahamiyati.
5. Membrananing agregat holati haqidagi hozirgi zamon tasovvurlari, gipotetik modellar.
6. Membranoaktiv moddalar, kanaloformerlar va ionoforlar.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

7-MAVZU: MODDALARNING BIOMEMBRANA ORQALI TASHILISHI

Reja

1. Passiv transport va uning turlari.
2. Aktiv transport.

Birinchi savol bayoni.

Diffuziya, osonlashgan diffuziya va kanallar orqali tashilish. Hujayrada kechadigan bir qator jarayonlar (substrat va metabolitlar transporti, ATF sintezi, ion tarkibi hamda suv miqdorining doimiyliigi) moddalarning membrana orqali transportiga bevosita bog'liq.

Biologik membranalarda neytral molekulalar ionlar aktiv hamda passiv transportining har xil turlari amalga oshadi. Tashilish turlari, ularning mustaqil yoki mustaqil bo'lmasligiga qarab quyidagilarga ajratiladi:

- **uniport** - bitta moddaning mustaqil transporti (masalan, O₂ning hujayraga kirishi),
- **simport** - ikki xil moddaning bir yo'nalishidagi birgalikda tashilishi (masalan, qandlar yoki aminokislotalarning Na^Q bilan birgalikda hujayraga kirishi),

• **antiport** - ikki xil moddaning bog'langan holda qarama-qarshi yo'nalishda membrana orqali tashilishi (masalan, ATF^{4-} bilan ADF^{3-} ning mitoxondriya ichki membranasi orqali qarama-qarshi yo'nalishdagi antiporti).

Aktiv yoki passiv transport mezoni sifatida kimyoviy yoki elektrokimyoviy potensial yo'nalganligining o'zgarishi ish beradi. **Aktiv transport** - energiya sarf etilishi bilan borib, kimyoviy yoki elektrokimyoviy potensial ($\Delta\mu \geq 0$ yoki $\Delta\mu > 0$) gradientiga qarshi yo'nalishda amalga oshadi. Uning energiya manbai ATF gidro'lizi yoki elektronning masalan, mitoxondriyada redoks zanjir bo'ylab tashilishidir.

Passiv transport - moddaning qo'sh qavat orqali kimyoviy (noelektro'litlar) yoki elektrokimyoviy (ionlar) potensial gradienti yo'nalishidagi ($\Delta\mu < 0$), ya'ni potensial kam tomonga yo'nalgan diffuziyasidan iborat.

Diffuziya va singdiruvchanlik

Diffuziya – molekullarning konsentrasiyasi yuqori tomondan kon-sentrasiyasi tuban tomonga o'zligidan siljishidir. Bunda, modda oqimi (J) konsentrasiya gradientiga (dcG/dx ga) proporsional bo'lib, u Fik teglamasi yordamida tasvirlanadi:

$$J_q = -D (dcG/dx),$$

bu erda D - diffuziya koeffisienti bo'lib, Eynshtein teglamasi $DqUKT$

ga binoan, moddaning harakatchanligi U -ga proporsional. Tenglamadagi manfiy ishora, oqimning gradient bo'yicha, ya'ni konsentrasiyaning kamayish yo'nalishida borishini ifodalaydi.

Singdiruvchanlik - zaryadga ega bo'lmagan zarrachaning biomembrana orqali amalga oshadigan oqimini zarrachaning membranaga bo'lgan u yoki bu xil yaqinligi (lipofilligi), uning membrana tomonlaridagi K), ya'ni

$$k_q [H]_{membrana} G' [H]_{suv} \text{ ga muvofiq turlicha bo'ladi.}$$

Agarda zarrachaning hujayra ichidagi konsentrasiyasining C_i , tashqaridagi konsentrasiyasini S_o orqali ifodalasak, membrananing l - qalinligida ($S_i - S_o$) $G' l$ ga teng konsentrasiya gradienti - dcG/dx yuzaga keladi, ya'ni

$$dcG/dx = \frac{k(C_i - C_o)}{l}$$

Shu asosda, moddaning membrana orqali diffuziyasini tasvirllovchi Fik teglamasi quyidagicha yoziladi:

$$J_q = -\frac{Dk}{l}(C_i - C_o).$$

Agarda $Dk G' lqR$ tarzida ifodalansa, u holda mazkur formula $J_q = P(C_i - C_o)$ ko'rinishiga keladi. Bu erda R - singdiruvchanlik koeffisienti.

Zaryadli zarrachalar holida, harakatlantiruvchi kuch sifatida elektrokimyoviy potensial gradienti ($\Delta \bar{\mu} G' dx$) namoyon bo'ladi. Bunday hollarda oqsil kattaligini hisoblab topish uchun Nernst-Plank elektrodifuziya teglamasi ishlatiladi. Tenglama ion konsentrasiya gradienti (dcG/dx) bilan elektr gradienti ($d\phi G' dx$) ning diffuziyadagi ulushini aks ettiradi:

$$J_q = -D(dcG/dx) - ucZF(d\phi G' dx),$$

Bu erda U - ion harakatchanligi, S - konsentrasiya, Z - ion zaryadi, F - Faradey soni.

Oddiy va osonlashgan diffuziya

Ko'pchilik noelektro'lit moddalarning membrana orqali siljishi, ularning lipid qo'shqavatida erishi va o'sha qavat orqali passiv diffuziyalanish xossasi bilan belgilanadi. Gazlar va harxil lipofil birikmalar membrana orqali diffuziya yo'li bilan o'tadi. Eruvchanligi bir xil, ammo molekulyar massasi har xil moddalardan, tuban molekulyarlisi tezroq diffuziyalanadi. Bunda, transport tezligi bilan diffuziyalanuvchi modda konsentrasiyasi o'rtasidagi bog'liqlik chiziqli xarakterga ega.

Passiv transportning o'ziga xos alohida turi - membrana geometriyasining o'zgarishi bilan amalga oshadigan **endo-** va **ekzositoz** (endositozda membrananing bir qismi sitoplazmaga botib kirish yo'li bilan moddalarning sitoplazmaga kiritilishi, va aksincha ekzositozda hujayra ichidagi pufakchalarning tashqariga chiqarilishi sekresiya) dir. Shunday qilib, oddiy diffuziya mexanizmi hujayra membranasining O_2 , SO_2 va boshqa har xil yot moddalar (zaharlar, dori moddalar) ga bo'lgan singdiruvchanligini ta'minlaydi. Ammo bunday jarayonlar sekin kechadi.

Shuning uchun ham, evolyusiya davomida, moddalarning **osonlashgan tashilishini ta'minlovchi mexanizmlar** vujudga kelgan. Neytral va zaryadli molekulalarning biologik membranalar orqali o'tkazilishi, asosan, osonlashgan transportning har xil mexanizmlari, ya'ni **harakatchan tashuvchilar** va **ion kanallari** vositasida amalga oshiriladi. Bu xil transport, muayyan moddalarni "tanib", ularni membrana orqali tashishga qodir oqsillar va membrananing boshqa tarkibi qismlari tomonidan amalga oshiriladi. Har xil substrak va metabolitlarning osonlashgan diffuziyasiga **stereospesifiklik** (izomerlardan faqat bir xilining tashilishi) xarakterli holdir. Masalan, biomembranalar orqali qandlarning faqat D-izomerlari, aminokislotalarning L- izomerlari o'ta oladi.

Osonlashgan diffuziyaga xarakterli bo'lgan xossalardan yana biri to'yinish fenomeni bo'lib, u tashilish tezligining tashiluvchi modda konsentrasiyasiga bog'liq holda, ma'lum bir darajagacha oshib borishi va keyin esa, o'zgarmasdan qolishida (V_{max}) namoyon bo'ladi. Mazkur tezlik, ionofor yoki boshqa tashuvchi tomonidan cheklanadi. Masalan, tabiiy ionofor siklik polipeptid - valinomisin K^Q ionlari bilan ideal (Rb^Q bilan uncha ideal bo'lmagan) kompleks hosil qiladi. Kaliy ioni valinomisin molekulasida "halqasi" o'rtasidagi bo'shliqqa, o'lchami jihatdan, to'la mos tushadi va bunda ionning gidrat qobig'i valinomisin molekulasidagi alifatik qoldiqlardan iborat gidrofob qobiqqa almashinadi. Shunday holatdagi kompleks (K^Q -valinomisin) membranadan osonlikcha o'tib, mazkur ionning elektrokimyoviy gradientini yo'qotadi.

Harakatchan tashuvchi yordamida amalga oshadigan osonlashgan transport intensivligiga membrananing fazoik holati kuchli darajada ta'sir etadi, membrana "qattiq" holatga o'tganda bu xil transport tezligi keskin kamayadi. Valinomisin va boshqa ionoforlar tuban konsentrasiya holida ionlarning membrana orqali tashilishini tezlatadi va ular effekti jihatidan fermentlarga o'xshab ketadi. Shuning uchun ularning faoliyatini fermentativ kataliz qoidalari asosida tasvirlash mumkin (V_{max} , K_m , K_i va $[S]$).

Ion kanallari

Hujayra membranasining ion singdiruvchanligi, integral oqsillardan iborat. Ion kanallari tomonidan ham ta'minlanadi. Ion kanallarining ko'pchiligiga **maxsuslik** (tanlovchanlik): substrat konsentrasiyasi ko'payganda- **to'yinish**, substrat analogi

paydo bo'lganda (ion-blokatorlar tomonidan ham) **raqobatli bosiqtirilish** xossalari xarakterlidir. Har xil kanallar orqali 1 sekundda $10^6 - 10^9$ ion o'tadi. Kanalda yuz beradigan konformasion o'zgarishlar uni ochiq yoki yopiq holatga keltiradi. Bu xil o'zgarishlar membrana potentsiali, kanalning ma'lum bir kimyoviy moddalar bilan ta'sirlashishi yoki kanal tarkibiy qismlarining maxsus fosforlanishi bilan shartlanishi mumkin.

Biologik membranalarda uchraydigan kanallar boshqarilishining kamida, uch xil usuli ma'lum.

1. Birinchi usuliga binoan, kanal elektr maydoni tomonidan boshqariladi. Membranada, qutblanganlik holatining o'zgarishidan ta'sirlanadigan, elektr zaryadiga ega qurilma mavjud bo'lib, u **kuchlanish sensori** nomi bilan yuritiladi.

2. Ikkinchi usuli, ion kanali, ma'lum bir kimyoviy birikma yoki birikma bilan ta'sirlashadigan reseptorga ega bo'lishi mumkin. Sodir bo'ladigan ta'sirlashish natijasida kanal ochiladi.

3. Va nihoyat, kimyoviy moddaning membranadagi reseptor bilan ta'sirlashishi hujayrada, proteinkinazaning faollanishiga sabab bo'luvchi, ikkilamchi vositachi (masalan, s-AMF) ning paydo bo'lishiga olib keladi. Vositachi o'z navbatida, ion kanalini fosforlab ochadi.

Birinchi tip kanallar **elektr yo'li bilan boshqartiluvchi**, 2- va 3- tip kanallar esa **kimyoviy yo'l bilan boshqariladigan kanallar** deb ataladi.

Hujayra membranasining ion singdiruvchanligiga doir alohidaliklaridan yana biri, uning har xil ishora va kimyoviy tabiatga ega moddalarni farqlay olish xossasidir. Bu xil ion - tanlovchilik xossaga asos bo'lgan prinsiplarni aniqlash - hujayra elektr faolligi tabiatini tushunishning zaruriy sharti hisoblanadi.

Eng oddiy hollarda, moddalarning poralar orqali tashilish jarayoni keng doirada, tashiluvchi modda konsentrasiyasiga bog'liq bo'lmay, odatdagi elektro diffuziya tenglamasiga muvofiq tasvirlanadi. Bunday hollarda singdiruvchanlik koeffisienti (R) effektivligi membrana yuza birligiga to'g'ri keladigan kanallar soni (n), kanal radiusi (r) va moddaning suvdagi diffuziyaning koeffisientiga (D) bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$R = \frac{n D}{r l}$$

bu erda, l - membrana qalinligiga teng, kanal uzunligi.

Agar kanalda zaryadli guruhlar mavjud bo'lsa, u holda kanal ichidagi ionlar konsentrasiyasi, kontroldagi o'rtacha potensial kattaligiga bog'liq holda yotadi, yo kamayadi. Natijada singdiruvchanlik o'zgaradi. Shular bilan bir qatorda, kanalga kirgan ionlar ham potensialga ta'sir etadi. Undan tashqari, agar kanal tor bo'lsa, unga kirgan ionlar bir birining harakatlanishiga halaqit beradi. Myullins taxminiga ko'ra, kanaldan gidrat qobig'i bilan birgalikdagi radiusi pora radiusiga teng keladigan ionlar yaxshi o'tadi. Bunday holda, kanal devori o'tuvchi ion bilan ta'sirlashib, uning gidrat qobig'ini to'liqlaydi va ion suvli eritmadan membranaga o'tuadi.

Membrananing ion tanlovchanligini tavsiflash maqsadida, ko'pincha Goldman-Xodjkin-Kas o'zgarmas maydon yondashuviga asoslanib hisoblab topiladigan singdiruvchanlik koeffisientlari ishlatiladi. Ko'pchilik biologik faol birikmalar kanal hosil qilish xossasiga ega. Zoo- va fitotoksinlar, dori moddalar, pestisidlar va boshqalar shular jumlasidandir. Masalan, qora qurt zaharida oqsillatrotoksin bo'lib, u nerv tolalariga ta'sir etganda, membranada Ca^{2+} ga o'tkazuvchan ion kanallari paydo

bo'ladi. Natijada nerv uchlarida Sa^{2Q} ko'payib, mediator sekresiyalanishi kuchayadi. Bunday hol hatto shunday darajaga etib boradiki, oqibatda sinapslardagi mediatorlar tugab, ular endi nerv impulsini o'tkaza olmaydigan bo'lib qolfdi.

Muhokama uchun savollar:

1. Passiv transport qanday amalga oshadi?
2. Diffuziya va uning turlari haqida nimalarni bilasiz?
3. Osmos nima?
4. Ionlarning kanallar orqali tashilishi qanday amalga oshadi?

Ikkinchi savolning bayoni.

Ionlar aktiv transporti sistemalarining ko'pchiligi energiya manbai sifatida ATF dan foydalanib, ATF funksional tabiati jihatidan fermentlardan iborat, transportchi ATFazalar ta'sirida gidro'lizlanadi. U yoki bu fermentni ifodalash uchun ATFaza so'zi oldiga tashiladigan ion belgisini qo'shib yozish qabul qilingin (Na, K-ATFaza, Sa-ATFaza, N-ATFaza va h.k.).

Prokariot va eukariot hujayralar transport ATFazalarni R, V va F dan iborat 3 turga ajratish mumkin.

R-turga mansub. ATFazalar uchun umumiy bo'lgan xossa, reaksiya davomida $E \sim P$ shaklidagi fosforlangan intermediat hosil qilinishi bo'lib, bu guruhga eukariot hujayralar plazmatik membranalar Na, K-ATFazasi , Ca-ATFaza va H-ATFazalari kiradi. Endo - yoki sarkoplazmatik retikulum Ca-ATFazasi , prokariotlar (*E.coli*, *Strifaecalis*) tashqi membranasida uchraydigan K-ATFaza ham shular jumlasidandir.

V-turga transport ATFazalar achitqi zamburug'i vakuolalari o'simlik topoplastlari hamda lizosomalar va sekret donachalarining membrana tuzilmalarida uchraydi. Ular asosan gradientga qarshi yo'nalgan N^Q transportini amalga oshiradi. Ammo ular transportchi fermentlarning eng katta guruhini tashkil etsada, afsuski, kam o'rganilgan.

F-tur ATFazalar, N-ATFazalar yoki $(\text{FoqF}_1)\text{-ATFazalar}$, deb ham atalib, bakteriya membranasi xloroplast tilakoidlari va mitoxondriya ichki membranasida joylashgan. Bu xil fermentlar murakkab subbirliklar ctrukturasiga ega bo'lib, N^Q aktiv transportini amalga oshiradi. F_1 - ham ATF sintezi hamda uning gidro'lizini katalizlaydi. Bunda ADF miqdori, mazkur ikkita funksional faollik o'rtasidagi, o'ziga xos "qayta ulagich" ro'lini o'ynab, u ko'payganda ATFaza sintetaza aktivligiga ega strukturaga, kamayganda esa, aksincha, gidrolaza ctrukturasiga ega bo'ladi. F_0 membranaga gidrofob birikkan oqsil struktura bo'lib, u membranada N^Q ga o'tkazuvchan, ammo oligomisin tomonidan bo'g'ib qo'yiladigan kanad hosil qiladi.

Albatta, hujayrani o'rab turgan muhitga nisbatan hujayra ichida Na^+ ning tuban, K^+ ning yuqori konsentrasiyasini ushlab turish hamda ularning tashilishiga mas'ul (Na , K -nasos) muhim transport sistemasini ko'zdan kechiramiz. Hujayraning fiziologik tinchlik holatda, mazkur jarayon uchun unda sintezlanadigan ATFning 1G'3 dan ko'p qismi sarf etiladi. Natriy va kaliy ionlarining aktiv transporti nerv, muskul tolalarining elektrqo'zg'aluvchanligini ta'minlash, qandlar va aminokislotalar transporti hamda Ca^{2+} ning $\text{Na}^+\text{G}^+\text{Ca}^{2+}$ almashinish yo'li bilan hujayradan

chiqarilishi uchun zarurdir. Mazkur ATFazaning faollanishi, ya'ni natriy va kaliy ionlarining membrana orqali tashilishi uchun, natriy hujayraning ichkarisidan, kaliy esa uning tashqarisidan ta'sir etishi lozim.

Struktura jihatidan, Na, K-ATFaza ikki xil subbirliklar: bog'lovchi va fosforlovchi markazlarga (70-100 kDa) ega asosiy (α) va funksiyasi hozircha noma'lum (45-55 kDa) - β -subbirliklardan tashkil topgan. Faraz etilishicha, mazkur subbirlik, α -subbirlikning membranaga birikishini osonlashtiradi va Na,K-ATFaza maxsus ingibitori - *ouabainga* yuqori sezgirlikka ega bo'lib reseptor vazifasini bajaradi.

R-tur ATFazaning katalitik sikli, har xil konformasiyaga ega, ikkita fosforlangan formalarni (E_1R i E_2R) o'z ichiga oladi.



Sikl davomida Na, K-ATFaza ishining quyidagi asosiy bosqichlari amalga oshadi:

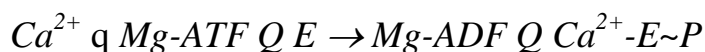
- hujayra ichidan uch Na^Q ionini birlashtirish va fermentning fosforlanishi (Mg^{2Q} ishtirokida);
- bog'lovchi markazni membranining tashqi tomoniga ko'chirish (1-translokasiya);
- uchta natriy ionni tashqi muhitga ajratib, tashqi muhitdan ikkita kaliy ionlarini biriktirib olish;
- fosfat kislota qoldig'ini ajratish;
- K^Q ionini biriktirgan markazlarni sitoplazma tomonga o'tkazish (2-translokasiya);
- $2K^Q$ ni sitoplazmaga chiqarib, undan 3 Na^Q ni biriktirib olish va fermentning fosforlanishi.

Shunday qilib, 1 molekula ATF gidro'lizlanganda 3 Na^Q bilan $2K^Q$ antiporti amalga oshadi, ya'ni membrana orqali elektr toki hosil qilinadi. Aniqroq qilib aytganda, tashqi muhitga 3 Na^Q ning chiqarilishi, $2K^Q$ ning esa hujayraga kiritilishi membrananing ichki tomonida 1 ta manfiy potensialning paydo bo'lishiga ekvivalent, ya'ni bunda Na,K-ATFaza elektrogen rejimda ishlagan bo'lib, chiqadi.

Skelet muskulida membranaga bog'langan naychalar va pufakchalarning murakkab turi (sarkoplazmatik retikulum- CR) mavjud. CR muskul qisqaruvchi tolalarini o'rab turgan muhitdagi kalsiy ionlari konsentrasiyasini boshqaradi. CR fiziologik tinchlik paytida membranasidagi Ca-ATFaza yordamida, miofibrillalar atrofidagi ion holatidagi kalsiy ionlarining tuban konsentrasiyasini ta'minlab turadi. CR membranasining harakat potentsiali ta'sirida qo'zg'alishi, shu ionning o'zida katta miqdordagi kalsiy ionlarning ajralishga sabab bo'lib, muskul qisqarish mexanizmini ishga soladi, ya'ni kalsiy ionlari harakat potentsiali bilan muskul qisqarishini bog'lovchi omil tarzida ishlaydi.

Kalsiy ionlarining CR sisternalariga o'tkazilishi, ATF energiyasi hisobiga amalga oshadi. CR membranasidagi Ca-ATFaza faoliyat davrasida, dastlab fosforlanadi va quyidagi bosqichlarni bosib o'tadi:

- substratni bog'lash, ATF gidro'lizi va ferment substrat kompleksining $E \sim R$ hosil bo'lishi:



• bog'lash markazining membrananing ikkinchi tomoniga o'tishi (translokasiya). Translokasiya jarayoni ionning aktiv tashilishi uchun etarli emas. Bog'lovchi markazga mahkam bog'langan kalsiy ionlarining ajratilishi uchun energiya talab etiladi



Bunda, fosfat qoldig'i bilan fermentlar o'rtasidagi bog' xarakterining o'zgarishi natijasida, katta miqdorda energiya ajralib, u oddiy bog'ga aylanadi: u gidro'lizlanganda esa kam energiya ajraladi. Umuman, 1 molekula ATF gidro'lizlanganda ikkita kalsiy ionlarining membrana orqali tashilishi amalga oshadi. Endoplazmatik to'r Ca-ATFazasi faoliyati asosida ham shu xil mexanizm yotadi.

R-tur ATFazalar o'zaro ingibitorlari bilan farqlanadi. Masalan, ortovanadet shu tur ATFazalarning hammasi uchun samarali ingibitordir, yurak glikolizidlari (strofantin, ouabain, olitorizid va b.) Na,K- ATFazaning maxsus ingibitorlaridir, disiklogeksilkarbodiimid va dietilstilbestrol esa plazmatik membranalar N-ATFazasini ingibirlaydi. Ca-ATFaza tiol qatori zaharlariga yuqori sezgirlik namoyon etadi. Yurak CR Ca-ATFazasi, proteinkinaza ishtirokida fosforlanib, Ca-nasosi bog'lanishini o'zgartirishga qodir gidrofob oqsil *fosfolamban* tomonidan faollanadi. Plazmatik membrana Ca-ATFazasi, Ca-bog'lovchi regulyator oqsil *kalmmodulin* ishtirokida Ca^{2+} ionlari tomonidan faollanadi.

Muhokama uchun savollar:

1. Aktiv transport va uning turlari haqida nimalarni bilasiz?
2. Qanday ATFazalarni mavjud?
3. Na, K-ATFaza ning ishlash mexanizmini tushuntirib bering.

Sinov savollari.

1. Moddaning kimyoviy potentsiali, oddiy va osonlashgan diffuziya.
2. Oddiy va osonlashgan diffuziya kinetikasi.
3. Elektrokimyoviy potentsial va ionlarning passiv tashilishi.
4. Tashuvchilar, xossalari, katta- kichik karusellar, kanallar.
5. Moddalarning membrana orqali aktiv tashilishi, natriy- kaliy ATFaza.
6. Sa-ATFaza, vazifasi, ishlash prinsipi.
7. Ikkilamchi aktiv transport, mohiyati va misollar.
8. Membrana orqali moddalar transportining boshqarilishi.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.

4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

8-MAVZU: BIOELEKTROGENEZ

Reja

1. Membrananing statsionar va harakat potentsiallari.
2. Tinchlik va harakat potentsiali.
3. Harakat potentsialining nerv tolasi bo'ylab uzatilishi.

Birinchi savol bayoni.

Lipid (2) va suv (1) fazalararo, $A^Q B^-$ elektrolitning taqsimlanishini ko'zdan kechiramiz. Bundagi anion- V^- va kation- A^Q lipofilliklari bilan farqlanadi (anion V^- ning lipofilligi katta deb hisoblaymiz). chegara bo'lim yaqinidagi lipid fazada, anion V^- konsentrasiyasi A^Q dan bir qadar katta. Shuning uchun chegara bo'lim yaqinida lipid faza (2) manfiy zaryadli bo'lib, suv faza (1) ga nisbatan ancha tuban potentsialga ega. Ammo, yuza bo'limdan uzoqda A^Q bilan V^- konsentrasiyalari o'zaro teng, ya'ni fazalar hajmida elektroneytrallik $S_A q S_V$ shartiga amal qilinadi. Umuman, elektr o'tkazuvchanliklarning farqlanishi tufayli A^Q va V^- ionlarning (2) fazadagi konsentrasiyalari, tuban bo'lib chiqadi. Natijada, yuza bo'limga yaqin sohada diffuzion qatlamlar shakllanib, ularning har biridagi A^Q va V^- konsentrasiyalari bir xil bo'lmay, chegara bo'lim yaqinida elektroneytrallik shartiga amal qilinmaydi.

Shunday qilib, yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqadiki, fazalararo potentsiallar farqi, faqat anion va kationlar taqsimlanish koeffisientlari turlicha ($\gamma_A \neq \gamma_V$). bo'lganda yuzaga keladi. Potentsialning chegara yaqinida kamayish xarakteri, ionlarning qo'sh elektr qavati va membrana qalinligida taqsimlanishi bilan belgilanadi. Analiz natijalariga ko'ra, chegara bo'limi yaqinida elektro potentsial kattaligi faza hajmiga nisbatan, membrana qalinligining koordinatasi x bo'ylab, masofaga bog'liq ravishda, eksponentsial o'zgara boradi:

$$\phi(x) \approx \phi_0 e^{-xG/\lambda}$$

Bu erda ϕ_0 - potentsialning chegara bo'limdagi kattaligi, λ - berilgan fazadagi ionlar konsentrasiyasi va fazaning dielektr o'tkazuvchanligiga bog'liq konstanta. Potentsialning asosiy (e-marta) kamayishi, xq 71 0 masofada yuz berib, bu masofa qo'sh diffuzion qavatning qalinligini xarakterlaydi. λ - kattaligi **ekranlash masofasi**. (Debay ekranlash radiusi) deb ataladi. Suyultirilgan eritmalarda qo'sh diffuzion qavat qalinligi yuzlab angstremlarda o'lchansa, konsentrlangan eritmalarda, u bir necha angstromga teng bo'lib chiqadi. Demak, ionlar konsentrasiyasi bir necha tartibga kam bo'ladigan lipid qatlamida ekranlanish masofasi, suv muhitga qaraganda ancha katta bo'ladi. Qalinligi ekranlanish qalinligidan ancha kichik bo'ladigan yupqa membranada membrana ichida potentsial sakrashi amalda, umuman sodir bo'lmaydi.

Membranalar yuzasidagi potentsial bioelektrokimyoviy jarayonlarda ham muhim rol o'ynaydi. Odatda, tadqiqotlarda, unga yaqin - **elektrokinetik potentsial** . - ξ (dzeta potentsial) yoki o'zgargan potentsial o'lchanadi. U gidrat qobiqli ionlarning

birinchi qatlami va qattiq fazani ho'llab turuvchi zarracha (masalan, achitqi hujayrasi, eritrositlar va h.k.) suyuqlikka nisbatan siljiganda, - zaryadli yuzada ushlanib, u bilan siljiydigan suv molekullari bilan suyuqlikning butun hajmi o'rtasida kelib chiqadigan potentsialdir. Elektrokinetik hodisalar (elektroforez, elektroosmos, cho'kish potentsiali va oqish potentsiali) membrananing sirt yuza zaryadi bilan shartlangan.

Donnan potentsiali.

Donnan muvozanati - fazalardan biridagi zaryadli zarrachalarning, boshqa bir fazaga o'taolmasligi tufayli fazalar o'rtasida yuzaga keladigan ionlar muvozanatining bir turidir. Faraz etaylik, elektro'litga o'tkazuvchan membrana bilan ajratib qo'yilgan ikkita suv faza mavjud bo'lib, ularda $A^Q V$ elektro'lit eritilgan. Fazalarning birida (2-fazada) muqimlashgan musbat Q zaryadlar mavjud bo'lib, ular membranadan o'ta olmaydi. Muvozanat sharoitida, muayyan bir harakatchan ionning ikkala (1,2) eritmalaridagi elektrokimyoviy potentsiallari bir xil bo'ladi:

$$RT \ln C_{A1} Q ZF \varphi_1 \text{ q } RT \ln C_{A2} Q ZF \varphi_2 \quad \text{va}$$

$$RT \ln C_{B1} Q ZF \varphi_1 \text{ q } RT \ln C_{B2} Q ZF \varphi_2$$

Muvozanat shartidan kelib chiqib, potentsiallar farqi uchun hosil qilinadi:

Mazkur tenglama, membrana muvozanat potentsialining Nernst teglamasi deb atalib, u membranadagi muvozanat potentsialining fazalardagi elektro'lit konsentrasiyalari nisbati bilan belgilanishini ko'rsatadi. Kationlar A^Q ning esa tuban miqdori bilan kompensasiyalanadi. Bunday vaziyatda, donnan potentsiallar farqi paydo bo'lib, u teng bo'ladi:

$$\Delta \varphi_D \text{ q } \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{RT}{F} \ln \frac{C}{C_{A2}} > 0,$$

bu erda $S_{A2} < S$. dir. Ikkinchi fazada to'plangan V_2^- anionlari konsentrasiyasi, suvli eritmada elektro'lit konsentrasiyasidan oshganda, mazkur potentsial katta qiymatlarga erishishi mumkin.

Muhokama uchun savollar:

1. Membrananing statsionar va harakat potentsiali nima?
2. Donnan potentsiali haqida nimalarni bilasiz?

Ikkinchi savolning bayoni.

Tinchlik potentsiali (TP) - hujayraning fiziologik tinchlik paytida, uning sitoplazmatik membranasi bilan tashqi muhit o'rtasida mavjud potentsiallar farqidir. TP hujayraning qo'zg'aluvchanligini ta'minlaydi, uning o'zgartilishi orqali, bir qator hujayraviy jarayonlar: nerv impulsining paydo bo'lishi va uzatilishi, sekretorlik faoliyat, muskul qisqarishi va h.k. boshqariladi.

Bernshteyn (1902 y.) gipotezasiga binoan, TP K^Q ionlarining membrana orqali notekis taqsimlanishi tufayli yuzaga keladi va Nernst teglamasi yordamida tasvirlanadi:

$$E_K = \frac{RT}{F} \ln \frac{K_o}{K_i} \text{ q } 0,06 \lg(K_o G' K_i) \text{ (volt)}$$

bu erda E_k -kaliyning muvozanat potentsiali. Tenglamadan kelib chiqadiki, kaliyning plazmatik membranadagi gradienti 10 ga teng (ichkarida u 100 mM, tashqarida esa 10 mM) bo'lganda, TP kattaligi 60 mVga teng bo'lib chiqadi.

Tinchlik va **harakat potentsiali (HP)** kelib chiqish mexanizmlarini tekshirishga oid klassik tadqiqotlar o'tkazilgan kalmar *Loligo* gigant aksoni membranasining tinchlik paytida ion singdiruvchanlik koeffisientlariaro nisbat quyidagicha: $PK^Q : PNa^Q : PCl^- q 1 : 0,04 : 0,45$ qo'zg'alish paytida esa bu nisbat o'zgarib, $PK^Q : PNa^Q : PCl^- 1 : 20 : 0,45$ holiga keladi, ya'ni membrananing Na^Q ionlariga bo'lgan singdiruvchanligi 500 lardan oshib ketadi.

Shunday qilib, tinchlik potentsiali K^Q harakat potentsiali esa Na^{5Q} ionlari bilan shartlangan.

Agarda membrana potensialini baholashda K^Q gina emas, boshqa ionlarning unga qo'shadigan ulushlari inobatga olinmasa, u holda Goldman-Xodjkin- Kas teglamasidan foydalanishga to'g'ri keladi:

$$\Delta\phi_{i-o} q \frac{RT}{nF} \ln \frac{PK [K_o] + PNa [Na_o] + PCl [Cl_i]}{PK [K_i] + PNa [Na_i] + PCl [Cl_o]}$$

Mazkur, statsionar (statsionar holat shartiga muvofiq) deb atalmish tenglama, membrana orqali amalga oshib turadigan K^Q , Na^Q , Cl^- va boshqa ionlarning qarama-qarshi yo'nalishdagi oqimlarini ham inobatga oladi. Nerst tenglamasi esa, Na^Q va Cl^- ionlari e'tibordan chetda qoldiriladigan sharoitdagi Goldman tenglamasining xususiy holidir.

Ko'pchilik hujayralarning TP, odatda, $-50 \div 70$ mV, donnan potentsial esa 2-3 mV atrofida bo'ladi. Kuchli darajada zararlangan hujayraning TP kamayib, undagi ionlarning qayta taqsimlanishi, ion asoslari emas, balki, hujayradagi ko'p valentli anionlar miqdori bilan belgilanadigan, donnan potentsiali darajasiga tushib qoldi.

Tinchlik potentsiali membrananing ionlarga bo'lgan absolyut singdiruvchanligi emas, balki nisbiy singdiruvchanligi bilan belgiladi. Statsionar potentsialning shakllanishida, Na,K-nasosi (Na,K-ATFaza) tomonidan yuzaga keltiriladigan ion oqimlari ham ishtirok etishi mumkin. Chunki, ferment faoliyatining har davrasida hujayradan chiqariladigan Na^Q (3), unga kiritiladigan K^Q (2) dan ko'p. Shu tufayli, hujayradan tashqariga yo'naltirilgan musbat zaryadli yig'indi oqim, hujayra ichidagi manfiy potentsialning oshishiga olib keladi (muhit potentsiali 0 ga teng deb qabul qilinadi).

Loligo aksonining HP iz giperpolyarizasiyasi bilan kechadi. Mazkur giperpolyarizasiya harakat potentsiali amalga oshib bo'lganidan keyin ham membrana kaliy o'tkazuvchanligining ma'lum vaqt davomida odatdagi darajadan yuqori bo'lib qolishi bilan izohlanadi.

Natriy kanallari faolligining susayishi natijasida membrana qo'zg'almaydigan asosiy refrakterlik holatga (refrakterlik davriga) o'tadi. Uning ketidan nisbiy refrakterlik davri boshlanib, bu davrga HP pog'onasi yuqori bo'lib qoldi.

Muhokama uchun savollar:

1. Tinchlik potentsiali nima va u kim tomondan aniqlangan?
2. Harakat potentsiali, uning kelib chiqish sabablari va ahamiyati.

Uchinchi savolning bayoni.

Harakat potensialining nerv tolasi bo'ylab uzatilishi.

Nerv muskul hujayralari, hatto suv o'tlari hujayralari qo'zg'alganda hujayra ichi muhiti bilan tashqi muhitdagi eritmalararo, so'nuvchi tebranishlarni eslatuvchi membrana potensialining o'zgarishi yuz berib, u **harakat potentsiali** deb ataladi. Har bir impulska mos, akson bo'ylab tarqaluvchi elektr signal - *spayk* deb ataladi. Aynan mana shu spayk, nerv tolasi bo'ylab uzatiladigan informasiyaning asosiy birligidir.

Mielinli nerv tolalarida, harakat potentsiali Ranve bo'g'imlarida yuzaga kelib, bo'g'imdan elektr (elektr kabeli bo'ylab, telegraf axboroti berish) yo'li bilan uzatiladi. Mielinsiz nerv tolalarida uning har bir sohasi, qo'shni sohadan elektr signalini qabul qilib, harakat potentsiali hosil qiladi va uni navbatdagi sohaga uzatadi. Mohiyatan, HP o'z-o'zini qo'llab- quvvatlab, tarqaladigan signaldir.

Harakat potentsiali, TP kamayib, *pog'ona* deb ataladigan kritik darajasigacha kamayganda paydo bo'ladi. Membrananing pog'ona darajasigacha qutbsizlanishiga (membrana potensialining musbat tomchi siljishiga) javoban, membranadagi potentsialga bog'liq natriy kanallarining faollanishi (kanalning ochilishi) ro'y beradi.

Loligo gigant aksonining TP -60 mVga teng. TPning -45 mVgacha kamayishi harakat potensialining kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Bunday vaziyatda membrananing elektr sig'imi deyarli o'zgarmaydi, ammo uning elektr qarshiligi 25 marta kamayadi. Bunday hol membrana Na^Q o'tkazuvchanligining oshishi bilan belgilanadi. Boshqacha aytganda, tinchlik paytida membrana K^Q ga ko'proq o'tkazuvchan bo'lsa, qo'zg'alish paytida unda hujayraga yo'nalgan Na^Q oqimi paydo bo'ladi. Membrana potensialining Na^Q muvozanat potentsiali (E_{Na} q Q55 mV) darajasiga yaqinlashishi barobari, kiruvchi Na^Q oqimi kamaya boradi. Membrana potensialining musbatlik tomon siljishi nafaqat natriy kanallarini ochadi (faollaydi) faol kanallari sonining kamayishiga (inaktivasiyasiga) ham sabab bo'ladi. HP paytida membrana kaliy o'tkazuvchanligining nisbatan sekin oshishi ro'y beradi. Na^Q o'tkazuvchanlikning susayishi va kaliy o'tkazuvchanligining osha borishi, HPni cheklab, membrananing yangidan qutblanishiga olib keladi.

Nerv va muskul tolalari silindr shaklidagi o'tkazgichlardir. Ular ichki muhitini solishtirma qarshiligi ancha yuqori bo'lib, yuqori o'tkazuvchanlikka ega tashqi muhitdan izolyatordan iborat, membrana vositasida ajratilgan. Bu jihatlari bilan tolalar, suv osti elektr kabelini eslatadi. Membrananing elektr sig'imi, taxminan, 1 mkfFsm² ga teng.

Aksoplazma elektro'litlarga ega bo'lsa ham, u yaxshi o'tkazgich emas. Chunki uning solishtirma qarshiligi R 10- 1000 msm. Diametri 1mkm nerv tolasining uzunlik birligiga to'g'ri keladigan solishtirma qarshiligi 10^9 - 10^{10} omG'sm bo'lib, bu kattalik shu xil diametrli mis simi qarshiligidan 10^8 marta katta. Demak, nerv tolasi yomon o'tkazgich. Aslida bunday o'tkazgichda tok qochishi va oqib ketishi katta bo'lishi lozim. Ammo, akson nerv impulsini bir necha metr masofaga o'zgartmasdan va so'ndirmasdan uzata oladi. Nerv qo'zg'alishi mahalliy HP yuzaga kelishidan boshlanadi. Keyin esa, u akson bo'ylab, ko'p sonli tolalardan tashkil topgan sistema orqali uzatiladi, hatto yonma-yoen joylashgan tolalarga o'tkaziladi.

Nerv tolasining u yoki bu joyida (X_0) paydo bo'lgan qo'zg'alish, membranani qutbsizlantiradi. Bunda membrana ichi tomondagi potensial tinchlik holatdagsidan ma'lum bir musbat V_n kattaligiga oshadi. Qo'zg'algan va koordinatasi x ga teng, qo'zg'almagan qo'shni sohalari o'rtasidagi paydo bo'lgan potentsiallar farqi aksoplazma (yoki sarkoplazma) orqali o'tadigan mahalliy tok - I_a paydo bo'lib, u qo'zg'algan va qo'zg'almagan sohalarni halqa shaklida qamrab oladi. Bu o'z navbatida qo'shni sohaning V_n - kattaligigacha qutbsizlanishiga olib keladi. Agarda x - nuqtadagi qutbsizlanish kattaligi V_n tolaning qutbsizlanish kattaligidan V_t katta bo'lib chiqsa ($V_n > V_t$) membrananing o'sha joyi qo'zg'aladi va h.k.

Bordi-yu, membranaga t - vaqt bilan ajralgan ikkita ketma-ket turtki berilsa, bunday holda, tolaning hatti- harakati o'sha vaqt kattaligiga bog'liq holda har xil namfyon bo'ladi. Vaqt oraliq'i o'sha kichik bo'lsa, nerv tolasida qo'zg'almaydi (absolyut refrakterlik). Ma'lum bir vaqtdan so'ng, qo'zg'aluvchanlik tiklana boshlaydi, bunday paytda tolaning pog'ona darajasi balandroq bo'ladi (nisbiy refrakterlik). Umumiy refraktorlik 1 ms-dan bir necha ms-ga cho'zilishi mumkin. Turtki ta'siridan nerv tolasida qo'zg'alish hosil bo'lishi uchun ma'lum bir vaqt talab etiladi. Bu shunday bir vaqtqi, uning davomida tola membranasi pog'ona kuchi ta'siridan, e - kattaligiga qutbsizlanadi. Aynan mana shu vaqt tolaning **vaqt doimiysi** (τ) deb atalib, qo'zg'aluvchan to'qimalar, jumladan, nerv tolalari ham τ - kattaligi bo'yicha, o'zaro farqlanadi.

$$V_t q V_0 e^{-tG'\tau}$$

bu erda V_0 - toladagi dastlabki potentsiallar farqi, V_t - o'sha potentsialning t - vaqt o'tgandan keyingi kattaligi. e - natural logarifm asosi, τ - tolaning (yoki membrananing) vaqt doimiysi bo'lib, u $\tau = q R_m C_m$ dir. Tolaning vaqt doimiysi qanchalik kichik bo'lsa, u shunchalik tez qo'zg'aladi va aksincha.

Shunday qilib, nerv impulsining paydo bo'lishi qo'zg'aluvchan to'qimaning qo'zg'algan va qo'zg'almagan sohalari aro mahalliy tokning paydo bo'lishi bilan shartlanib uning ta'siridan MP qutbsizlanib, pog'ona darajasiga erishganda HP paydo bo'ladi. So'ngra, mahalliy tok o'z domiga navbatdagi sohani oladi va h.k. Jarayon ba'zi bir tomonlari bilan bikford arqonining enishini eslatadi.

Nerv impulsining tarqalishi ham telegraf teglamasi yordamida tasvirlanadi:

$$V_x q V_0 e^{-xG'\lambda},$$

bu erda x - akson bo'ylab masofa, λ - **uzunlik doimiysi** bo'lib, u teng

$$\lambda = \sqrt{rl\rho_m / 2\rho_a}$$

formulada, r - akson radiusi, l - membrana qalinligi, ρ_m , ρ_a membrana va aksoplazmaning solishtirma qarshiligi.

Nerv tolasida bo'ylab HPning uzatilish tezligi, normal sharoitda, X_0 - nuqtadagi (X_0), V_0 -ga teng potentsialning masofa x -ni bosib o'tishiga bog'liq. Nerv impulsining gigant aksondagi yuqori tezligi, r -ning katta bo'lishi, mielinli tolalarda esa, l -ning kattalashtirilishi evaziga ta'minlanadi. Mielin katta elektr qarshiligiga

ega. Buning ustiga mielin qobig'ining qalinligi - l , odatdagi membranalar qalinligidan bir necha yuz marta katta. Shular tufayli, mielinli tolalarda λ katta bo'lib, harakat potentsiali sakrash yo'li bilan uzoq masofaga uzatiladi.

Sinapslar va sinaptik jarayonlar.

Yonma-yon joylashgan hujayralararo bevosita aloqa, yuksak o'tkazuvchanlikka ega kontaktlar yordamida amalga oshib, bunday kontaktlar *tirqichli birikishlar* deb ataladi.

Nerv hujayralari nishon hujayralar bilan maxsus kontaktlar - *sinapslar* hosil qilish xarakteriga qarab, *kimyoviy, elektrik va aralash sinapslarga* bo'linadi. Kimyoviy sinapslar holida, HP ta'siridan akson uchlaridan neyromediator ajralib, u sinaps tirqichiga tushadi va postsinaptik membranadagi reseptor bilan ta'sirlashib, nishon hujayrani yo qo'zg'aydi yoki tormozlangan holatga o'tkazadi.

Nerv uchlaridagi sinaptik pufakchalarda mediator konsentratsiyasi yuqori bo'ladi. Sinaps tirqichi to'qima suyuqligi bilan to'lgan bo'lib, uning kengligi taxminan 10- 50 mkm. Shuning uchun bunday masofadan signalning elektr yo'li bilan uzatilishi, mumkin bo'lmay qoladi.

Kimyoviy sinapslarda signal faqat bir yo'nalishda, ya'ni sinaps oldi membranadan sinaps orti membranasi yo'nalishida uzatiladi. Kimyoviy sinapslarga *sinapsda kechikish* - sinaps oldi membranada HP paydo bo'lgan vaqtdan tortib, sinaps orti membranada HP (postsinaptik potentsial) hosil bo'lguncha ketgan vaqt oralig'i xarakterli bo'lib, u taxminan 0,3 ms, ba'zan undan ham ko'p davom etishi mumkin. Bu davr, sinaps oldi membranadan mediator sekresiyalanishi, uning sinaps tirqichi orqali diffuziyalanishi va reseptorga bog'lanishi uchun ketgan vaqt yig'indisidan iborat. Ba'zi bir sinapslarda neyromediatorning reseptor bilan ta'sirlashishi, ion kanallarini faollovchi va shu orqali postsinaptik potentsial (PSP)ning yuzaga kelishiga sabab bo'luvchi ikkilamchi mediatorning paydo bo'lishiga olib keladi. Ko'pchilik kimyoviy sinapslarda, mediator sifatida, quyidagi moddalar ishlaydi: asetilxolin, katexolaminlar- adrenalín, noradrenalin va dofamin, serotonin (5- gidroksitriptamin), gistamin, γ -aminomoykislota (GAMK), glutamin, asparagin kislotalari va glisin.

Nerv uchlarida mediator ajratilishining zaruriy sharti- bu tirqishda Ca^{2Q} ionlarining mavjud bo'lishidir. Sinaps oldi membranaga HP kelib etishi bilan undagi Ca-kanallari ochiladi. Ichkariga Ca^{2Q} ionlari kiradi va ular mediatorlarga ega pufakchalarning sinaps oldi membranaga epishishini ta'minlaydi. Bu jihatdan Mg^{2Q} antagonistdir.

Postsinaptik potentsiallar (PSP). Mediatorning sinaps keti membranasidagi reseptorlar bilan ta'sirlashishi unda postsinaptik potentsialning paydo bo'lishiga olib keladi. PSP qo'zg'atuvchi qutbsizlantiruvchi postsinaptik potentsial (QPSP) yoki tormozlovchi (qutblilikni oshiruvchi) postsinaptik potentsial (TPSP)ga bo'linadi. Nerv muskul sinapslarida, sinaps oldi membranaga kelib yotgan HP, sinaps tirqishiga asetilxolinning (AX) ajratilishiga sabab bo'ladi. So'ngra, mediator molekulalari diffuziyalanib, sinaps keti membranaga yetib kelib, undagi maxsus reseptor (xolin reseptor) molekulalariga birikadi. Natijada mazkur membrana qutbsizlanib, muskul tolasi membranasida tarqaluvchi HPni keltirib chiqaradi. AX esa asetilxolinesteraza fermenti ta'siridan gidro'lizlanadi va sinaps keti membranasini yangidan qutblanadi.

Kas o'z tadqiqotlarida amplitudasi o'rtacha 0.5 mV, taxminan 20 ms davom etadigan ana shunday impulslar zaifini qayd etgan. Ular *miniatyur potentsiallar* deb atalib va tasodif tarzda paydo bo'lib, uzoq vaqt davom etadi. Ma'lum bo'ldiki, ular, fiziologik tinchlik paytida, spontan (o'zligidan) tarzda ajralib turadigan AX porsiyalari bilan shartlangan. Sinaps oldi membranasining HP ta'siridan qutbsizlanishi sinxron holda, taxminan, 100 ta AX kvantlarining ajratilishini shartlaydi. Yetarli miqdorda ajratilgan AX kvantlari ta'siridan yuzaga kelgan miniatyur potentsiallar summasiyalanib, sinaps keti membranasining qutbsizlanish darajasini pog'ona darajasiga etkazib, HPni yuzaga chiqaradi.

Qo'zg'atuvchi potentsialning paydo bo'lishi, odatda, sinaps keti membranasini Na^Q va K^Q , ehtimol Ca^{2Q} ionlari o'tkazuvchanligining oshishi, ya'ni ularga tegishli ion kanallarining ochilishi bilan bog'liqdir. Bunday paytda Na^Q ionlari ichkariga kiradi, K^Q ionlari esa tashqariga chiqadi. Ba'zan, membrananing K^Q o'tkazuvchanligi kamayganda ham qo'zg'atuvchi potentsial yuzaga keladi. TPSP holida (GAMK ta'sir etib Cl^- kanallari faollanganda) membrana qutblilik holatining oshishi (giperpolyarizatsiya), bilan uning pog'ona darajasi ham oshadi, natijada HP paydo bo'lmaydi. Demak, tormozlanish yuz beradi.

Elektr yo'li bilan ishlovchi sinapslar kam uchraydi. Bu xil sinapslarda qo'zg'atuvchi yoki tormozlovchi potentsiallar mediator ta'siridan emas, balki elektr (katodik yoki anodik elektroton) yo'l bilan hosil bo'ladi. Sinaps tirqish kengligi 2-3 nm, sinaps oldi va sinaps keti membranalari aro tirqish bog'lanishlari mavjud bo'lib, ko'p hollarda ular ikki tomonlama o'tkazish xossasiga ega (to'g'rilash xossasiga ega emas), ammo, ba'zi bir tomonlama tok o'tkazish xossasiga ega, elektr sinapslari ham uchraydi. Masalan, daryo qisqichbaqasining gigant harakat sinapsi. Bunday sinapslarda sinaps kechikishi yuz bermaydi. Ular ko'pincha qo'zg'atuvchi sinapslardir.

Aralash sinapslar o'zida ham kimyoviy, ham elektr sinapslarini mujassamlantirgan bo'lib, ilk bor jo'ja kipriksimon gangliyasida topilgan. Ular elektr signallarini kimyoviy sinapslarga nisbatan tez o'tkazadi. Ehtimol, ular signal uzatilishining aniqligi, to'liqligi va koordinatsiyalanib turishini ta'minlaydi. Markaziy nerv sistemasining faoliyatida kimyoviy sinapslari ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. Chunki signalning bir yo'nalishida uzatilishi, nerv sistemasining tartiblangan va aniq ishlashini ta'minlaydi. Qizig'i shundaki, kimyoviy sinaps qanchalik tez-tez ishlab tursa, u impulsni ham shunchalik tez o'tkazadigan bo'lib qoladi (sinapsdagi yengillashish) bunday hol kimyoviy sinapslarning *plastikligidan* darak beradi.

Muhokama uchun savollar:

1. Harakat potentsialining nerv tolasi bo'ylab uzatilishi qanday amalga oshadi?
2. Sinapslar va sinaptik jarayonlar naqida nimalarni bilasiz?
3. Qanday sinaps turlari mavjud?

Sinov savollari.

1. Ionlarning muvozanat potentsiali, yuzaga kelish sabablari.
2. Membrananing statsionar potentsiali, Goldman-Xodjkin teglamasi.
3. Membrananing harakat potentsiali, profili, yuzaga kelish mexanizmi.

4. Harakat potentsiali paytida yuzaga keladigan membrana toki.
5. Harakat potentsialining uzatilish mexanizmlari.
6. Nerv tolasining kabel xossalari.
7. Sinapslar, ularning tuzilishi va funksiyasi bo'yicha klassifikatsiyasi.
8. Sinaptik jarayonlar, qo'zg'atuvchi va tormozlovchi postsinaptik potentsiallar, yuzaga kelish mexanizmlari.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

9-MAVZU: ELEKTRO'TKAZUVCHANLIK

Reja

1. Hujayra va to'qimalarning o'zgaras tok uchun elektro'tkazuvchanligi.
2. Qutblanish turlari.
3. Hujayra va to'qimalarning o'zgaruvchan tok uchun elektro'tkazuvchanligi

Birinchi savol bayoni.

Biologik ob'ektlarining elektro'tkazuvchanlik xossasini tekshirish, bir tomondan, tirik moddaning fizikaviy jihatdan tavsiflashdan iborat nazariy ahamiyatga ega bo'lsa, ikkinchi tomondan, uning funksional holatga bog'liq ravishda o'zgarishini aniqlash orqali (masalan, to'qimaning yallig'lanishi yoki o'lik-tirikligi, diabet diagnostikasi va h.k.) undan amaliy maqsadlarda foydalanish mumkin. Yallig'langan to'qima bo'kadi. Natijada, hujayralararo bo'shliqlar torayib to'qimaning elektr qarshiligi oshadi. Ter chiqarishni kuchaytirishga olib keladigan fiziologik jarayonlar, aksincha, to'qima (teri) qarshiligining kamayishiga sabab bo'ladi.

Elektr o'tkazuvchanlik G - o'tkazgichning elektr qarshiligi R -ga teskari kattalik bo'lib, u G q R^{-1} , qarshilik esa R q $\rho \frac{l}{S}$ dir.

Bu erda ρ - solishtirma qarshilik, l - o'tkazgich uzunligi, S - o'tkazgichning ko'ndalang kesimi.

Tirik to'qimadan o'zgaras yuqori, hujayralararo suyuqlikdan o'tadi. qolgan qismi katta qarshilikka ega hujayra membranasini orqali o'tadi. Eritrositlarning soni o'zgaras tok ishlatib aniqlangan solishtirma qarshiligi ρ - 10^{12} OmG'sm. Bu kattalik (ρ) turli to'qimalarda turlicha bo'lib, ular o'zaro keskin farqlanadi.

Biologik ob'ektlari orqali o'zgaras tok o'tkazilganda qayd etilganki, tok kuchi tok qo'shilishi bilanoq uzluksiz kamayib, oxirida eng tuban miqdorga erishib qaror

topadi, ya'ni tok vaqt e'tibori bilan kamayadi. Bunday hol biologik ob'ektlarining tokni qutblantira olish xossasiga ega ekanligi bilan izohlanadi. Boshqacha aytganda, o'zgarmas tok ta'siridan hujayralarda qo'yilgan tokka yo'nalishi jihatidan qarshi qutblanish EYUK (R) hosil bo'ladi, vaqt o'tishi bilan u ma'lum bir darajagacha osha boradi, demak, u vaqtning funksiyasidir, ya'ni $R_{EYUK} q f(t)$. Shu asosda to'qimadan o'tadigan tok uchun yozamiz: $I q (V-P)G'R$

Tirik ob'ektda to'planadigan elektr miqdori (qutblanish toki) statik sig'imgina emas, qutblanish sig'imi bilan ham belgilanadi. Bunga, hujayra va to'qimalar sig'imining tok kuchlanishi hamda vaqtga bog'liq ravishda o'zgarishi dalil bo'ladi.

Biologik ob'ektlarining o'zgarmas hamda tuban chastotali tok ishlatib, o'lchab olingan qutblanish sig'implari turlicha bo'lib, ancha katta, ya'ni $0.1 \text{ mkFG'sm}^2 - 10 \text{ mkFG'sm}^2$, hatto undan ham katta miqdorlar bilan xarakterlanadi. Masalan, uning eng katta miqdori 40 mkFG'sm^2 krab muskul tolalarida qayd etilgan. Ta'kidlash lozimki, yuqori qutblanish sig'imi faqat zararlanmagan tirik hujayralarga xos xususiyatlardan hisoblanadi.

Biologik ob'ektlarning elektr qarshiligini aniqlash, ularda yuzaga keladigan qutblanish hodisasi tufayli murakkablashadi. Uning ustiga, tirik hujayradan o'zgarmas tok o'tganda, protoplazmada dezintegrasiya yuz berib, buning natijasida, hujayraning elektr o'tkazuvchanligi oshadi. Shuning uchun qutblanish hodisasiga yo'l bermaslik maqsadida, elektr o'tkazuvchanlikni tekshirish o'zgaruvchan tok ishlatib amalga oshiriladi. Bunda o'ziga xos kompensasiyalash imkonlariga ega, maxsus ko'priklar (masalan, Koiraush ko'prigi) ishlatiladi.

Tirik to'qima elektr o'tkazuvchanligining dispersiyasi, tuban chastotalarda ham o'zgarmas tok ishlatgandagi singari qutblanish hodisasiga bog'liq bo'lib, chastota yetishi bilan, qutblanishning elektr o'tkazuvchanlikka ko'rsatadigan ta'siri kamaya boradi. Demak, dispersiya ham qutblanish singari faqat tirik hujayraga xos xususiyatdir.

To'qima o'lganda, uning tuban chastotali tokka ko'rsatadigan qarshiligining kamayib ketishini Ostergau qayd etgan edi. Keyinchalik, to'qima qarshiligini tuban chastotalarda o'lchash metodidan to'qimaning fiziologik holatini baholash maqsadida ham foydalanila boshlandi. Masalan, to'qimalarni ko'chirib o'tqazishda (transplantasiya).

B.N.Tarusov tomonidan, to'qimaning fiziologik holatini baholash uchun tavsiya etilgan tuban chastotali o'lchab olingan qarshilikning yuqori chastotada aniqlangan qarshilikka nisbatidan iborat, elektro'tkazuvchanlik dispersiyaning qiymati aniqlash metodi ishonchli hisoblanadi. Chunki, bir xil sharoitda o'lchab olingan ikki xil qarshiliklar nisbati (K) normal to'qimalarda o'zgarmas kattalikka ega. Shu maqsad uchun 10^4 Gs va 10^6 Gs chastotalar tavsiya etilgan. 10^4 Gs chastotada dispersiya egri chizig'ida egilish qayd etiladi, 10^6 Gs chastotada esa to'qimaning elektr o'tkazuvchanligi maksimal kattalikka erishadi. Ba'zi bir tadqiqotchilar to'qimaning maksimal elektr o'tkazuvchanli 10^8 Gs chastotada qayd etiladi, deb hisoblatadi.

$$K q \frac{R_{10^4}}{R_{10^6}}$$

Tirik to'qimalar uchun u har doim $K > 1$ bo'lishi lozim. To'qima o'lganda esa, u $KQ1$ bo'lib qoladi. Qizig'i shundaki, uning kattaligi organizmning evolyusion qatordagi o'rniga bog'liq bo'ladi.

Tadqiqotchilar, biologik ob'ektdan tok o'tganda qayd etilgan qonuniyatlarni izohlashda, tirik to'qimaning elektr qarshiligi, uning om va sig'im qarshiliklarining geometrik yig'indisidan iborat, degan nuqtai- nazarga asoslanadi. Elektrotexnikadagi singari, to'qimaning yig'indi qarshiligi **impedans** (Z) nomi bilan yuritiladi. Impedans deganda, to'qimaning aktiv om qarshiligi (**rezistans**) sig'im qarshiligi (**reaktans**) iborat effektiv qarshilik tushiniladi, ya'ni

$$Z = \frac{1}{\sqrt{1/R^2 + \omega^2 C^2}} \quad qR - i \frac{1}{\omega C},$$

bu erda R - om qarshiligi, S - sig'im qarshiligi, ω - doiraviy chastota.

To'qima yoki organning impedansi, uning funksional holatiga bog'liq. To'qima impedansining o'zgarishini qayd etishga asoslangan diagnostika metodlari **reografiya** (impedans-pletizmografiya) deb ataladi. Aynan mana shu metod yordamida bosh miya reogrammasi, yurak (reokardiogramma) asosiy qon tomirlar, o'pka, jigar va oyoq-qo'l reogrammalari yozib olinadi. Bunday ishlar odatda 30 kGs chastotada olib boriladi.

Sinov savollari.

1. Hujayra va to'qimalarda yuzaga keladigan qutblanish hodisasi, qutblanish turlari.
2. Elektro'tkazuvchanlik dispersiyasi egri chizig'i va uning universalligi.
3. Qutblanish koeffisienti va ilmiy ahamiyati.
4. Hujayraning aktiv va reaktiv qarshiligi, impedans va tangens yo'qotish.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

10-MAVZU: HARAKATNING MUSKULLI VA MUSKULSIZ FORMALARI

Reja

1. Qisqaruvchanlikning molekulyar mexanizmlari.
2. Mushaklar mexanikasi.
3. Harakatning nomushak shakllari.

1. Qisqaruvchanlikning molekulyar mexanizmlari.

Hujayra va organizmlar harakatlanib, mexanik ish bajaradi. Bu ish izotermik va izobarik sharoitda bajariladi va bunda energiya manbai bo'lib issiqlik va kimyoviy energiya xizmat qiladi.

Ko'ndalang yulli muskulning tolalari ichida ko'p sonli miofibrillalar joylashgan. Ularning diametri 1-2 mm bo'lib, sarkomerlardan tashkil topgan. Xar bir sarkomer Z-soha bilan chegaralangan. Sarkomerlarning uzunligi 2,0 mkm ni tashkil etadi. Miofibrillani ichki qismi sarkoplazma deb atalib, unda mitoxondriyalar va endoplazmatik to'r joylashgan. Sarkomer - bu muskulning asosiy harakatlantiruvchi strukturasini bo'lib, yug'on va ingichka tolalardan iborat. Ingichka tolalar aktin oqsilidan, yug'on tolalar miozin oqsilidan tashkil topgan. Miozin molekulasida funktsional qismlar - "sharnir" mavjud. Bu molekulaning bir qismi yug'on tolaning tanasida va ikkinchi qismi uning tashqi tomonida joylashgan. Og'ir miozinda faol va aktin bog'lovchi markazlar bor. Muskul tolasi aktivatsiyalashganda SaQQ ingichka tolalarning boshqaruv kompleksi bilan birikadi va natijada bu tolalarning faol markazi ochilib miozinning ko'priklari shu faol markazlari bilan birikadi. Yug'on tolalarning strukturasini o'zgarmay ko'priklari ingichka tolaning faol markazlari bilan birikadi. Tinch holatda yug'on tolaga nisbatan perpendikulyar joylashgan ko'priklar qisqarish vaqtida ma'lum burchakda egiladi. Ko'priklarning egilishi bilan ingichka tola siljiydi. Qisqarishda yug'on va ingichka tolalarning bir – biriga nisbatan harakatlanadi.

2. Mushaklar mexanikasi

Hamma sarkomerlarda miozin iplarni aktin iplar bilan birlashtirib turadigan ko'ndalang ko'priklar bor. Muskul tolasi qisqarganda miozin va aktin iplar kaltalashmaydi, aktin iplari miozin iplari orasiga sirpanib kiradi, natijada diskalar kaltalashadi, A diskalarning uzunligi o'zgarmaydi.

Miozin iplari shoxlanib, xar qaysisi taxminan 150 miozin molekulasidan tashkil topgan ko'p boshchalarni hosil qiladi. Bu boshchalar miozin ipning o'simtasi bo'lib, uni aktin iplar bilan bog'lab turadi. Kundalang ko'priklarning boshchalari eshkaksimon harakat qilib, aktin iplarni miozin oraligiga siljitadi. Ko'priklar harakatlarining amplitudasi 20 nm, chastotasi sekundiga 5-50 tebranishdan iborat. Ko'priklar asinxron ravishda harakatlansada, ular juda ko'p bo'lganidan vujudga keladigan tortish kuchi qisqarish davomida bir me'yorda saqlanadi.

Tinch holatda ko'priklar energiyaga boyiydi, lekin aktin ipi bilan birika olmaydi, ular o'rtasida joylashgan troponin oqsili bilan birikkan tropomiozin ipi bunga xalaqit beradi. Muskul faollashganda uning mioplazmasida erkin SaQQ ionlari paydo bo'ladi. Troponin kaltsiy bilan birikib, o'z konformatsiyasini o'zgartiradi va tropomiozin ipini surib, kundalang ko'priklarning aktin iplari bilan birikishiga

imkoniyat tug'diradi. Birikish natijasida ko'prikchaning konformatsiyasi keskin o'zgaradi, uning boshchasi egiladi, aktin ipi 20 nm suriladi. Bu harakat uchun sarflangan energiya fosforillangan aktomiozin tarkibidagi makroergik fosfat bog'lanish hisobidan ajraladi. ATF-aza aktivligiga ega bo'lgan aktomiozin makroergik fosfatlar parchalanishini ta'minlaydi.

Bundan keyin aktin va miozin iplar atrofida SaQQ miqdori kamayishi tufayli tropomiozin troponindan ajraladi va ko'ndalang ko'prikcha bilan aktin ipi o'rtasida yana to'siq bo'lib qoladi. Miozin ATF hisobiga fosforlanadi. ATF fakat miozinni energiyaga boyitish uchun emas, balki iplarni bir-biridan vaqtincha ajratish uchun zarur bo'lgan modda. Bu ajralish muskulni yumshatib, cho'zilishiga imkoniyat tug'diradi.

Qisqarish uchun zarur bo'lgan CaQQ ionlari muskulning tinch holatida sarkoplazmatik retikulumda saqlanadi. Bunda retikulum membranasining kaltsiy uchun o'tkazuvchanligi past, oz miqdorda mioplazmaga chiqqan ionlarni kaltsiy nasosi sarkoplazmatik retikulum ichiga xaydab, u erda kaltsiy kontsentratsiyasi yuqori bo'lishini saqlab turadi. Sarkoplazmatik retikulum bo'shlig'ida kaltsiy ionlari kontsentratsiyasi sarkoplazmadagiga nisbatan yuqori bo'lib, sarkoplazmatik retikulum membranasining faollanishi undagi kaltsiy kanallarining ochilishiga va kontsentratsion gradient bo'yicha kaltsiyning aktin va miozin iplar atrofiga chiqishiga olib keladi. Retikulum membranasini faollanishi uchun muskul tolasining tashqi membranasida vujudga kelgan qo'zg'alish T- sistema orqali sarkoplazmatik retikulum membranasiga tarqalishi kerak. T- sistema tashqi membrananing sarkomer ichiga botib kirgan qismi hisoblanadi. Ko'ndalang naychaning diametri 50 nm. Umurtqali hayvonlarning muskul tolalarida bu naychalar disklar sohasida miofibrillalarga yaqinlashadi.

Ko'ndalang naychalarga perpendikulyar bo'lib, miofibrillalarga parallel holda uzunchoq naychalar joylashgan. Uzunchoq naychalarning ikki uchi kengayib, tsisternalar hosil qiladi. Ko'ndalang naycha va ikki tarafdagi tsisternalar uchliklarga birlashgan.

Nerv tolasi orqali muskul tolasiga etib kelgan impuls tashqi membranada harakat potentsialini vujudga keltiradi, bu potentsial kundalang naycha orqali tarqalib, tsisterna membranasini faollashtiradi va kaltsiy ionlarining chiqib, aktin va miozin iplar atrofida ko'payishiga olib keladi va qisqarish mexanizmini ishga tushiradi.

Muskul qisqarishini ta'minlovchi jarayonlar quyidagilardan iborat:

- ta'sirlanish, harakat potentsialining vujudga kelishi, uning miofibrilla ichkarisiga o'tkazilishi,
- kaltsiy ionlarining chiqishi va aktin va miozin iplar atrofiga diffuziylanishi,
- aktin iplarining miozin iplar oraligiga sirpanishi va sarkomerining kaltalashishi,
- kaltsiy kanallarining faollashishi va erkin kaltsiy kontsentratsiyasini kamayishi,
- miofibrillalarning bo'shashishi.

Bo'shashgan muskul tolasi sarkomerining uzunligi 3,6 mkm, tola qisqarganda 2,0 - 2,2 mkm ni tashkil qiladi.

3.Harakatning nomushak shakllari

Hujayralar harakatchanligining nomushak shakllarida aktin va miozin oqsilining hujayralar tarkibiga kirib, ularning harakatlanishini – trombosit, leykosit, fibroblastlar va shu kabi hujayralarning amyobasimon harakatini; shuningdek hujayra ichida amalga oshadigan harakatlarni, masalan xromosomalarning tarqalishi, endotsitoz, ekzotsitoz, epitelial kiprikchalar, mikrovorsinkalar harakatlarini ta'minlab turadi.

Musku hujayralaridan farq qilib, bu hujayralarda miozinning nisbiy miqdori kam bo'ladi, ba'zilarida faqat aktin oqsili mavjud bo'lib, faol harakatga ega hujayralarda, masalan trombositlarda aktin tsitoplazma umumiy oqsillarining 20-30 % ini tashkil etadi. Nomushak harakat shakllarida tubulin oqsili ham ishtirok etishi qayd etilgan.

Nazorat uchun savollar

1. Qisqaruvchan tizimlar qanday tuzilgan?
2. Musku tolasi qanday strukturaga ega?
3. Qisqaruvchan tizimning qisqarish mexanizmi?
4. Harakat mexanizmi haqida tushuncha.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

11-MAVZU: FOTOBIOLOGIYA MUAMMOLARI

Reja

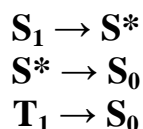
1. Yorug'likning makromolekulalar bilan o'zaro ta'sirlashuvi.
2. Fotoqo'zg'aluvchanlik energiyasidan foydalanish yullari.

1.Yorug'likning makromolekulalar bilan o'zaro ta'sirlashuvi.

Fotobiologiya biologik sistemalarga nur kvanti - $h\nu$ va ultrabinafsha nurlar ta'sirining molekulyar mexanizmlarini o'rganadi. Bu jarayonlar asosida fotokimyoviy reaksiyalar yotib, nur kvantining yutilishi bilan boshlanuvchi va turli xil yakuniy biokimyoviy, fiziologik va umumbiologik effektlar bilan tugallanuvchi murakkab zanjir holidagi reaksiyalar kompleksidan iborat. Fotobiologik jarayonlarda umumiy holda muhim biologik birikmalar sintezlanadi. Bunday jarayonlar yuksak o'simliklar, ba'zi bakteriyalar va suv o'tlarida kechuvchi fotosintez misol bo'ladi. O'simliklarda fotosintez yuqori darajada ixtisoslashgan strukturalar- xloroplastlarda amalga oshadi.

Fotobiologik jarayonlarga fotosintezdan tashqari nur kvanti holida olingan informatsiya ta'sirida kelib chiquvchi biologik ritmlar xam organizmlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Fotobiologiya shuningdek, ultrabinafsha nurlar ta'sirida tirik sistemalarda yuz beradigan buzilishlarning molekulyar mexanizmlarini ham o'rganadi. Yirik portiya holidagi nur kvanti yoki qisqa to'lqin uzunligidagi ultrabinafsha nurlar tirik organizmda nuklein kislotalar, oqsillar kabi muhim genetik-informatsion, struktura va fermentativ funktsiyalarga ega bo'lgan makromolekulalarga ta'sir etib, turli xil mutatsiyalar va jiddiy funktsional izdan chiqishlarni keltirib chiqaradi.

Ultrabinafsha nurlar organizm ning genetik sistemasida nuklein kislotalar DNK sida komplementarlikni buzish xususiyatiga ega. Fotobiologiya ultrabinafsha va ko'rinuvchi nurlar energiyasining yutilishi evaziga biomolekulalarda sodir bo'ladigan elektronli qo'zg'alish holatlari va ularga bog'liq holda amalga oshadigan fotofizikaviy hamda fotokimyoviy o'zgarishlarni o'rganish bilan cheklanadi. Nur kvanti molekula yoki atomga yutilganda tashqi pag'onadagi elektronlar qo'zg'algan holatga kelib, S_1 – singlet holatdan S^* - singlet holatga o'tadi va buni quyidagicha ifodalash mumkin:



Bunda $S^* \rightarrow S_0$ holat nur kvanti holida yutilgan energiyaning bir qismi **fluorestsentsiya** ko'rinishida sochilishini ifodalaydi va bu 10^{-8} - 10^{-9} sek davom etadi.

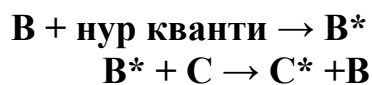
Elektron qo'zg'alishi asosiy energiyasi keyingi zanjiriy jarayonlarga uzatilib, kimyoviy bog'lar energiyasiga aylantiriladi. $T_1 \rightarrow S_0$ holatdagi o'tish **fosforestsentsiya** deyiladi. Flouretsentsiya spektrining shakli (Kashi qoidasi) va kvant chiqishi (Vavilov qonuni) qo'zg'atuvchi nur to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lmaydi. Chunki flouretsentsiya nurlanishi har doim qo'zg'algan holatning eng past satxidan boshlanadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$q = n / N$$

Bu erda q – kvant chiqishi, n - chiqariladigan kvantlar soni, N - yutilgan kvantlar soni.

Stoks qonuniga ko'ra, flouretsentsiya maksimumi molekula yutish maksimumiga nisbatan uzunroq to'lqin sohasida bo'ladi. Chunki yutilgan energiya bir qismi issiqlikka aylanadi.

Energiya migratsiyasi qo'zg'algan molekularning S_1 , T_1 satxlarida amalga oshib, nurlanishsiz- B va kinetik to'qnashuvlarsiz –C, issiqlikka aylanmasdan uzatishlardan iborat bo'lib, umumiy tarzda quyidagicha ifodalanadi:



Bu jarayon molekula ichida yoki molekulararo kechadi. B va C uzatilishning **aylanma-rezonans yo'lida** energiya jixatidan farqlanuvchi elektronlar almashinadi.

Induktiv rezonans yo'lida esa molekulalararo masofa ancha katta (2-10 nm) holatda qo'zg'algan B* va C molekulalarning rezonansli ta'sirlashishi amalga oshadi.

Eksiston yo'li kristall strukturalarda uchrab, qo'zg'algan elektronning boshqa molekulaga o'tishida fazoviy yaqin molekulalar guruhining birgalikda qo'zg'alishi ro'y beradi.

Qo'zg'algan molekula reaksiyaga oson kirishib, ushbu reaksiyalar quyidagicha guruhlanadi:

1. **Fotolyuminitssentsiya**
2. **Fotooksidlanish**
3. **Qayta guruhlanish va izomerlanish**
4. **Fotokimyovmy parchalanish.**

Yorug'lik oqimining yutilishi Buger- Lambert qonuni (bir jinsli rangli muhitning o'zgarmas qalinlikka ega har bir yupqa qatlami undan o'tadigan monoxromatik nurning faqat ma'lum bir qisminigina yutadi) va Ber qonuni (Berilgan yupqa qatlam tomonidan yutiladigan nur intensivligi yutuvchi molekulalar kontsentratsiyasiga proporsional) asosida boradi. Ushbu qonunlarning yig'indisi quyidagicha ifodalanib, **Buger- Lambert- Ber qonuni** deb ataladi:

$$\Delta I / I = E c \Delta x$$

Bu erda, E – yutilish koeffitsenti, S – kontsentratsiya, Δx – yutuvchi qatlam qalinligi

Agar Δx – yutuvchi qatlam qalinligi q 1 deb olinsa,

$$\ln I / I_0 = - E c l \text{ ёки } I / I_0 = 1 - E c l = T$$

Bu erda I / I_0 - nisbat yutuvchi qatlamdan o'tgan nur intensivligi I ning yutuvchi qatlamga tushgan nur intensivligi I_0 ga bo'lgan nisbati – o'tkazuvchanligi (T):

$$E \cdot c l = 1 g I / T = D$$

D – optik zichlik deb ataladi.

Energiya nuqtai nazardan, fotobiologik reaksiyalar ikki gruppaga bo'linadi: fotobiologik reaksiyalar natijasida yorug'lik energiyasi maxsulotlarda to'plansa, bunday reaksiyalar **endergonik**; energiya reaksiyaning aktivlanish tusig'ini engishga sarf etilsa, bunday reaksiyalar **ekzergonik** reaksiyalar deyiladi.

Biologik nuqtai nazardan esa, fotobiologik reaksiyalar **funktsional – fiziologik** hamda **destruktiv - modifikatsion** reaksiyalarga bo'linadi.

Funktsional - fiziologik reaksiyalar ko'rinuvchi nur ta'sirida amalga oshadi:

- a) energetik reaksiyalar (fotosintez, fotofosforlanish)
- b) informatsion reaksiyalar (fotoretseptsiya, fototropizm, fotomorfogenez, fotoperiodizm)
- v) biosintetik reaksiyalar (xlorofill biosintezi, pigment va vitaminlar sintezining induktsiyalanishi) ga bo'linadi.

Destruktiv - modifikatsion reaksiyalar asosan ultrabinafsha nur ta'sirida amalga oshadigan reaksiyalar hisoblanadi :

a) xalokatga (mikroorganizmlar va sodda hayvonlarning nurdan zararlanishiga) olib keladigan reaksiyalar

b) mutatsiyaga (nurning genetik apparatga ta'siri natijasida kelib chiqadigan o'zgarishlarga) sabab bo'luvchi reaksiyalar

v) patofiziologik reaksiyalarni o'z ichiga oladi.

Funksional - fiziologik reaksiyalar hujayraning hayotiy muhim makromolekulyar va molekulyar darajalarida zararlanishlarning yuz bermasligi bilan xarakterlanadi.

Ikkinchi xil reaksiyalarda nur substrat molekulasini zararlab, normal fiziologik holatga xarakterli bo'lmagan fotoximiyaviy reaksiyalar kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Bunday reaksiyalar ultrabinafsha nur ta'sirida yuzaga keladi. Lekin ko'rinuvchi nur ham, fotodinamik effekt sharoitida yoki katta intensivlikka ega nur (lazer) shu xil oqibatlarga sabab bo'ladi.

Fotobiologik reaksiyalar quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- Fotofizikaviy bosqich (yorug'likning yutilishi, elektronli-qo'zg'algan holatning
- sodir bo'lishi, energiyaning molekula ichida qayta taqsimlanishi)
- Birlamchi fotoximiyaviy bosqich (dastlabki fotomaxsulotning hosil bo'lishi)
- Ikkilamchi fotoximiyaviy bosqich (birlamchi fotomaxsulotning barqaror
- maxsulotlarga aylanishi)
- Qorong'ida o'zgarish bosqichi (barqaror maxsulotlarning navbatdagi o'zgarishi)
- Oxirgi biologik makroeffekt

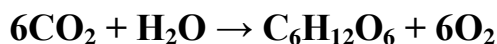
Fotobiologik reaksiyalar qanchalik xilma-xil bo'lmasin, ularning hammasi asosiy mexanizmlari jihatidan ichki umumiylikka ega bo'lib, tirik organizmlarning hayot faoliyatlarida o'z ifodasini topadi.

Fotosintez - Yuksak o'simliklar, suv o'tlari va ba'zi bir bakteriyalar tomonidan, yorug'lik energiyasi ishtirokida, organik moddalarning hosil qilinishi jarayonidir.

Fotosintezning birlamchi bosqichi , energiya transformatsiyasining uch pag'onasini o'z ichiga oladi:

- yorug'likning fotosintetik pigmentlar tomonidan yutilishi va elektronli-qo'zg'alish energiyasining fotosintez reaksiya markaziga migratsiyalanishi,
- reaksiya markazida zaryadlarning dastlabki taqsimlanishi va energiya transformatsiyasi,
- elektronning elektron-transport zanjiri bo'ylab tashilishi, CO₂ fiksatsiyalanishi qorong'ulik bosqichlari va maxsulotlar sintezida ishlatiladigan barqaror maxsulotlar (NADF, ATF) ning paydo bo'lishi.

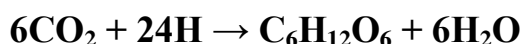
Birlamchi fotosintetik jarayonlarning barchasi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tabiatiga ega bo'lib, bunda e-donordan (H₂O) aktseptorga (CO₂ va boshqa) uzatiladi va qaytarilgan birikmalar (uglevodlar) hamda kislorod hosil bo'ladi. Fotosintezning umumiy yig'indi tenglama ko'rinishi quyidagicha ifodalanadi:



Bunda I.Yorug'lik fazasi quyidagicha kechadi:

Foton xlorofill molekulasini qo'zg'ab, e-orbitaldan uzilib tashuvchi bilan membrana ikkinchi tomoniga o'tkaziladi. Xlorofill e- o'rnini H_2O xisobidan to'ldiradi. Bunda proton va O_2 xosil bo'lib, O_2 chiqarib yuboriladi. H esa membrana ichida to'planib boradi. Proton potentsiali kritik nuqtaga chiqqanda ATF –sintetaza ishga tushib, proton kanal orqali tashiladiva e- bilan birikib atomar H va ATF xosil bo'ladi.

II. Qorong'ilik fazasi xloroplastda amalga oshadi va umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalanadi:



Fotosintez - erkin energiyaning tashqi manba hisobiga to'planishiga olib keladigan, o'simliklar va barcha geterotrof organizmlar mavjudligini ta'minlovchi yagona biologik jarayondir. Fotosintez natijasida, o'simliklar har yili $4 \cdot 10^7$ t organik modda sintezlab, 200 mlrd tonna erkin O_2 ajralib chiqadi. Fotosintez atmosferada CO_2 kontsentratsiyasining oshib "parnik effektini" keltirib chiqarishiga to'sqinlik qiladi.

Fotosintez maxsulotlarida mujassamlangan erkin energiya, insoniyatning energiyaga bo'lgan extiyojini ta'minlovchi asosiy manbadir. Fotosintezda boshlang'ich fotofizikaviy hamda fotoximiyaviy bosqichlarning yuksak (taxminan 95%) effektivligiga qaramay, quyosh energiyasining hosilga o'tadigan qismi 1-2 % dan oshmaydi. Bunday past effektivlik- yorug'likning to'la yutilmasligi hamda bioximiyaviy va fiziologik darajalarda mavjud cheklanishlar bilan shartlangan.

2.Fotoqo'zg'aluvchanlik energiyasidan foydalanish yo'llari.

Fototaksis (taxis - joylanish) - taksis hodisalarining bir turi bo'lib (termo-, xemo-, gidrotaksis va xokazo), erkin holatdagi biologik ob'ektning yorug'lik ta'siridan kelib chiqadigan, muayyan yo'nalishli harakatidan iborat. Boshqa xil taksislar singari, fototaksislar ham ob'ektning yorug'lik manbai tomon (ijobiy) yoki unga teskari (salbiy) yunalishdagi harakatini belgilovchi topotaksislar hamda maydon yoritilganligiga javoban ob'ektning siljishini belgilovchi fototaksislarga bo'linadi.

Fototaksislar sodda hayvonlar, chuvalchanglar, bakteriyalar, suv utlari hamda ba'zi bir hujayra ichidagi organoidlar uchun xarakterlidir.

Topotaksis suv o'ti hu jayrasi, retseptor orqali o'tgan yorug'lik intensivligi gradientining o'zgarishiga qarab, yorug'likka nisbatan zarur yo'nalishni tanlab olishidir.

Fototaksis ta'sir spektrlarini o'rganish orqali qayd etilganki, xlorofill, fikotsianin va fikoeritrin - suv o'tlari hamda sodda hayvonlarda, bakterioxlorofill - bakteriyalarda, fitoxrom - xloroplastlarda fototaksisni ta'minlovchi pigmentlardir. Ko'p xollarda shu xildagi pigment sifatida xromoproteid ishlaydi. Muayyan bir organizmning fototaksisi, xar xil pigmentlar ishtiroki bilan shartlangan ham bo'lishi mumkin. Fototaksik javob birlamchi fotoximiyaviy maxsulotlar fotoooksidlanish

reaktsiyasining natijasida emas, balki ATF-aza aktivligining oshirilishi natijasida amalga oshadi. Fototaksis fotosintez bilan aloqador hisoblanadi.

Fotokinez - fototaksisga yaqin hodisa bo'lib, u yorug'lik ta'sirida kelib chiqadigan biologik ob'ekt harakatchanligining - yorug'lik manbai yunalishiga bog'liq bo'lmagan holda boshqarilishidan iborat. Fotokinezda xlorofill, fikotsianin, karotinoidlar yorug'lik aktseptori vazifasini bajaradi. Fotosintetik reaktsiyalar – bir necha minut davom etadigan latent davr bilan xarakterlanganligi uchun uning kuchaytirgich mexanizmi inertsiyaga ega deb tushuniladi. Qutblangan nurning qutblanmagan nurga nisbatan anchagina effektiv ta'sirga ega bo'lishi, xromoforlar fazoviy orientatsiyalaniganligining muhim ekanligidan darak beradi.

Fototropizm - fotoretseptsiya hodisasiga mansub bo'lib, biologik ob'ekt qismlarining yorug'lik manbai tomon yoki unga teskari yunalishdagi harakatini belgilaydi. Fototropizm oliy va tuban darajali o'simliklarda, zamburug'lar hamda o'troq hayot kechiradigan suv o'tlarida kuzatilib, o'sayotgan organizmning yoritilgan tomonlaridagi hujayralar bo'linish tezliklari va kattaliklarining oshishidagi farqlar orqali amalga oshadi.

Yuksak o'simliklarda sodir bo'ladigan fototrop reaktsiyalarning ko'rinuvchi nur intensivligiga bog'liqligi juda murakkab bo'lib, qoida ko'ra, organlarning o'sayotgan joyida o'z aksini topadi. Odatda, o'simlik tanasi ijobiy, ildizlari esa salbiy fototropizm nomoyon etadi.. Yuksak o'simliklarda bir necha fotoretseptor sistemalar mavjud bo'lsa, fikomitsetlarda fototropizmga faqat bitta fotoretseptor sistema javobgar bo'ladi. Fototrop javoblarda, biologik aktiv yorug'likning yutilishiga flavin pigmentlari yoki fitoxrom javobgar bo'ladi. Flavinli pigmentlarda fototropizmga oid fotoximiyaviy reaksiya tripletli satxlar ishtirokida, bir kvantli mexanizmga asosan amalga oshadi.

Yorug'likning fototrop ta'siri, membrana o'tkazuvchanligining o'zgarishi bilan shartlanadigan, auksinlar yon gradientining vujudga kelishi orqali amalga oshadi.

Polyarotropizm ham fototropizmning bir xili bo'lib, mox va paparotniklarda qayd etilgan bo'lib, sporalarning chiziqli qutblangan nur tekisligiga nisbatan 90^0 burchak ostida orientatsiyalanishlari bilan xarakterlanadi. Ma'lumki, polyarotropizm fotoretseptor pigmentlarning fazoviy tartiblangan orientatsiyasiga bog'liq bo'lib, flavinlar ana shu xildagi rolga ega.

Nazorat uchun savollar

1. Fotobiologik reaktsiyalar qanday amalga oshadi?
2. Fotosintezning biologik ahamiyati.
3. Fotobiologik reaktsiyalar qanday bosqichlar orqali amalga oshadi?
4. Fototaksis, fotokinez va fototropizmning tirik organizm uchun ahamiyati.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.

3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

12-MAVZU: HUJAYRAGA SIGNAL TRANSDUKTSIYA SISTEMASI HAQIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR

Reja:

1. Retseptor molekulalarini strukturaviy-funksional tashkilanish modeli.
2. Sitoretseptsiya tiplari
3. Retseptorlarning gormon-bog'lovchi xususiyatlari
4. Retseptorlarning ba'zi bir muxim fizik-kimyoviy xususiyatlari va ularning tuzilmasi xaqida ma'lumotlar
5. Turli kimyoviy tabiatli gormonlar retseptsiyasining modeli
6. Retseptorlarning fosfolirlanishi-defosfolirlanishi jarayonlari muammolari
7. Yuqumli kasalliklar patogenezida adenilattsiklaza sistemasining ishtiroki
8. G – oqsillar
9. Adenilattsiklaza va sAMR

Tayanch so'z va iboralar: retseptor molekulalari, sitoretseptsiya, gormonlar, Stoks radiusi, proteaza ingibitorlari, yadro retseptorlari, mitoxondrial retseptorlar, sitozol retseptorlari, peptid gormonlar va katexolaminlar, xromatin aktseptor, adenilattsiklaza mexanizmi, kaltsiy mexanizmi, proteaza mexanizmi, desensibilizatsiya mexanizmi, retseptorlarning fosfolirlanishi-defosfolirlanishi jarayonlari, G – oqsillar.

1. Retseptor molekulalarini strukturaviy-funksional tashkilanish modeli.

Hujayralarga gormonlarni fiziologik ta'sirini kalitli bosqichi biomaxsus oqsil-retseptor bilan spontan va qaytar kompleks xosil qilishi xisoblanadi.

Agar hujayrada retseptor yo'q bo'lsa, gormon unga ta'sir ko'rsata olmaydi. Bu, retseptor gormonli signallarni qabul qilish intensivligi, o'tkazuvchanligi va amalga oshirishi ta'minlab beradigan endokrin faoliyatga zarur bo'lgan periferiyadagi muxim soxasi ekanligidan darak beradi. Hujayraning retseptori – metabolizmning hujayra ichidagi boshqaruvchisi, gormonlar esa – ularning hujayraning tashqarisidagi allosterik effektorlari. Butun organizmning gormonlari – hujayra tashqarisidagi tizimli signallari, retseptorlar esa – gormon samarasini bilib oladigan vositachi.

Har xil gormonlarni retseptorlarining oqsillarini strukturasini va xususiyatlarini o'rganish natijasida retseptor molekulasini umumiy fenomenologik modeli yaratilgan (1 – rasm). Retseptor molekulasi bir-biridan ma'lum masofada joylashgan uchta asosiy dinamik bir-biriga bog'liq bo'lgan vazifani amalga oshiradigan uchta asosiy lokusdan tashkil topgan: 1) maxsus va qaytar bog'lanuvchi gormonni diskret lokus bilan gormon signalini tanlab qabul qiladigan; 2) gormon ta'sirini boshqarishni rag'batlantiradigan va natijada xar xil hujayraning aktseptor

strukturalari (aloxida ijro etuvchi soxa yoki retseptor molekulasini soxasi) tanlab gormon-retseptor kompleksni xamkorligini amalga oshiradigan; 3) tashqaridagi gormondan qabul qilingan signalni, hujayra ichidagi retseptor molekulasini birlamchi konformatsion qayta qo'rilishi (oldingi ikki ichki molekula bog'lanish soxalari orqali amalga oshiradi) natijasida xosil bo'lgan yangi signalga o'tkazilishi (transduktsiya). Boshqacha qilib aytganda, retseptor – determinantlari asimmetrik joylagan yagona funktsional birlikdir, ulardan biri gormonni bog'lab oladi, boshqasi (boshqalari) hujayraning aktseptori bilan tanlab bog'lanadi va biologik samarani rag'batlantiradi.

2. Sitoretseptsiya tiplari

Retseptorlarni hujayrada joylashishi bo'yicha, aktseptor joyi va gormonlarni tsitoretseptsiyasi samarasini rag'batlantirish xususiyatlariga qarab ularni ikki asosiy tipga bo'lish mumkin: 1) hujayra ichidagi, streoid va tireoid gormonlarni xar xil variantda retseptirlanishi bo'yicha; 2) yuzadagi (membranali), oqsil va peptid gormonlari, katexolaminlar, xamda amaliy jixatdan barcha gistogormonlar va neyromediatorlarni retseptirlanishi bo'yicha. Birinchisi bo'yicha gormon hujayraning plazmatik membranasidan nisbatan erkin sizib o'tadi, u erda retseptor (tsitozoldagi, yadrodag i va boshqalardagi) bilan xamkorikda ta'sir ko'rsatadi va birinchi bosqichda o'zining ta'siri uchun hujayraning ichida mediatorlarni xosil bo'lishini talab qilmaydi. Bunda yadroda joylashgan gormon-retseptor komplekslar uchun eng muxim aktseptor saytlar, bu erda ularning eng muxim tipik samarasi enzimlarning va boshqa oqsillarning sintezi bilan bog'liq va vaqtning o'tishi bilan oxistalik bilan rivojlanadi. Tsitozolning retseptorlaridan ma'lum bir qismi xromatin, lizosoma, plazmatik va yadro membranalari bilan, xamda tsitoskelet elementlari bilan bog'lanishi xam extimoldan xoli emas.

Ikkinchisi bo'yicha gormon, qoida bo'yicha plazmatik membranada joylashgan retseptor bilan bog'lanadi. Retseptsiyaning birinchi etapida hujayraning ichidagi mediatorlarni membrana aktseptor strukturalari bilan gormon-retseptor komplekslarini xamkorlikdagi ta'siri natijasida gormonning samarasi hujayra ichida amalga oshgani bilan, ular hujayraga qiyinchilik bilan kiradi. Ana shunday membrana aktseptorlari adenilattsiklaza, noelektrogen kaltsiy kanallari va maxsus proteazalar xisoblansa, hujayra ichidagi mediatorlar – tsAMF, kaltsiy, maxsus glikopeptidlar xisoblanadi. Yuzada ta'sir ko'rsatadigan gormonlarning ta'sirini o'ziga xos xususiyati, avvaldan sintezlangan strukturaviy oqsillarning funktsiyalarini faollashuvi bilan bog'liq nisbatan tez samara beradi (2 rasm).

Bu bayon etilgan ikki tip retseptsiya, bir-biridan sezilarli farq qilgani bilan, gormon signalini qabul qilish mexanizmi umuman olganda umumiy qonuniyatlarga mos keladi. Keyinchalik bu ikki tip retseptsiya yo'llari bir-biridan farq qiladi, ammo jarayon umumiy sxemaga bo'yicha amalga oshadi.

3. Retseptorlarning gormon-bog'lovchi xususiyatlari

Gormonlarning spetsifik nokovalent bog'lanishi – ular retseptsiyasi ishga tushiradigan mexanizmidir. Ta'kidlash zarurki xozirgi paytgacha spetsifik bog'lanadigan ligand tajribalarda xujayraning biospetsifik molekulas i sifatida retseptorning asosiy indikatori bo'lib xizmat qiladi. Shuning uchun retseptorning asosiy xossalarining bilish xam nazariy, xam amaliy axamiyatga ega. Retseptor molekulasining maxsus lokusi tomonidan amalga oshiriladigan asosiy gormon bog'lovchi xossalariga quyidagilar kiradi: a) gormonlarga yuqori darajada o'xshashlik, b) o'xshashlikning tanlash xususiyati, va v) cheklangan xajm. Ko'rsatib

o'tilgan xossalar retseptorlarni gormonlar bilan nospetsefik bog'lanuvchi turli xil oqsillardan farqli qilib qo'yadi.

Gormonlar bilan o'xshashlikning yuqori darajasi ular assotsiatsiyasining 0°S da 10^7 - 10^{10} M^{-1} ga teng konstanta qiymati bilan belgilanadi. Bu kompleks xosil bo'lishi erkin energiyasi darajasini (-8)-(-13) kkalG'mol aks ettiradi. O'z navbatida assotsiatsiya konstantasi assotsiatsiya ($K_{Q1}10^3$ - $10^6 \text{ M}^{-1} \times \text{s}^{-1}$) va dissotsiatsiya ($K_{-1}10^3$ - $10^6 \text{ M}^{-1} \times \text{s}^{-1}$) tezligining konstanta kattaligiga bog'liq. Retseptor oqsillaridan farq qilib, nospetsefik bog'lanuvchi oqsillar assotsiatsiya koeffitsienti 10^3 - 10^5 ga teng bo'lgan komplekslar xosil qiladi. Qizig'i steroid gormonlar retseptori uchun bu parametr qondagi ligandlar kontsentratsiyasiga teskari bog'liqdir. Shunday qilib, assotsiatsiyaning eng katta konstantasi estrogenlar retsetorlari (10^{10} M^{-1}), eng kichigi esa (10^8 M^{-1}) glyukokortikoid retseptorlari uchun xosdir.

Gormonlarga o'xshashlikni tanlashning yuqori darajasi retseptorlar faqat muayyan guruxdagi tabiiy va sintetik gormonlar, shuningdek antigormonlarni bog'lash xususiyatiga egaligi bilan bog'liqdir. Xususan estrogenlar retseptorlari faqat estrogen va antiestrogen birikmalar bilan, progestinlarning retseptorlari faqat gestagenlar va ularning raqobatli antagonistlari bilan, insulin retseptorlari esa faqat insulin bilan o'zaro ta'sirlashadi. Ko'pchilik xollarda gormonning biologik faolligi assotsiatsiya konstantasi kattaligi bilan musbat, dissotsiatsiya konstantasi kattaligi bilan esa manfiy korrelyatsiyada bo'lishi ko'rsatilgan. Olingan ma'lumotlarga ko'ra retseptor bilan kovalent bog'langan gormon retseptor molekulasiining effektor lokuslarini ishga tushirishi mumkin. Nokovalent assotsiatsiyalanganlari esa odatda aktseptor uchastkalarini faollashtira olmaydi, bu esa ligandlarni bog'lanishini samarasiz qiladi. Aftidan gormon retseptor bilan samarali ta'sirlanishi uchun kompleks xosil bo'lishi erkin energiyasining etarlicha yuqori bo'sag'a kattaligi kerak bo'ladi. Bu kattalik assotsiatsiya kattaligiga mos kelib, 10^6 - 10^7 M^{-1} ga tengdir. Biroq bu energiyaning yuqori darajasi zarur bo'lsada u gormon-retseptor kompleksining gormonal samarasini ishga tushirish uchun etarli bo'lmaydi. Ba'zi bir gormonlarning ma'lum sintetik raqobatli antagonistlari retseptor bilan asosiy gormon-antagonistlarga nisbatan ko'proq bog'lanadi. Shu bilan birga bunday bunday antagonistlar gormonal samarani yuzaga chiqarmasdan, aksincha unga qarshilik qiladi. Extimol gormonal samarani amalga oshishi uchun gormon-retseptor ta'sirlashuvi erkin energiyasining yuqori darajasi gormon molekulasiidagi qandaydir tuzilmaviy xossalar bilan birikishi zarur.

Aftidan retseptorni ligandlarga o'xshashligining tanlanishi gormonal signalning diskriminatsiyalangan qabul qilinishini belgilab beradi va shunday qilib gormonni xujayraga tanlab ta'sir qilishini ta'minlab beradi. Ko'pchilik retseptorlar muayyan gormonlarga nisbiy tanlab ta'sir qilish xossasiga egaligini esdan chiqarmaslik kerak. Masalan progestin retseptorlari androgenlar bilan kuchsiz bog'lanadi, androgen retseptorlari esa progestinlar bilan kuchsiz bog'lanadi. Extimol ligand spetsifikligining bunday nisbiyligi gormonlar antagonizmi liniyasi bo'yicha gormonlararo ta'sirlashuv uchun imkoniyatlar ochib berar.

Retseptorlarning cheklangan bog'lovchi xajmi ularning xujayra bilan bog'lanadigan joyini past kontsentratsiyasiga bog'liq. Odatda retseptor molekulasiga

bitta bog'lovchi joy to'g'ri keladi. Aftidan ikkita ma'lum xolda, ya'ni insulin retseptorlari va qushlar tuxum yo'llarining progesteron retseptorlarida retseptorning bitta molekulasiga ikkita bog'lovchi joy to'g'ri keladi. Buni insulin retseptor bilan o'zaro ta'sirlashuv jarayonidagi manfiy kooperativ samara bilan tushuntirish mumkin, bunda bog'lovchi joylar soni 10^{-15} — 10^{-11} molG'mg oqsilga yoki bitta xujayraga 500-30000 bog'g'a teng. Retseptorlarning cheklangan xajmi gormonni fiziologik yoki mo''tadil farmokologik kontsentratsiya doirasida ta'sir qilishini ta'minlaydi. Shu bilan birga fiziologik sharoitlarda xujayradagi retseptor molekulalarining kam ulushi gormon tomonidan egallab olinadi. Gormonning retseptor bilan qaytar, nokoalent kompleks xosil qilishi jarayoni massalar ta'siri qonuni asosida amalga oshgani uchun retseptorlarning ortiqcha kontsentratsiyasi eng avvalo gormon-retseptor ta'sirlashuvini yuqori tezligini ta'minlaydi.

4. Retseptorlarning ba'zi bir muxim fizik-kimyoviy xususiyatlari va ularning tuzilmasi xaqida ma'lumotlar

Retseptorlarning fizik-ximiyaviy xossalari va ularning bir qator tuzilma xarakteristikalarini birinchi marta tozalanmagan yoki qisman tozalangan preparatlarda olingan. Keyinchalik bu ma'lumotlar muayyan darajada retseptorlarning o'ta yuqori darajada tozalangan preparatlarida o'z isbotini topdi. Aniqlanishicha, retseptorlar – kislotali yirik molekulalar oligomer oqsillar bo'lib, xujayra ichi retseptorlari uchun ular oddiy, membrana retseptorlari uchun esa glikoproteinlar ekanligi ma'lum bo'ldi. Barcha retseptor oqsillar termolabil va og'ir agregatlar xosil qilishga moyil bo'ladi. Bu esa ularni tadqiq qilishni qiyinlashtiradi.

Ko'rsatilishicha, tsitoplazmatik va yadroli retseptorlar gidrofil, membrana retseptorlari esa asosan gidrofobdir. Transmembrana joylashgan yuza retseptorlarning gidrofob qismi qo'shqavatli lipid membranasiga botib kirgan bo'ladi, ayni paytda esa gormon bilan bog'lanuvchi va funktsiya bajaruvchi uchastkasi suvli fazada joylashgan bo'ladi.

Membrana retseptor molekulasining gormon bilan va gormon-retseptor kompleksining aktseptor bilan o'zaro ta'siri tashqi xujayraviy suyuqlikning suvli fazasida va tsitozolda amalga oshadi deb xisoblanadi. Aftidan tireoid gormonlarning mitoxondrial retseptorlari xaqida xam shunday fikrni bildirish mumkin. Membrana retseptorlari ularning fiziologik aktivligi saqlangan xolda lubrol RX yoki triton kabi detergentlar yordamida solyubillanishi (eruvchan qilish) mumkin.

Steroid gormonlarning retseptorlari. Steroid retseptorlarning strukturasi hozirgi paytda juda yaxshi o'rganilgan. Bular nordon gidrofil, juda termolabil oqsillar bo'lib, ammoniy sulfat bilan 30-35% to'yintirilganda tuzlanishi mumkin. Ion kuchi past muxitda (KCl kontsentratsiyasi <0.3 M) turli steroid gormonlarning retseptorlari 6.5-9 S sedimentatsiya koeffitsientiga, 150-320 KD molekulyar massaga, 5-8.5 nm Stoks radiusiga va asimmetrik formaga ega bo'ladi. Ion kuchi yuqori muxitda esa oligomerli retseptor oqsil (xoloretseptor) gormon bilan kompleksda yoki kompleks xosil qilmasdan 3.5-4 S-retseptorli subbirlikka (veroretseptor) va maxsus shakllantiruvchi omilga to'liq, biroq qaytar dissotsilanadi. Veroretseptor retseptor molekulasining barcha funktsional xossalari, xususan gormonni spetsifik bog'lash va xromatinni aktseptor joylariga yuqori darajada o'xshashlikni saqlab qoladi. Shu bilan birga 6.8 S-shakllantiruvchi omil murakkab oligomer oqsil bo'lib, estrogen

retseptorlari xolatida o'zaro qaytar bog'lanadigan A komponenti va oltita V komponentidan tashkil topadi. U gormon bog'lovchi faolikka ega bo'lmasdan, xromatinga xam past o'xshashlikka ega. Ta'kidlash zarurki, shakllantiruvchi omilning subbirliklari varoretseptorga turli darajada o'xshashlikka ega. Shakllantiruvchi omil varoretseptorni yadro xromatini bilan ta'sirlashish qobiliyatiga nisbatan funktsiya bajarishi uchun regulyator vazifasini bajaradi. Ba'zi bir ma'lumotlarga ko'ra shakllantiruvchi omil bu o'zaro ta'sirni ingibirlasa, ba'zi bir ma'lumotlarga ko'ra stimullaydi.

Extimol turli steroid gormonlar retseptor oqsillarining tuzilmaviy tashkil topishi u yoki bu darajada bir-biriga o'xshash bo'lishi mumkin, umumiy qoidadan istisno xollar xam mavjud. Xususan suriya xomyagining ba'zi bir to'qimalaridagi androgen retseptorlar, aftidan varoretseptor va shakllantiruvchi omil xosil bo'lishi bilan dissotsilanmaydi va KCl kontsentratsiyasi 0.6 M ga oshirilganda xam 8 S sedimentatsiya koeffitsientini saqlab qoladi. Xaligacha tovuqlar tuxum yo'lining dimer progestin retseptorlarini funktsional-struktur tashkil topishi xaqidagi bilimlar to'liq emas.

Proteaza ingibitorlari xisoblangan leypeptin yoki antipain mavjudligida varoretseptorni yumshoq fermentativ gidroliz qilish yordamida retseptor subbirligi tuzilmasidan uning sretsifik gormon bog'lovchi xossalarini saqlab qolgan, biroq yadro xromatini bilan ta'sirlashish qobiliyatini yo'qotgan kichkina qismini ajratib olishga muvaffaq bo'lindi. Bu minimal uchastka, extimol retseptorning gormon bog'lovchi lokusiga aynan o'xshash bo'lib, "meroretseptor" sifatida belgilanadi. Uning sedimentatsiya koeffitsienti 2.5 Sga teng, Stoks radiusi esa 2.5 nm. Extimol, meroretseptor strukturasi bo'yicha geterogen bo'lishi mumkin (3 rasm).

Ko'pchilik mualliflar asosan xromatin bilan bog'langan steroid gormonlarning yadro retseptorlari yadroda ikkilamchi to'planib, tsitozoldan unga gormon-retseptor kompleksining o'tishi natijasida tsitozol kelib chiqishiga ega. Shu sababli yadro va tsitozol retseptorlari printsipial jixatdan umumiy fizik-ximiyaviy va immunologik xossalarga ega.

Tireoid gormonlarnng retseptorlari. Katta miqdorda to'plangan mavjud ma'lumotlarga ko'ra bu retseptorlar turli xil yadro, tsitoplazmatik va mitoxondrial retseptor oqsillarining bir qancha mustaqil puli bilan namoyon bo'ladi. Tireoid gormonlar retseptorlari turli fraktsiyalarining umumiy xossasi ularning tiroksindan ko'ra ko'proq triyodtironinga (10-20 marta) o'xshashligidir. Extimol tiroksin nishon-xujayralarda retseptorlarning turli populyatsiyalari bilan komplekslar xosil qilishdan oldin asosan triyodtironinga aylanadi.

Yadro retseptorlari. Ma'lumki ular retseptorlar umumiy miqdorining 90% ni tashkil qiladi va ko'pchilik nishon-organlardagi bitta xujayraga 10^4 bog'lovchi joyni egallaydi. O'zining ximiyaviy tabiatiga ko'ra bu termolabil nordon nogiston oqsillari bo'lib, sedimentatsiya koeffitsienti 3 S, molekulyar massasi 50.5 kD, Stoks radiusi 3.5 nm; triyodtironin retseptorlarining in vivo tajribalardagi assotsiatsiya konstantasi 10^{11}M^{-1} , in vitro tajribalarda esa 10^8 — 10^9M^{-1} ni tashkil qiladi.

Mitoxondrial retseptorlar. Bu retseptorlar mitoxondriyalarning ichki membranalarida joylashgan bo'lib, faqat in vitro tajribalarida aniqlanadigan

termostabil lipoproteinlar xisoblanadi. O'zining bog'lovchi xossalariga ko'ra bu retseptorlar triyodtironinning yadro retseptorlariga yaqin turadi.

Sitozol retseptorlari. Ular termolabil kislotali oqsillar xisoblanib, molekulyar massasi 100 kD va assotsiatsiya konstantasi yadro retseptorlariga qaraganda 2-3 tartibga past bo'ladi. Shu sababli eutireoid xolatda retseptorlarning tsitoplazmatik fraktsiyalari bilan atigi 1% triyodtironinlar bog'langan bo'ladi. Bu retseptorlarning funktsional roli noaniq, biroq u tireod gormonlarning yadroni retseptor oqsillari bilan aloqasini amalga oshiradi.

Plazmatik membranalarda tireoid gormonlarning mavjudligi xaqida ma'lumotlar bor, biroq ular bu retseptor oqsillarning fizik-ximiyaviy xossalarini to'liq ochib bera olmaydi.

Peptid gormonlar va katexolaminlarning membrana retseptorlari. Retseptorlarning bu turi xaligacha to'liq o'rganilmagan va turli mualliflar tomonidan olingan ularning molekulyar xarakteristikalarini ko'pincha bir-biriga to'g'ri kelmaydi. Oxirgisi, aftidan solyubilizatsiyalangan preparatlarni ular bilan mustaxkam bog'langan membrana komponentlarini va qiyinchilik bilan yuviladigan detergenlardan tozalashni turli darajasi bilan, shuningdek ba'zi-bir xollarda retseptor molekulalarining agregatsiyalangan formalarini olish bilan bog'liq. Masalan lyutropin retseptorlarining molekulyar massasi 23-96 kD atrofida, glyukagon retseptorlariniki esa 23 dan 53 kD gacha bo'ladi.

Retseptorlarning molekulyar o'lchamlaridagi farqlar, extimol shu bilan bog'liq bo'lsa kerak. Ular sedimentatsiya koeffitsientining kattaligi 4 dan 8 Sgacha, molekulyar massasi 450 kD, Stoks radiusi esa 3 dan 7 nm gacha bo'ladi. Membrana retseptorlarining uchlamchi va to'rtlamchi strukturalari deyarli ta'riflanmagan, biroq ular oligomer oqsillar bo'lishi mumkin deb taxmin qilish mumkin. Masalan insulin retseptori molekulyar massasi 125 kD bo'lgan α -zanjirdan va molekulyar massasi 90 kD bo'lgan β -zanjirdan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan disulfid ko'priklari orqali bog'langan.

Membrana retseptorlari odatda plazmatik membranaga asimmetrik joylashadi. Ular molekulasi tanib oluvchi fragmenti uning tashqi yuzasiga, xujayralararo bo'shliq tomonga yo'naladi. Aktseptor bilan ta'sirlashuvchi lokus qarama-qarshi tomonga, xujayra tsitoplazmasiga yo'nalgan bo'ladi. Bunday retseptorlarning qat'iy bir tomonga yo'nalganligi extimol xujayra ichiga tashqaridan kirib keluvchi gormonal axborot transmembrana oqimining vektorligi bilan bog'liq bo'lsa kerak. Bunday retseptorlarning membranada joylashuvining nisbiy qat'iyligiga qaramasdan ular baribir ko'ndalang va bo'ylama xarakatlarni amalga oshirishi mumkin va shu orqali retseptorni "qidirish" va gormon-retseptor kompleksining aktseptor joylari bilan o'zaro aloqalari engillashadi.

Biroq ba'zi-bir xollarda, masalan insulin retseptori misolida uning molekulalari membrana ichida unchalik mustaxkam o'rnashmagan bo'ladi va nafaqat lateral va "po'kaksimon", balki turli funktsional qismlari bilan gox xujayradan tashqari, gox ichki xujayraviy bo'shliqqa yo'naladi. Mazkur xollarda qat'iy asimmetriya va transmembrana joylashuvining yo'qligi ularning yuksak xarakatchanligi bilan kompensatsiyalanadi.

5. Turli kimyoviy tabiatli gormonlar retseptsiyasining modeli

Bu bo'limda xujayrada retseptorlar ishlashining asosiy mexanizmi ko'rib o'tiladi. Ilgari ta'kidlab o'tilganidek, retseptor apparatining faoliyati turli gormonlar uchun turlichadir.

Xozirgi paytda xilma-xil va ko'p sonli bioximiyaviy va tsitoximik ma'lumotlar asosida xujayra ichi va membrana retseptorlarining ishlash modeli yaratilgan.

Steroid gormonlar retseptsiya modeli. 4 rasmda steroid gormonlar retseptsiyasining umumiy fenomenologik modeli ko'rsatilgan. Bu modelga asosan xujayra tomonidan steroidlar retseptsiyasi bir nechta bosqichda amalga oshadi.

1. Qonning spetsifik transport oqsili bilan birikmagan steroid gormon (transkortin, sekssteroid bog'lovchi globulin, progesterin bog'lovchi oqsil va boshq.) plazmatik membrana orqali xujayra ichiga nisbatan erkin kirishi va tsitozolda muayyan retseptorlar bilan bog'lanishi mumkin. Tsitozol retseptorlarining birmuncha qismi plazmatik membrana va boshqa subxujayraviy fraktsiyalar bilan labil, ya'ni barqaror bog'langan bo'lishi xam mumkin. Notsitozol tsitoplazmatik fraktsiyalarda retseptorlarning o'ziga xos puli joylashgan bo'lishi xam extimoldan xoli emas. Ular tsitozol retseptor oqsillarining asosiy qismidan mustaqil ravishda funktsiya bajaradi. retseptor molekulalarida gormon bog'langandan keyin konformatsion o'zgarishlar ro'y beradi.

2. Sitosolda xosil bo'lgan gormon-retseptor kompleks temperaturaning ko'tarilishi, ion kuchining oshishi, aralashma, gelfiltratsiya va boshqa bir qator omillar ta'sirida faollashishi mumkin va bunda kompleksning yadro xromatiniga, eng avvalo DNK ga o'xshashligi oshadi. Bu bosqich xujayrada spontan ravishda mikromolekulyar kompleksning qaytar dissotsiatsiyasi natijasida, extimol bir qator retseptorli makromolekulyar ingibitorlar dissotsiatsiyasi natijasida ro'y beradi. Retseptorning o'zi xam faollashishi mumkin. Biroq gormon u bilan bog'lanib, retseptor – ingibitor kompleksidagi muvozanatni ularning dissotsiatsiya jarayoni tomoniga suradi va shu bilan jarayon stabillashadi. Gormon-retseptor kompleksining ingibitor (lar) dan ajralishi retseptor molekulasining lizin va arginin qoldiqlarining musban zaryadi yuzasida qo'shimcha konformatsion qayta qurilishiga olib keladi. Buning oqibatida dastlabki kislotali oqsil funktsional amfoter bo'lib qoladi, bu esa unga nafaqat polikationlar, balki polianionlar, xususan DNK bilan birikish imkonini beradi. Bunda molekula retseptorining zaryadi sezilarli o'zgarmaganligi kuzatildi, biroq zaryadning maxalliy o'zgarishi, bir tomondan faollashgan retseptorlarning DEAE-tsellyuloza tipidagi polikationlarga o'xshashligini pasaytiradi. Boshqa tomondan, ilgari ta'kidlab o'tilganidek faollashgan retseptorlar polianionlar, xususan DNK o'xshashligi ortadi. Shuningdek gormon-retseptor kompleksining ko'p omilli aktivatsiyasi nafaqat elektrostatik omillarga, balki tuzilmaviy o'zgarishlarga xam bog'liq bo'ladi. Komplekslarning tsitoplazmadan yadroga translokatsiyasi tezligini belgilovchi asosiy mexanizm, aftidan, ularning qaytar polifaktor aktivatsiyasi xisoblanadi.

3. Faollashgan gormon-retseptor kompleks xromatinga kuchli o'xshashligi natijasida xujayra yadrosiga erkin ko'chib o'tadi (translokatsiyalanadi). Bu jarayon odatda energiya oqimi, nuklein kislotalar va oqsillarning qo'shimcha sintezini talab qilmaydi, tsitoskelet elementlarining ishlashiga xam bog'liq emas. Vitamin V₆ va uning xosilalari, xususan piridoksalfosfat faollashib bo'lgan komplekslar

translokatsiyasini ingibirlaydi va shu bilanbir qatorda yadrodan retseporlarning chiqishiga zamin yaratadi. Extimol vitamin V_6 va uning xosilalari gormonlar retseptsiyasining fiziologik retseptorlari xisoblanar.

4. Xromatinda faollashgan gormon-retseptor kompleksi xromatinning aktseptor joylari bilan bog'lanib, o'zaro ta'sirlashadi va gormonlarning xar tomonlama ta'sirini indutsirlab, transkripsiya jarayonlarini regulyatsiya qiladi.

Xromatin aktseptor joylarining tabiati va u bilan gormon-retseptor kompleksining o'zaro ta'siri xaqidagi masala katta qiziqish uyg'otadi. Aniqlanishicha steroid-retseptorli komplekslar xromatinning deyarli barcha komponentlari, DNK, RNK, ba'zi bir kislotali va asos oqsillar bilan bog'lanishi mumkin. Oxirgi yillarda olingan ma'lumotlarga ko'ra gormon – retseptor kompleksi ta'sirlashuvida polikation xossalar va DNK strukturasi o'ziga xosligi ustunlik qiladi. Bunda DNK gormon-retseptor kompleksini xujayra yadrosiga translokatsiyasini ta'minlashi, xromatin tuzilmasining o'zgarishida, shuningdek transkripsiya darajasining spetsifik o'zgarishini ta'minlashi mumkin. Oxirgisi aloxida ahamiyatga ega, negaki transkripsiya jarayoni steroid-retseptor kompleksining fiziologik ta'sirida asosiy xisoblanadi. Bu tomondan quyidagi ikkita fakt e'tiborimizni tortadi.

Birinchi fakt bir qator eksperimental modellarda olingan. Ularda sichqonlar sut bezi o'smasining MMTV virusi, tovuqlar tuxum yo'lining ovalbumin geni ishlatilgan va gen injenerligi metodi bilan tozalab olingan glyukokortikoidlar yoki progesteron yordamida genomda cheklangan miqdordagi aktseptor lokuslarining mavjudligi aniqlandi. Ular gormon-retseptor kompleks bilan tanlab ta'sirlashish qobiliyatiga ega. Bunday klonlangan lokuslar gormonga bog'liq mRNK kodlovchi genomning regulyator uchastkalarida joylashgan. Spetsifik nukleotid ketma-ketliklar gormon-retseptor komplekslarni assotsiatsiya tezligidan uncha katta bo'lmagan tezlikda bog'laydi.

Yana aniqlanishicha ko'pchilik xollarda gormon samarasi gormon-retseptor kompleksi kontsentratsiyasiga bog'liq. Shu bilan birga xujayraning gormonga spetsifik reaksiyasi tsitozol retseptorlarining zaxirasi tugamaguncha oshib boraveradi. Shuningdek gormon-retseptor komplekslar xujayra yadrosida xromatinning nospetsifik destabillashuvini amalga oshiradi va uning umumiy transkripsiya faolligi 1.6-3 marta oshadi. Xromatinning tuzilmaviy qayta qurilishi spetsifik gormonal samaralar bilan ijobiy korrelyatsiyada bo'ladi. Aftidan mRNK va oqsillar sintezida cheklovchi mexanizm aynan xromatinni gormon-retseptor kompleksi bilan nospetsifik bog'lanishi xisoblanadi.

Yuqorida aytib o'tilgan ma'lumotlarni muvofiqlashtirish uchun ikkita mexanizmning mavjudligi xaqidagi faraz aytib o'tilgan: a) selektiv samara mexanizmi, ya'ni komplekslarni DNK ning cheklangan spetsifik aktseptor uchastkalari bilan tanlab bog'lanishi; b) intesiv samara mexanizmi, ya'ni komplekslarni DNK ko'pchilik uchastkalari bilan to'yinmagan bog'lanishi. Birinchi mexanizm gormonal samaraning sifat, ikkinchi mexanizm esa miqdoriy tomonini aks ettiradi.

1. Shunday qilib gormon-retseptor kompleksi xromatin bilan ta'sirlashb muayyan mRNK, shuningdek rRNK sintezi darajasini spetsifik ravishda o'zgartiradi.

2. gormon-retseptor komplekslarini yadro xromatini bilan o'zaro ta'sirini ko'rib chiqib, ko'rsatib o'tilgan ta'sir natijasida yadro retseptorlarining xossalarini o'zgarishiga to'xtalib o'tish zarur. Eng avvalo xujayra yadrosiga komplekslar translokatsiyasi jarayonida ularda 0.3-1 M KCl da eruvchan retseptorlarning to'planishi ro'y beradi. Biroq shu bilan birga yadroda KCl da erimaydigan boshqa retseptorlar xam to'planadi. Xujayra tipi, gormon tabiatiga, uning dozasiga va vaqtiga qarab yadro retseptorlarining KCl ga sezgir formalari yadroda umumiy komplekslar miqdorining 5 dan 90% ga bo'lishi mumkin. Ba'zi bir mualliflar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar retseptorlarnig aynan mana shu formasi transkripsiya jarayonlarining spetsifik regulyatsiyasi uchun faol ekanligi aniqlandi. Biroq boshqa tadqiqotchilarning ma'lumotlari KCl-erimaydigan retseptorlarning to'planishi retseptor tsiklining terminatsiyasiga aloqador deb o'ylashga asos beradi.

3. Retseptor yoki G' va steroid metabolizm fermentlari kabi terminatsiyaning maxsus faktorlari retseptorlarning ishchi tsiklini tugatadi deb xisoblanadi.

4. Aniqlashicha steroid gormonlarning xujayraga samarasi yadroda transkripsiya darajasining o'zgarishi bilan bog'liq. Biroq xujayralarning ba'zi-bir tiplarida steroidlarning bir qator muxim samaralari posttranskripsion darajalarda ekstranuklear ravishda amalga oshirilishi mumkin. Xuddi shu usulda estrogenlar ta'sirida bachadonga prostaglandinlarning otilib chiqishi amalga oshadi. Extimol bu steroid- retseptor kompleksning nafaqat yadro, balki polisomalar, retikulum membranasi, tsitoskelet komponentlari bilan o'zaro ta'siri bilan bog'liq bo'lsa kerak.

Tireoid gormonlar retseptsiyasining modeli. Oldin ko'rsatib o'tilganidek xujayralarda tireoid gormonlarning retseptorlari bir nechta aloxida ishlovchi populyatsiyalardan iborat bo'lib, ularning sifat va miqdor jixatdan asosiysi yadro retseptori oqsillari xisoblanadi. Aftidan shuning uchun tireoid gormonlarning yadro retseptsiyasi xozirgi eng yaxshi o'rganilganlardan biri xisoblanadi. Mavjud ma'lumotlarga ko'ra bu retseptsiya quyidagi asosiy bosqichlardan tashkil topadi.

1. Plazma tiroksin bog'lovchi globulin va prealbumini bilan bog'lanmagan triyodtironin va tiroksin xujayraga nisbatan erkin kiradi. Oxirgisi triyodtironinga aylanadi va asosan xujayra yadrosi bilan ta'sirlashadi.

2. Bu retseptorlar DNK molekulasida joylashgan, gormon- retseptor kompleksning bog'lanishi esa ion va aktseptor DNK ning birlamchi va ikkilamchi tuzilmalari xossalariga bog'liq. Mavjud ma'lumotlar N_3 va N_4 gistonlari gormon-retseptor kompleksini DNK ning aktseptor saytlari bilan bog'lanishini ta'minlaydi.

3. Gormon- retseptor kompleksi funktsional mRNK va tRNK larning sintezi darajasini regulyatsiya qiladi.

4. Protssessing jarayonidan keyin yadrodan tsitoplazmaga chiqqan, indutsirlangan RNK kodlanadigan oqsillar sintezi darajasini o'zgartiradi. Gipofizda ular somatotropin sintezini faollashtiradi, jigarda esa glitserofosfatdegidrogenazalar, malatdegidrogenaza, shuningdek globulinlar fraktsiyasi sintezini faollashtiradi.

5. Gormon-retseptor kompleksining yadroda gistonlar bilan o'zaro ta'sirining buzilishi retseptorlarning DNK va triyodtironinga o'xshashligini kamaytiradi. Shuning uchun xromatinning qisman degistonlanishi gormonlar ta'siri terminatsiyasining etakchi faktorlaridan biri xisoblanadi. Triyodtironin retseptsiyasining ekstranuklear mexanizmi xali to'liq o'rganilmagan.

Oqsil-peptid gormonlari va katexolaminlar retseptsiyasining modeli. Steroid va tireoid gormonlardan farq qilib oqsil-peptid gormonlari va katexolaminlar nishon-xujayralarga plazmatik membranalarda joylashgan retseptorlar orqali ta'sir qiladi. Ular o'z samaralarini uchta asosiy yo'l orqali amalga oshiradi.

Xozirgi paytda signal moddalarining (informonlar) xujayra yuzasi bilan ta'sirining uchta yo'li aniqlangan: 1) informonlarning adenilattsiklaza va tsAMF orqali initsiirlovchi adenilattsiklaza yo'li; 2) informonlarni kaltsiy kanallari orqali initsiirlovchi kaltsiy kanallari; 3) informonlarni samaralarini spetsifik membrana proteazalari orqali initsiirlovchi proteaza kanallari (5 rasm). Bu barcha yo'llar umuman olganda bir-biridan mustaqil ravishda amalga oshishi mumkin, biroq real fiziologik sharoitlarda ular bir-biri bilan bog'lanib ishlaydi.

Adenilattsiklaza mexanizmi. Xujayra yuzasida gormonlar ta'sirining asosiy yo'llaridan biri gormon-retseptor kompleksining adenilattsiklaza fermenti bilan ta'sirlashuvi orqali amalga oshadi. Bu ferment oligomer membrana oqsili bo'lib, molekulyar massasi 150 kD. Maksimal gormonal stimulyatsiya sharoitida uning kontsentratsiyasi 1-5 min dan keyin 10^{-8} dan 10^{-6} gacha oshishi mumkin.

Adenilattsiklaza ko'pchilik gormonlar, xususan adrenallin, gipotalamik neyrogormon, gipofizning trop gormonlari, vazopressin kabilar tomonidan faollashtiriladi. Turli xil retseptor gormonlar adenilattsiklazada konvergent ravishda birikadi.

Transmembrana birikishida polifunksional GTF asosiy vazifani bajaradi. Bu oqsil adenilattsiklazing aktivatsiyasida muxim vositachi xisoblanadi. Bu kuchsiz gidrofob oqsil 3 komponentdan tashkil topadi. Oqsil molekulasining subbirliklari gormon-retseptor kompleks, GTF, adenilattsiklaza, Mg^{2Q} va GTF-azalar uchun spetsifik bog'lovchi markazlarga ega. Aftidan N-oqsil bilan birinchi bo'lib gormon-retseptor kompleks ta'sirlashadi. U N-oqsilning β -subbirligi bilan bevosita bog'lanadi. Buning natijasida N-oqsilning GTF ga o'xshashligi ortadi.

GTF ning bog'lanishi xosil bo'lgan kompleksda retseptorning gormonga bo'lgan o'xshashligini pasaytirib yuboradi. Keyin gormon ajralib chiqib yangi retseptor tsiklga kiradi. Gormonsiz kompleks GTF ning bog'lanishi bilan faollashadi va adenilattsiklazaga yuqori darajada o'xshash bo'lib qoladi. Fermentning faollashishi, tsAMF ning xosil bo'lishining tezlashishi va uning xujayrada to'planishi ro'y beradi. Mg^{2Q} ning mos markaz bilan bog'lanishi N-oqsilni gormon-retseptor kompleksga va adenilattsiklazaga o'xshashligini oshiradi. Shu bilan birga Mg^{2Q} teskari ta'sir ko'rsatadi. Ilgari GTF xam xuddi unga o'xshab GDF va N-oqsilning funktsiyasini stimullashi mumkin deb xisoblanardi, biroq oxirgi yillarning tadqiqotlari GDF mazkur oqsilning ingibitori ekanligini ko'rsatdi.

Retseptor va adenilattsiklaza bilan bir kompleksda N-oqsil o'ziga GTF-azani biriktirishi mumkin. U GTF ni parchalaydi, shu bilan birga oqsilni va adenilattsiklazani inaktivatsiyalashtirib, tsiklaza fermenti aktivatsiyasi jarayonini to'xtatadi.

N-oqsil yana bitta muxim funktsiyaga ega. GTF bilan kompleksda u xujayradagi aktiv retseptorlarning vaqtinchalik eliminatsiyasida ishtirok etadi va shu bilan ularning gormonga bo'lgan sezuvchanligini kamaytiradi.

N-oqsilning barcha aytib o'tilgan xossalari gormonal signallarni membrana orqali aktseptor adenilattsiklazaga o'tkazilishidagi universal funktsiyasini belgilab beradi. Bu oqsil jamlanma tushunchaga xam ega, ya'ni turli xil mustaqil funktsiyaga ega GTF-bog'lovchi oqsillar oilasi xisoblanadi.

Gormon-retseptor kompleksining adenilattsiklaza bilan transmembrana birikishida tsitoskelet elementlari va membrana kislotali fosfolipidlar ishtirok etishini ta'kidlab o'tish zarur.

Shunday qilib, adenilattsiklazani gormon-retseptor kompleksi orqali aktivatsiyasi ro'y beradi. Bunda kompleksning bitta molekulasini 500 molekula tsAMF xosil bo'lishini ta'minlaydi. tsAMF ning kontsentratsiyasi nafaqat adenilattsiklaza tizimining aktivligi, balki tsitozolda joylashgan fosfodiesteraza fermenti faolligiga xam bog'liq. Fiziologik sharoitlarda bu fermentning faolligi insulin, somatotropin va somatomedin tomonidan boshqarilishi mumkin. Xujayrada xosil bo'lgan tsAMF tsAMF-bog'liq proteinkinazaning ikkita izoshakli subbirliklari bilan spetsifik ta'sirlashadi. tsAMF ni regulyator subbirliklar bilan bog'langanidan keyin ferment molekulasi monomerlarga dissotsiatsiyasi ro'y beradi. Buning oqibatida "tormozlashgan" katalitik subbirlik faollashadi va tsitoplazmada sintezlangan oqsillarning fosforillanishi ro'y beradi. Bunday oqsillarning fosforillanishi ularning faolligi va xolatini o'zgartirib yuboradi. Shunday qilib xujayralarda fosforilaza β kinazasi, lipaza, fosfolipaza, ribosoma fosfoproteini, gistonlar, bir qator membrana oqsillari faollashadi.

Shunday qilib, tsAMF-bog'liq proteinkinazalar xujayraning universal aktseptor strukturalari xisoblanadi.

Ba'zi gormonlar, shuningdek opioidlar, dofamin kabi neyromediatorlar adenilattsiklaza va tsAMF ni stimullamaydi, aksincha ularni ingibirlaydi. Ta'kidlash zarurki gormonlarning ba'zi-bir stimullovi effektlari ikkilamchi ravishda kuchayishi mumkin. Xususan ko'pchilik gormonlar tsiklaza tizimini aktivlashitirib nishon-xujayralarda prostaglandinlar xosil bo'lishini to'xtatib qo'yadi. Prostaglandinlar xujayradan chiqib shu xujayraning retseptorlariga yoki qo'shni xujayralarning retseptorlariga ta'sir qilishi mumkin.

Aytib o'tilgan ma'lumotlar asosida retseptsiyadagi asosiy xodisalarlarning ketma-ketligi adenilattsiklaza yo'li bo'yicha bosqichma-bosqich quyidagicha tasavvur qilish mumkin:

- 1) plazmatik membranada spetsifik gormon-retseptor kompleksining xosil bo'lishi;
- 2) bu kompleksning N-oqsil bilan ta'siri, uning GTF tomonidan faollashishi;
- 3) adenilattsiklaza kompleksi tomonidan stimulyatsiyasi;
- 4) tsAMF ning jadal xosil bo'lishi;
- 5) proteinkinaza katalitik subbirliklarining aktivatsiyasi;
- 6) bir qator oqsillar fosforillanishining kuchayishi;
- 7) proteinkinaza tsAMF-regulyator subbirlikning yadroga kirishi; Mazkur jarayonning terminatsiyasi turli darajalarda amalga oshirilishi mumkin deb taxmin qilinadi. Retseptor darajada u komplekslarning yirik klasterlarga to'planishi bilan bog'liq. tsAMF darajasida terminatsiya fosfodiesterazaga bog'liq bo'ladi.

Kaltsiy mexanizmi. Gormonal signal o'tkazilishining mazkur transmembrana yo'li gormon-retseptor kompleksi tomonidan sekin, noelektrogen kaltsiy

kanallarining aktivatsiyasini o'z ichiga oladi. Ko'pchilik neyrogumoral stimullar ta'siri natijasida tsitozoldagi Ca^{2Q} miqdori 10^{-8} - 10^{-7} dan 10^{-5} M gacha oshadi. Liberinlar, gipofizning trop gormonlari, kaltsitonin, paratgormon va boshq. gormonlar bir paytda Sa^{2Q} va tsAMF-yo'llar bilan ta'sir qiladi.

Noelektrogen Sa^{2Q} -kanallari va ularning gormon-retseptor kompleksi bilan o'zaro ta'siri deyarli o'rganilmagan. Extimol bu kanallarning aktivatsiyasi ma'lum darajada plazmatik membrananing fosfolipid komponenti – fosfoinozitol bilan bog'liq bo'lsa kerak.

Sa^{2Q} ning gormonlarni xujayraga ta'sirining vositachisi sifatidagi ta'sirining keyingi mexanizmlari hozirgi paytda yaxshi o'rganilib kelinmoqda. Aniqlanishicha Sa^{2Q} ta'sirining trigger mexanizmi uning kalmodulin bilan kompleks xosil qilishi xisoblanadi. Bu polifunksional oqsil Sa^{2Q} samarasining universal vositachisi funksiyasini bajaradi. Bu oqsilning funksional universalligi va organizmning xamma joyida tarqalganligi uni boshqa Sa^{2Q} bog'lovchi oqsillardan, jumladan troponin S, parvalbumin, miya oqsili S-100 dan farq qiladi.

Kalmodulin bu gidrofil kislotali oqsil bo'lib, molekulyar massasi 16.5 kD va u 148 aminokislota qoldig'idan tashkil topgan. Uning molekulasi Sa^{2Q} uchun to'rtta bog'lovchi joyga ega. Aynan shu joylarga Mg^{2Q} xam bog'lanadi. Tinch xolatdagi xujayrada kalmodulin nafaol tetramagniy shaklida bo'ladi deb xisoblanadi. Gormon ta'sirida esa kalmodulin faollashadi va keyin bir necha tipdagi xujayra oqsillari – aktseptorlar bilan ta'sirlashadi. Shu aktseptorlar orqali eng muxim Sa-bog'liq gormonal samaralar indutsirlanadi. Samaralarning boshqa guruxi bevosita Sa^{2Q} - bog'liq proteinkinazalar va bir qator oqsillarning fosfolirlanishi bilan bog'liq. Odatda bu fermentlar tsAMF ga qaram emas. Ularga silliq mushak qisqarishida ishtirok etadigan silliq mushaklar miozini engil zanjirlarining kinazasi, Sa-nasosining stimulyatori xisoblangan fosfolamban oqsilining sarkoplazmatik kinazasi kabilar kiradi.

Faol kalmodulin shuningdek N_1 gistonlar fosfolirlanishi, mikronaycha va mikrofilamentlarning qurilishi va parchalanishiga xam ta'sir qiladi. Fenotiozin xosilalarining psixotrop preparatlari faollashgan kalmodulin bilan tanlab bog'lanib, uning aktseptorlar bilan ta'sirlashish qobiliyatini ingbirlaydi va Sa^{2Q} ning xujayraga ta'sirini tormozlab qo'yadi.

Shunday qilib, gormon ta'sirining mazkur mexanizmi:

- 1) plazmatik membranada gormon-retseptor kompleksining xosil bo'lishi;
- 2) xosil bo'lgan komplekslarning noelektrogen Sa^{2Q} kanallari bilan ta'sirlashuvi va Sa^{2Q} ning xujayraga jadal kirishi;
- 3) Sa^{2Q} va Mg^{2Q} bilan kalmodulinning faol shaklining xosil bo'lishi;
- 4) faollashgan kalmodulinning uni ko'pchilik aktseptor saytlariga ta'siri;
- 5) Sa^{2Q} mexanizmi bilan bog'liq bo'lgan retseptor ishchi tsiklining yakunlanishi.

Proteaza mexanizmi. Ba'zi – bir gormonlarning retseptorlar bilan kompleksi o'z samaralarini membrana proteazalarini faollashuvi orqali amalga oshirish qobiliyatiga ega. Aktseptor proteazalarining aktivatsiyasi natijasida molekulyar massasi 1-2 kD bo'lgan bitta yoki bir nechta glikopeptidlar xosil bo'ladi.

Faol retseptorlarni o'z ishchi tsiklidagi eliminatsiyasi va hujayralarni gormonlarga desensibilizatsiyasi muammosi. Gormonlar, ma'lumki bir tomondan

muayyan oqsillarning sintezi va aktivatsiyasini boshqarsa, ikkinchi tomondan xujayrani gormonning keyingi dozalariga sezuvchanligini pasaytiradi yoki butunlay to'xtatib qo'yadi. Retseptor tsiklining zaruriy bosqichi xisoblangan ikkinchi jarayon desensibilizatsiya (desensitizatsiya, autodeinduktsiya, refrakterlik, taxifilaksiya, tolerantlik, ko'nikish) nomini olgan. Keyin muayyan vaqt oralig'ida gormon ta'siri tugagandan keyin xujayraning reaktivligi tiklanadi, ba'zan gipersensibilizatsiya kuzatiladi.

Desensibilizatsiya mexanizmida xujayra retseptorlari bir qismining dozaga bog'liq eliminatsiyasi xisoblanib, bu jarayon retseptorlar etishmovchiligiga olib keladi. Eliminatsiya darajasi retseptorlarning dastlabki miqdorining 80-90% ni tashkil qilishi mumkin. Bunda gormon reguliator samarasining initsiatsiyasida ishtirok etayotgan va ishtirok etmagan retseptorlarning eliminatsiyasi ro'y beradi. Steroid gormonlar xolatida retseptorlar inaktivatsiyasi yadroda va extimol tsitozolda ro'y beradi. Bu jarayon retseptor oqsillarning fosfatazalar tomonidan defosfolirlanishi xisobiga ro'y beradi.

Membrana retseptorlari eliminatsiyasining eng extimoliy sabablaridan biri plazmatik membranalarda katta klasterlarning xosil bo'lish jarayoni bo'lishi mumkin. Xujayra yuzasidan ajralib, plazmaga o'tgan retseptor klasterlar lizosomaga o'tadi yoki tsitozolda suvda eriydigan molekula shakliga o'tadi. Desensibilizatsiyaning ba'zi-bir shakllarida N-oqsilning xolati o'zgarishi mumkin. Bunda uning adenilatsiklaza va retseptor oqsillari bilan ta'sirlashish qobiliyati pasayib ketadi.

6. Retseptorlarning fosfolirlanishi-defosfolirlanishi jarayonlari muammolari.

Xozirgi paytda ba'zi-bir mualliflar gormonlar retseptsiyasi turli bosqichlarda fosfolirlanish-defosfolirlanish jarayonlari tomonidan boshqariladi deb xisobla-shadi.

1. Ba'zi – bir retseptorlarning gormon bog'lovchi faolligi retseptor oqsillarning fosforilirlanishi bilan kuchayadi va stabillashadi. Masalan ATF va ATF-generatsiyalovchi tizim mavjudligida, shuningdek molibdat va glyukoza-1-fosfat tipidagi fosfataza ingibitorlari mavjudligida xam ba'zi xujayralarda glyukokortikoid va estrogenlar tsitozol retseptorlari gormon bog'lovchi xossalari kuchayadi. Shu bilan birga ATF-generatsiyalovchi tizimning yo'qligida yoki ishqoriy fosfataza ta'sirida retseptorlarning gormon bog'lovchi xossalari birdan pasayib ketadi.

2. Steroid gormonlar retseptorlarining translokatsiyasi ba'zi - bir omillar tomonidan ingibirlanishi ko'rsatilgan. Bunda mazkur ingibitorlarning fosforilirlanishi nafaqat tormozlovchi samarani olib tashlaydi, balki gormon-retseptor kompleksini yadroga o'tishini tezlashtiradi.

3. Steroid gormonlar yadro retseptorlarining defosforilirlanishi ularni xromatin bilan bog'lanishini pasaytiradi. Shu bilan birga xujayradagi retseptorlarning summar miqdori pasayadi, ular qisman eliminatsiyaga uchraydi.

Demak, gormonlarning oqsil retseptorlari endokrin funktsiyaning muxim bo'g'ini xisoblanadi. Retseptorlar o'z molekulasining maxsus tuzilmasi xisobiga gormonal signalni tanlab qabul qiladi va qayta o'zgartiradi. Gormonlar retseptsiyasining bir nechta tipi aniqlangan. Ular tuzilishi, joylashgan o'rni, aktseptor joylarining xossasiga qarab farq qiladi. Xujayra ichi va membrana retseptorlari aniqlangan. Birinchilari odatda yagona tsitozol-yadro tizimi shaklida yoki bir qancha mustaqil tsitozol, mitoxondrial va extimol boshqa retseptorlar puli ko'rinishida

mavjud bo'ladi. Ikkala xolatda xam retseptsianing bu tipi birinchi bosqichlarda ichki xujayraviy mediatorlarni talab qilmaydi. Retseptorlarning boshqa tipi plazmatik membrana oraliq'ida joylashadi va gormonlar ta'sirini aloxida membrana aktseptori tuzilmalari – adenilattsiklaza, sekin kaltsiy kanallari xisobiga belgilab beradi. Membrana aktseptorlari faolligining o'zgarishi xujayra ichi mediatorlari sintezining modulyatsiyasiga olib keladi. Bularga tsAMF, Sa^{2Q} va maxsus glikopeptidlar kiradi. Yuzadan ta'sir qiluvchi bir qator gormonlar xujayraga funktsiyasiga o'z ta'sirini bir qancha yo'llar orqali amalga oshirishi mumkin. Xujayra ichi mediatorlari ta'sirining eng muxim mexanizmlaridan biri xujayra mavjud oqsillar faolligining o'zgarishi xisoblanadi.

Retseptorlar asimmetrik shaklga ega kislotali yirik molekulyar oligomer oqsillar ekanligi ko'rsatilgan. Xujayra ichi retseptorlari asosan gidrofil oqsillar bo'lsa, yuzadagilari esa gidrofob, transmembrana oqsillari xisoblanadi.

Ba'zi retseptorlar etarlicha yaxshi tozalab olingan va ularga antitelalar olingan. Yaxshi tozalangan retseptorlarga antitelalar, asosan monoklonal antitelalarning olinishi ularni miqdoriy aniqlash, xossalarni aniqlash va fiziologik funktsiyalarini o'rganish uchun yaxshi imkoniyatlar yaratadi.

Retseptsiya jarayonida oqsillar bir qator konformatsion o'zgarishlarga uchraydi, gormon-retseptor kompleksi esa albatta ekstraretseptor omillar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Samaralarning rivojlanishi uchun muxim omil ba'zi-bir past- yoki yuqori molekulyar ingibitorlarning ta'sirini yo'qotish xisoblanadi.

Aynan bir xil gormon tipi uchun bir qancha retseptorlar mavjud bo'lishi mumkinligi (multiretseptor model) aniqlangan. Retseptorlarning geterogenligi gormonlarning xujayra jarayonlariga tanlab ta'sir qilishini oshirishi mumkin.

Xozirgi paytda eng dolzarb muammolardan biri xujayra aktseptor tuzilmalarining ulanishi (on) va uzilishi (off) mexanizmi xisoblanadi. Ikkinchi muxim muammolardan biri xujayraning gormonlarga nisbatan desensibilizatsiyasi va resensibilizatsiyasini o'rganish muammosi xisoblanadi. Desensibilizatsiya ba'zi shakllarining amalga oshirishini sababi ko'pchilik retseptorlarning gormon ta'sirida vaqtinchalik dozaga bog'liq eliminatsiyasi xisoblanadi. Retseptor molekulalarining fosforilirlanish – defosforilirlanish muammosi xam extimol shu bilan bog'liq bo'lsa kerak. Bu muammoni echish retseptor tsiklining amalga oshirish va terminatsiyasi va nishon- xujayralarni gormonlarga sezgiriligini o'zgarishi mexanizmini ochishda muxim ahamiyatga ega bo'ladi.

7. Yuqumli kasalliklar patogenezida adenilattsiklaza sistemasining ishtiroki.

Boshqaruv signallari ta'siridan keyin hujayra funktsiyalarining o'zgarishlari effektor – oqsillar (retseptorlar, fermentlar va boshqalar) molekulalarida kovalent modifikatsiyalar amalga oshirish natijasida yuzaga keladi. Retseptor orqali signal uzatilishida, ya'ni ligandning effektorga bog'lanishi postretseptor bosqichdagi amalga oshuvchi jarayonlar davomida bir nechta kaskadlar yordamida modifikatsiyalanishi kuzatiladi.

Qayd qilib o'tish kerakki, me'yoriy va patologik holatlarda hujayralarda oqsillarning allosterik boshqaruvchisi sifatida GTP muhim ahamiyatga ega

hisoblanadi, shuningdek asosiy oqsil molekulalarining qaytar tarzda fosforlanish jarayoni xam umumbiologik nuqtai nazardan muhim o'rin tutadi.

Hujayra ichki jarayonlarining boshqarilishida tizimning mukammal funktsiya bajarishi ayniqsa patologik holatlarda yaqqol ko'zga tashlanadi. Aynan hujayra ichki signal uzatilish mexanizmlarida amalga oshuvchi buzilishlar ko'pgina infeksiyon kasalliklar patogenezi jarayonida muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, o'sma hujayralarining nazorat qilib bo'lmaydigan darajadagi ko'payishini belgilab berishi qayd qilingan.

Hujayralar funktsiyalarining boshqarilishi xususiyatlarini qarab chiqishda nisbatan batafsil o'rganilgan adenilatkinaza tizimi bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Retseptorlarga qo'zg'atish beruvchi ta'sirlarning adenilatkinaza tizimiga (ATs) ta'siri bevosita G_s – oqsil molekulasiga orqali amalga oshadi. Fermentlar va ion kanallarining fosforlanishi ularning funktsiyasida keskin va tezkor tarzda o'zgarishlar amalga oshishiga olib keladi. Transkripsiya omili – CREB ning fosforlanishi hujayrada maxsus oqsil molekulalarining genlari transkripsiyasi jarayoniga turtki beradi va bu funktsiyalardagi o'zgarishlar nisbatan uzoq vaqt davomida saqlanib qolishi kuzatiladi.

Birinchidan, signal uzatilishida transmembranaviy jarayon bosqichida signalning *o'zgarishlariga* katta e'tibor qaratish talab qilinadi. Hujayra ichki qismida vositachi (ikkilamchi) sifatida boshlang'ich signal manbasidan (masalan, gormon) keskin farq qiluvchi kimyoviy birikmalar (ushbu holatda sAMF) markaziy o'rinni egallaydi. Ikkinchidan, signal uzatilishi jarayonida kaskadlar orqali signalning *kuchaytirilishi* amalga oshadi. Gormonning bitta molekulasiga orqali faollashgan retseptor bir nechta G oqsil molekulasiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. O'z navbatida keyingi bosqichlarda signalning ko'p martobalik kuchaytirilishi fermentlar tizimi orqali amalga oshadi (adenilatkinaza, proteinkinaza), bu fermentlar bitta allosterik regulyator ta'siriga javoban ko'plab miqdordagi maxsulot molekulalarini xosil qilish xususiyatiga ega hisoblanadi. Uchinchidan, signal uzatilishi jarayonida hujayrada molekulyar darajadagi *ajratuvchi* tizimlar mavjud hisoblanadi.

Signallarning uzatilishi navbatdagi molekulyar ajratuvchi tizimlar xususiyatlariga bog'liq holatda bir nechta bosqichda amalga oshadi.

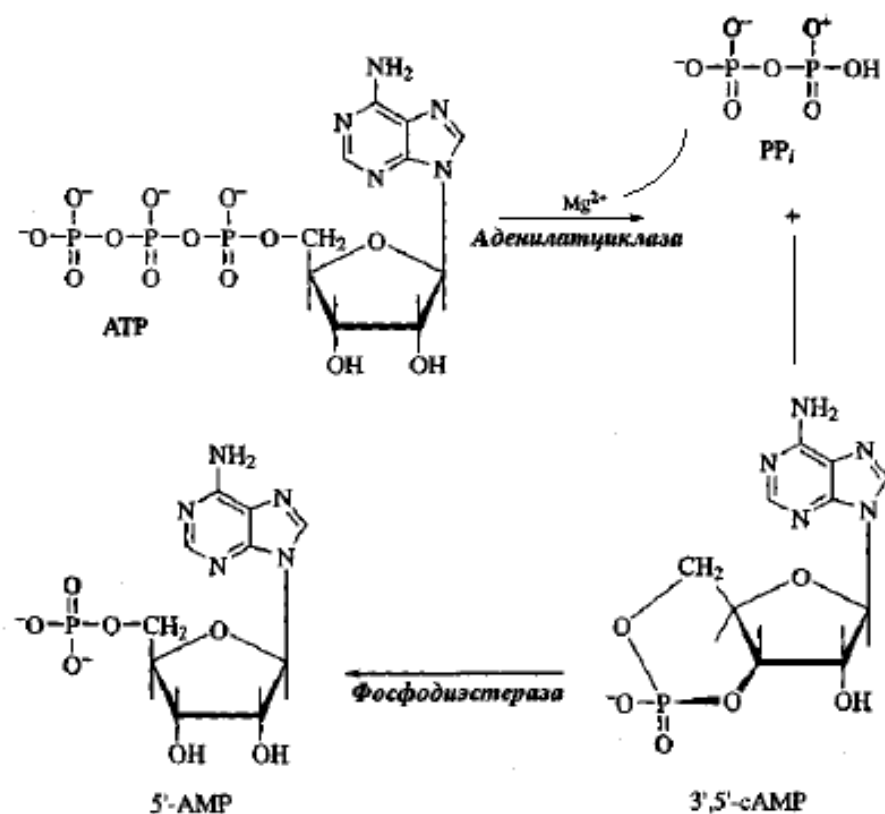
Ularga α -subbirliklarning GTPaza faolligi, sAMRni parchalanishini katalizlovchi fosfodiesteraza va nihoyat proteinkinaza ta'sirida modifikatsiyalangan oqsillarning defosforlanishi amalga oshishida ishtirok etuvchi proteinfosfotazalar kiritiladi. Bu molekulyar ajratuvchi tizimlarning har biri o'ziga xos xususiy boshqaruvchi molekulalar yig'indisiga ega hisoblanadi, bunda ushbu tizimlar orqali hujayra ichki qismidagi nozik tarzda amalga oshuvchi regulyatsiya jarayonlari va yakuniy holatda ta'sirga nisbatan javob reaksiyasi amalga oshishi haqidagi axborotlar bo'yicha ma'lumot beradi.

Gormonlar yoki neyromediatorlar ta'sir qiluvchi retseptorlar orqali signal uzatilishi adenilatsiklaza ferment (ATs) bilan GTR – bog'lovchi oqsil molekulasiga (G-oqsili) – adaptor molekula yordamida bog'lanishi aniqlangan. Bunda ATs faolligiga ta'sir xususiyatiga ko'ra G-oqsillar qo'zg'atuvchi – G_s yoki ingibirlovchi – G_i turlarga bo'linadi. G-oqsillar 3 ta subbirlik – α , β va γ subbirliklardan iborat.

Bunda oxirgi ikkita subbirlik bir butun holatda funktsiya bajarishi aniqlangan. Nofaol holatdagi G-oqsili GDP bilan bog'liqligi qayd qilingan.

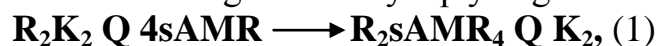
Ligandning bog'lanishi natijasida retseptorning molekulasida konformatsion o'zgarishlar amalga oshadi, bunda G-oqsil molekulasida bog'lanish sohasi yuzaga keladi. «Faollashgan retseptor – G-oqsili» ko'rinishidagi kompleks xosil bo'lishi GDP va GTR o'rtasidagi almashinuv reaksiyasi hamda β va γ komplekslarining ajralishi jarayoniga olib keladi. Natijada G-oqsili molekulasida ATs bilan bog'lanish sohasi shakllanadi, va ATs ATRdan tsiklik adenzin monofosfat (sAMR) sintezlay boshlaydi. G-oqsili GTRaza fermenti hisoblanib, GTR ni GDR va R_i ga parchalanishini ta'minlaydi va signal uzatilib bo'lgandan so'ng $\beta\gamma$ kompleksining qayta birikishidan yana nofaol holatga qaytadi. G-oqsili molekulyar vaqtni belgilovchi vosita bo'lib, ATsning faol holatda bo'lish davri davomiyligini belgilab beradi.

Hujayra ichki qismida sAMR kontsentratsiyasining ortishi fosforlovchi oqsil – proteinkinaza A ferment molekulasining allosterik tarzda faollashishiga olib keladi. Proteinkinaza A struktura tuzilishiga ko'ra tetramer holatda bo'lib, 2 ta regulyator (R_2) va 2 ta katalitik subbirliklardan (K_2) tashkil topgan. sAMR ning 4 ta molekulasida bog'langanidan keyin dimerlar (1) dissotsiatsiyanlanadi va katalitik subbirliklar kompleksi proteinfosforlanish jarayonini katalizlashi boshlanadi (2).



sAMRning xosil bo'lishi va parchalanishi sxemasi.

Ko'rsatib o'tilgan reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



Proteinkinaza A ishtirokida fosforlanuvchi gidroksil guruhi serin yoki kam hollarda treonin aminokislota qoldig'i tarkibida joylashgan. Ionlashgan holatda yoki rN ko'rsatkichi qiymatining fiziologik me'yoriy holatlarida fosfatning bog'lanishi natijasida oqsil molekulasi zaryadi keskin tarzda o'zgaradi va o'z navbatida uning funktsional faollik ko'rsatkichlari xam o'zgarishga uchraydi. A-kinazalar ta'sirida fosforlanuvchi ko'plab effektor – oqsillarning mavjudligiga bog'liq holatda bitta gormonning ta'sirining o'zi turli xil hujayralarda sezilarli darajada turli tumanligi qayd qilinadi. Masalan, adrenalinning yurak hujayralarida β -retseptorlarga ta'siri natijasida yurak urishi chastotasi va qisqarish kuchi ortishi kuzatiladi, yog' to'qimalari hujayralarida esa adrenalin ta'sirida yog'larning parchalanish jarayoni tezlashishi, ichak hujayralarida suyuqlik sekretiysi jarayoni jadallashishi aniqlangan.

Gipofizning tireotrop gormoni ta'siri ostida sAMR qalqonsimon bez gormoni sekretiysi jarayonining faollashishida ikkilamchi vositachi sifatida ishtirok etishi, shuningdek glyukagon ta'sirida jigar hujayralarida glikogenning parchalanishi va vazopressin ta'sirida buyrakda suvning qaytadan so'rilishini (reabsorbsiya) jarayonini faollashtirishida ishtirok etishi aniqlangan. Uning to'xtatuvchi ta'siriga adrenalin ta'sirida (α -adrenoretseptorlar qo'zg'atilishi holatida) yog' to'qimalari hujayralarida yog'larning parchalanish jarayonining susaytirilishini ko'rsatib o'tish mumkin.

8. **G – oqsillar** – guanin – nukleotid bog'lovchi oqsillar oilasi bo'lib, hujayra membranasidagi signallarni ma'lum bir effektor molekulalariga uzatadi. 80% birlamchi messendjerlar (gormonlar, neyrotransmitterlar, neyromodulyatorlar) effektor molekulalar bilan G – oqsillar orqali bog'langan spetsifik retseptorlar vositasida ta'sir etadi.

Tuzilishi va xususiyatlari.

G – oqsillar – geterotrimer bo'lib, α subbirlik $\beta\gamma$ dimer bilan kuchsiz bog'langan.

Barcha ma'lum bo'lgan α subbirliklar gomologikdir (mol. massa 40-50kD), ko'pchiligida β subbirlik (mol. massa 35 kD) va γ subbirlik (mol. massa 8 kD) deyarli bir xil.

α – subbirlik retseptor va effektor bilan G – oqsil bog'lanishining spetsifikligini belgilab beradi. α subbirlik GTP ni bog'laydi va gidrolizlaydi (GTP - aza). α subbirlik o'z tarkibida GTP ni bog'lab, so'ngra gidrolizlovchi yuqori konservativ domen (350 – 395 ta aminokislotalardan 18 tasi) tutadi.

G – oqsillarning guanin nukleotidlari, retseptorlar (S - uchi) va $\beta\gamma$ dimer (N - uchi) bilan ta'sirlashuvchi sohalari aniqlangan.

G – oqsillarning vabo va ko'kyo'tal toksinlari ta'sirida ADP – ribozilirlanuvchi sohasi (arginin – 202) aniqlangan.

G – oqsillarning o'rganilish tarixi.

1971y – Ilk bor glyukagon ta'sirida adenilatsiklaza stimulyatsiyasi uchun GTP zarurligi ma'lum bo'ldi.

1981 y – Rodopsinni sGMP fotoretseptorlar fosfodiesterazasi bilan bog'lovchi Gt – transdutsin oqsili ajratib olindi.

1983 y – Stimullovchi retseptorlarni adenilattsiklaza bilan tutashtiruvchi GTP – bog'lovchi oqsil Gs ajratib olindi.

1985 – 1988 y – Fosfolipaza S va fosfolipaza A₂ lar gormon va neyrotransmitterlar tomonidan Gp – oqsillar orqali boshqarilishi ma'lum bo'ldi.

Bugungi kunda G – oqsillar bir nechta tipga bo'lingan: 4 ta Gs, uchta Gi, Go, GzG'x (MNS va taloq), Gt (transdutsin), Golf (hid sezuvchi neyroepitelial hujayralar).

G – oqsillarning membrana bilan bog'lanishi.

G – oqsillar plazmatik membrananing ichki yuzasida joylashgan. G – oqsil subbirliklaridan hech birining birlamchi strukturasi membranaga botib kiruvchi gidrofob domenga ega emas.

G – oqsillarning membrana bilan assotsiatsiyasi yog' kislota radikallari tomonidan atsilirlanishiga sabab bo'ladi. G – oqsillar subbirliklarining lipidli modifikatsiyasining 2 turi aniqlangan: miristoilirlanish va izoprenillanish.

Gi va Go oqsillari α – subbirliklarining N uchidan boshlanadigan posttranslyatsion miristoilirlanishi aniqlangan.

$\beta\gamma$ subbirliklari uchun ham postranslyatsion modifikatsiya (atsilirlanish) aniqlangan.

Ras – oqsillarning membrana bilan ta'sirlashuviga mas'ul bo'lgan uchta ketma – ket sodir bo'luvchi postranslyatsion modifikatsiya o'rganilgan.

Ajratib olingan α subbirliklar gidrofil xususiyat namoyon qiladi ($\beta\gamma$ kompleksiz sun'iy fosfolipid pufakchalari bilan bog'lana olmaydi).

Hujayra tashqi membranasidagi retseptorlarning hujayraichi tashuvchilarini G – oqsillar bilan bog'langan holda ishgi tushirishining asosiy ikki xil mexanizmi mavjud. Har ikkila variantda ham ligandning retseptor bilan bog'lanishi retseptorning tsitoplazmatik domeni konformatsiyasini o'zgartiradi va G-oqsil bilan birikib, uni aktivlashtiradi. So'ngra aktivlangan G-oqsil plazmatik membranadagi ma'lum bir fermentlar bilan ta'sirlashadi. Ba'zi hollarda G-oqsil ferment bilan emas, ion kanali bilan ham ta'sirlashadi. Signal uzatilishining cAMP yo'lida Gs-oqsil tsiklik AMR sintezlovchi ATs ni aktivlaydi. Sa^{Q2} yo'lida esa fosfolipaza S ishtirok etib, PIP₂ fosfolipidini IP₃ va DAG ga parchalaydi. IP₃ endoplazmatik retikulumdan Sa^{Q2} chiqishiga olib keladi.

Effektor molekulalar

Hujayra signal sistemasida hujayra ichi signal uzatuvchilari (tashuvchi)ni hosil bo'lishiga olib keluvchi molekulalar effektor molekulalar deyiladi. Retseptorlar G – oqsil bilan bog'lanib, bir qancha effektor molekulalari masalan, adenilattsiklaza (ATs), fosfolipaza S (PL C), fosfolipaza A₂ (PLA₂), cGMP-spetsifik fosfodiesteraza va bir qancha ion kanallari kabilarga signalni uzatadi.

9. Adenilattsiklaza va sAMR

sAMR birinchi marta 1957 yilda Sazerlend tomonidan aniqlangan. U yangi tug'ilgan kalamush gepatotsitlariga noradrenalin va glyukagon ta'siri qizdirishga chidamli bo'lgan past molekulyar birikmalar orqali amalga oshirishini amalda tasdiqlab berdi. Keyinchalik aniqlanishicha kalamushlarning 6 kundan 60 kungacha bo'lgan o'sish va rivojlanishida jigarda β retseptorlar ekspressiyasi kamayib, α 1-retseptorlar ortadi. Biroq, jarayonning molekulyar asoslari faqatgina 1990 yillarda

ma'lum bo'ldi. Hozirda bizga ma'lumki, voyaga etgan kalamushlarda glyukagon yoki adrenalini signali fosfolipaza S bilan bog'langan retseptorlar orqali amalga oshadi.

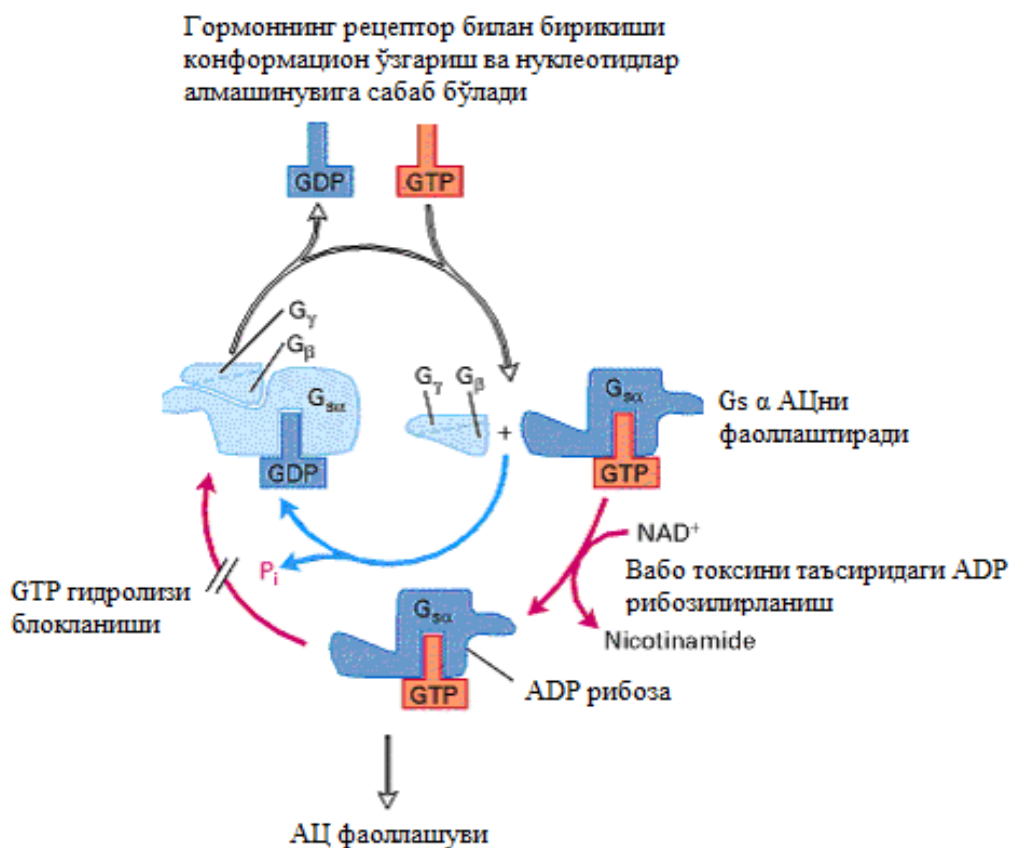
Gormonlar tomonidan boshqariluvchi adenilattsiklazalar plazmatik membranada joylashgan integral oqsillar hisoblanadi. ATs fermentining shuningdek, eruvchan turlari ham ma'lum. Bunga, sutemizuvchilar sperma hujayralari va bakteriyalarni keltirish mumkin. ATs – mol.massasi 110 dan 180 kD gacha bo'lgan, 1064 tadan 1248 tagacha aminokislotalardan tashkil topgan glikoprotein hisoblanadi. Poliipeptid zanjiri 12 ta gidrofob transmembranaviy domenlardan iborat (6x2, 20 – 22 tadan aminokislota qoldig'i) bo'lib, membranada kanalga o'xshash struktura hosil qiladi. Biroq ATs hech qanday kanal faoliyati kuzatilmagan. Gidrofob domenlari 2 ta guruhga birlashgan (har birida 6 tadan). Bu guruhlar oralig'ida tsitoplazma tomonidan poliipeptid zanjiri fragmenti (43 kD) birikkan. Tashqi tomondan bu uchastkalar uncha katta bo'lmay N-glikozilirlanish uchun mo'ljallangan joylarga ega. N va C uchi tsitoplazmatik tomonda joylashgan. Katta domen (38 kD) S-uchi tomonida joylashgan.

ATs ning ATF-bog'lovchi qismi R-saytdagi mutatsiyalarni modellashtirish va analiz qilish metodi yordamida aniqlangan. Ma'lum bo'lishicha, S2-domendagi Lys-923 va Asp-1000 ATR adenin halqasining N1 va N6 uchlari bilan, S1-domendagi Gln-417 esa Lys-923 ning orientatsiyasida ishtirok etar ekan. Mg²⁺-bog'lovchi qismi ikkita Asr qoldig'ini tutadi.

Gs-oqsilning α -subbirligi va SaKM ATs aktivatorlari hisoblanadi. Gs-oqsilning α -subbirligi bilan kompleks hosil bo'lishi natijasida ATs faollashadi. β -adrenergik retseptorlar ATs faollashtirsa, α_2 -adrenergik retseptorlar uni ingibirlaydi. β -retseptorlar stimullovchi Gs oqsil orqali ta'sir etsa, α_2 -retseptorlar Gi-ingibirllovchi oqsili orqali ta'sir ko'rsatadi. Gs va Gi oqsillari bir xil $\beta\gamma$ -kompleks tutadi, lekin α -subbirliklari jihatdan farq qiladi. Faollangan α_2 -adrenergik retseptor Gi oqsil bilan ta'sirlashadi va α -subbirlikdagi guanil nukleotidlarini bog'lovchi markazdagi GDP ni GTPga almashinishiga olib keladi. Bunda, α -subbirlilik $\beta\gamma$ -kompleksdan ajralib ketadi va har ikkala subbirliliklar ATsni ingibirlashda ishtirok etadi. Ya'ni α -subbirlilik bevosita ATs faolligini to'xtatsa, $\beta\gamma$ -subbirlilik erkin holdagi α -subbirliliklarini o'ziga bog'lab olish orqali ularning ATsni faollashtiruvchi ta'sirini kamaytiradi.

Adenilattsiklaza tizimining patologiyalari. Ko'pgina patologiya shakllari organizmda asosiy metabolizm yo'llarining izdan chiqishi bilan bog'liq bo'lmasdan, balki ushbu jarayonlarning boshqarilish jarayonlari izdan chiqishi bilan belgilanadi. Bu holat bevosita infeksiyon kasalliklar patogenezi jarayoni uchun xam tegishli hisoblanadi.

Retseptoropatiyalar (retseptorga bog'liq holatda yuzaga keluvchi patologiyalar). Hujayralarda ayrim retseptorlarda ularning funktsional faolligini ta'minlovchi oqsil molekulalari biosintezida genetik jihatdan yuzaga keluvchi mutatsiyalar ta'sirida retseptorlarning funktsional faolligi jiddiy o'zgarishi, ligandlarning tanlab ta'sir ko'rsatish tamoyili asosida retseptorga bog'lanish xususiyati buzilishi va o'z navbatida hujayrada signal uzatilishi jarayonlari izdan chiqishi kuzatiladi.



Organizmда lyuteinlovchi gormon (LG) retseptorlarining faollashini ta'minlovchi genlarda yuzaga keluvchi mutatsiyalar oqibatida dominant holatda namoyon bo'luvchi – oilaviy autosoma kasalligi – erkaklarda muddatidan oldin voyaga etish xastaligi kelib chiqadi. Bunda ushbu ko'rinishdagi mutatsiyalar ta'sirida ayrim holatlarda hatto retseptorlarning funktsiyasi butunlay izdan chiqishi xam qayd qilinadi. Masalan, nefrogen qandsiz diabet (*diabetes insipidus* qandsiz tarzda siydik ajralishi orqali holdan toyish xastaligi) yuzaga kelishida buyrak xujayralarida V $_5$ tipidagi vazopressin retseptorlari funktsiyasidagi yuzaga keluvchi mutatsiya oqibatida organizmда siydik tarkibidagi suv kontsentratsiyasining me'yoriy miqdorda ushlab turilishi jarayoni keskin tarzda izdan chiqishi qayd qilinadi. Bu holatlar bevosita siljishlar, missens va nonsens mutatsiyalar ko'rinishida amalga oshadi.

G-oqsilining uch o'lchamli strukturasiда amalga oshuvchi buzilishlar bilan bog'liq kasalliklar. Ma'lumki, ko'pgina mikroorganizmlarda sintezlanuvchi zaharlar fermentativ faollik xususiyatini namoyon qilib, yuqori darajada zaharli ta'sirga ega hisoblanadi. Ushbu ko'rinishda xolera toksini ADP-riboziltransferaza fermenti faolligiga ega bo'lib, hujayrada G $_s$ oqsili α -subbirligida hujayra ichki NAD Q bilan ADP-ribozaning almashini jarayonini katalizlashi natijasida G-oqsili ishtirokida GTP gidrolizlanishi jarayoni buziladi. Natijada esa hujayrada AS ning faol holatda bo'lishi retseptorning tashqi signal ta'sirida qo'zg'atilishini talab qilmaydi, ya'ni AS doimiy holatda faollik xususiyatini namoyon qiladi. Xolera kasalligida ichak epiteliy qismi hujayralarida sAMR sintezi izdan chiqishi va oqibatda esa hujayralardan tashqi muhitga Na Q ionlarining, o'z navbatida suvning me'yoridan ortiqcha chiqishi natijasida ich ketishi ko'rinishidagi kasallik kuzatiladi. Xolera toksini ta'sirida

organizmning boshqa hujayralarida fenotip bilan bog'liq bir qator patologik holatlar yuzaga kelishi aniqlangan.

ADP-ribozillanish jarayoniga boshqa bir misol sifatida – *Pseudomonas aeruginosa* sintezlovchi eksotoksin A va difteriya toksinining eukariot hujayralarda elongatsiya omili (EF-2) tarkibidagi gistidin qoldig'ining modifikatsiyalanishiga olib keluvchi mono ADP-ribozillanish jarayonini ko'rsatish mumkin, bu holatda hujayrada oqsil biositezi jarayoni jiddiy tarzda izdan chiqadi va oqibatda hujayralarning nobud bo'lishi yuz beradi. Bu esa organizmni o'limga olib kelishi mumkin. Inaktivatsiya reaksiyasi quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:



Hayvon organizmi to'qima hujayralarida mono ADP-riboziltransferazalar genlari identifikatsiyalangan va klonlangan. ADP-riboziltransferazalar faolligi majmuaviy tarzda ADP-ribozillovchi omillar (ARF) deb ataluvchi omillar sinfi orqali regulatsiya qilinadi. Jumladan, ARF xolera toksini ta'sirida G-oqsili α -subbirligida ADP-ribozillanishi jarayonini qo'zg'atishi aniqlangan.

Ko'k yo'tal toksini ta'sirida G-oqsili α -subbirligida ADP-ribozillanishi jarayonida ARF AS bilan ta'sirlashib, uning faolligini susaytirishi aniqlangan, bunda psevdogipoparatireozda G-oqsilining gen mutatsiyasida kuzatilgani kabi G-oqsilining retseptor orqali faollashtirilish xususiyati izdan chiqadi. Sibir yarasi qo'zg'atuvchisi toksinining o'zi AS faolligi namoyon qilish aniqlangan, bunda ushbu toksin ta'sirida terida va ichak hujayralarida shishish yuzaga keladi. Uning fiziologik jihatdan faollashtiruvchisi kalmodulin oqsilining $\text{Ca}^{2\text{Q}}$ ionlari bilan birgalikda xosil qiluvchi kompleksi hisoblanishi aniqlangan.

Nazorat savollari

1. Retseptorlarning strukturaviy-funksional tuzilishi va tiplari.
2. Retseptorlarning gormon-bog'lovchi xususiyatlari
3. Retseptorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari.
4. Gormonlar retseptsiyasining modellari..
5. G – oqsillar va ularning ahamiyati.
6. Adenilattsiklaza tizimi va hujayrada sAMR sintezi.

Mavzuga oid adabiyotlar:

Asosiy adabiyotlar:

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Рубин А.Б. Биофизика. Учебник в 2 х книгах. М., Высшая школа, 2000. 1т. – 448 б. 2т. - 467 б.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. 287 б.

LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

1-LABORATORIYA ISHI

LABORATORIYA TADQIQOTLARINING UMUMIY QONUNIYATLARI

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

Vazifalar:

1. Laboratoryada ish boshlashdan oldin halat kiyish, suv, elektr, gaz borligini, mo'rili shkafning ishlash ishlamasligini ko'zdan kechirish xavfsizlik texnikasi qoidalariga 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 ishlaymay 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'chirish.
8. Elektr isitish asbobidan fotsdalanishdan 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 qoidalariga 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 eritmalari bilan yuviladi, so'ng distillangan suv bilan chayqab, quritish shkafida quritiladi.

Quruq reaktiv va eritmalarining 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), talabani ismi, familiyasi yozilgan yorliq yopishtiriladi. Eritma pipetka bilan asosiy shishadan olinadi. Ishlatish uchun eritmada stakanga ozgina ortiqroq quyib olish kerak. Stakanga quyilgan eritmani yana qayta shishaga quyish mumkin emas. Konsyntrlangan kislota va ishqorlarning eritmalarini, zaxarli suyuqliklarni pipetka orqali og'izda so'rib olish mumkin emas. Buning uchun rezina nasos yoki avtomat pipetkadan foydalaniladi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

2-LABORATORIYA ISHI

OCHIQ SISTEMA BARQAROR STATSIONAR HOLATNING ENTROPIYASI

Nazariy qism: Statsionar xolat

Ochiq sistemalar aniqlashiga ko'ra ular termodinamik muvozanat xolatida boshlay olmaydilar, chunki termodinamik muvozanat ochiq sistema tushunchaga zid bo'lib, u sistemaning shunday bir xolatini tavsiflaydiki, bunda mazkur sistemada xech qanday jarayon ketmaydi. Ochiq sistema tashqi muxit bilan modda va energiya almashinyvida bo'ladi. Shunga binoan, uning umumiy entropiyasi ikki qismdan, ya'ni sistema ichida sodir bo'ladigan o'zgarishlar bilan shartlangan entropiya dS , va sistemaning tashqi muxit bilan amalga oshadigan aloqasi tufayli yuzaga chiqadigan entropiya dS_e dan tashkil topadi:

$$dS_{\text{q}}dS_{\text{i}}QdS_{\text{e}}$$

(1)

Sistema ichida kechadigan o'zgarishlar bilan shartlangan entropiya qismi dS_{j} termodinamikaning ikkinchi qonuniga binoan, musbat qiymat yoki nolga teng bo'lishi mumkin. Bordi-yu, sistema ichida kechayotgan jarayonlar faqat qaytmas bo'lsa, u xolda mazkur jarayonlarga bog'liq ravishda ro'yobga chiqadigan entropiya qismi xamrria vaqt musbat qiymatga, aksincha, sistema ichida kechayotgan jarayonlar o'ztabiatiga ko'ra qaytar bo'lsa, entropiyaning by qismi nolga teng bo'lib qoladi.

Ochiq sistemalar harakterli bo'lgan dS_{e} kattaligi esa musbat, nol va xatto manfly qiymatga ega bo'lishi mumkin. Tashqi muxit bilan xech qanday aloqada bo'lmaydigan (*izolirlangan*) sistemalarda $dS_{\text{e}}=0$ bo'ladi. SHunga ko'ra, by hi! sistemalarda entropiyaning umumiy o'sishi sistema ichidagi entropik o'sishga teng bo'Hb qoiadi, ya'ni $dS_{\text{i}}QdS_{\text{e}}$. Agarda dS_{e} miqdori jixatdan dS_{i} kattaligiga teng bo'lib, ishorasi manfiy bo'lsa, sistema umumiy entropiyasining o'sishi nolga teng bo'ladi va bunday xol sistemaning statsionar xolatiga mos keladi. Shunday qilib, ochiq sistemaning nazariyasiga ko'ra. ochiq sistemalar enoropiyasi, ularning tashqi muxit bilan amalga oshadigan aloqasi tufayli yo kamayadi, yo oshadi yoki o'zgarmaydi.

Statsionar xolatda sistema ichidagi entropiya o'zgarishining tezligi uning tashqi muxit bilan entropiya "almashinyv" tezligiga teng, ya'ni (formyla) bo'lib, by tenglama o'z navbatida, ochiq sistemaning statsionar xolatini tavsiflovchi muxim kattaliklarning biriga aylanadi.

Statsionar xolatda to'g'ri reaksiyalar tezligi teskari reaksiyalar tezligidan ustun kelishi xam mumkin. Ammo ulararo farq vaqt davomida o'zgarmasdan doimiy qoiadi. Bynga, sekund sayin o'sishga intilyvchi (formyla) ni minimymga tushirish yo'li bilan erishiladi va shu orqali statsionar sistemaning muxim hossasi bo'lmish ichki barqarorlik ta'minlanadi.

Agarda sistema statsionar xolatdan chetlanishga majbur etilsa, unda sistema ichida Shu onning o'zida shunday o'zgarishlar sodir bo'ladiki, bu o'zgarishlar sistemani uning dastlabki statsionar xolatiga yaqinlashtiradi. Sistemaning mana shunday buzilgan statsionar xolatini tiklay olish qobiiyati *aytostabillanish* deb ataladi. Aytostabillanish mexanizmi asosida aksi aloqa printsiplari yotib, mazkur mexanizm statsionar xolat barqarorligini ta'minlashda katta ahamiyatga egadir.

Sut emizuvchi hayvonlar hayotida autostabinlanish mexanizmlari faoliyati yaqqol ko'zga tashlanadi. Masalan, tarkibida ko'p miqdorda karbonat anhidrid tutgan havodan nafas olish, qondagi karbonat anhidridni ko'payishiga olib kelmaydi. Chunki qonga o'tgan karbonat anhidridi xomoreseprolarga ta'sir etib, mafas markazini qitiqlaydi va shu orqali o'pkadagi gaz almashinuv jadalligi oshirilib, qondagi karbonat anhidridi konsentrasiyasining me'yoriga qaytarilishi ta'minlanadi.

Qo'zg'aluvchi sistemalar uchun esa beqaror stasionar holat xarakterlidir. Masalan qo'zg'aluvchan membrananing qitiqlagichlar ta'siridan qutubsizlanishi natriy ionlari difuziyasining kuchayishiga sabab bo'ladi. Bu hol membranani yana ham kuchliroq qutubsizlantiradi.

Suyuqlik oqim tezliklari idishlar H_1, H_2 -dagi sathlar farqiga to'g'ri propasional bo'lib, R_1 naychadagi oqim tezligi V_1 q $K_1(h_1 - h)$, R_2 naychadagisi esa V_2 q $K_2(h - h_2)$,

teng bo'ladi, bu yerda K_1 va K_2 - o'tkazuvchanlik birliklarida ifodalangan koeffitsientlar 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.

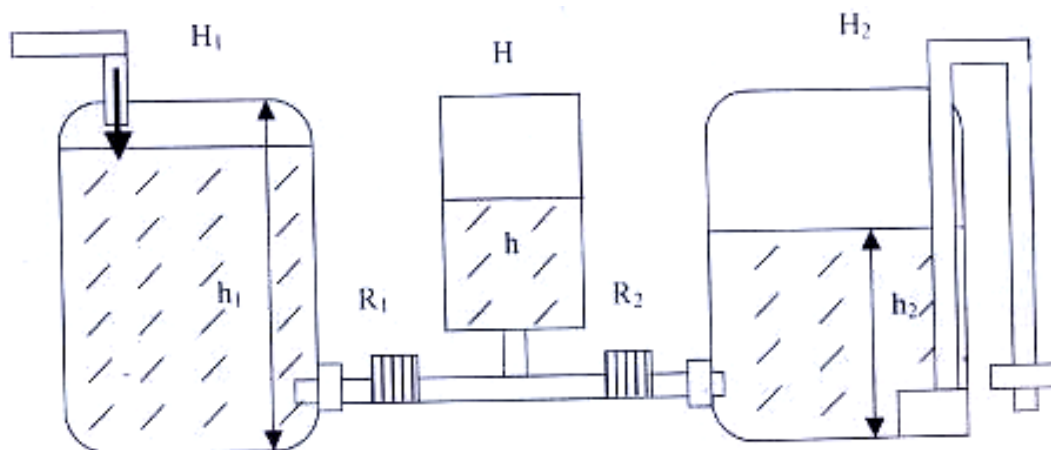
Naycha R_1 da yuzaga keladigan entropiya uchun yozamiz.

$$T \frac{ds}{dt} V_1 (h_1 - h) \\ R_2\text{- uchun esa } T \frac{ds}{dt} V_2 (h - h_2)$$

Bu yerda T -mutloq harorat, ds/dt -entropiyaning o'sish tezligi, V_1 va V_2 - oqim tezliklari $(h_1 - h)$ va $(h - h_2)$ esa idishlardagi suyuqlik sathalararo farqlardir.

Ish uchun zarur vositalar: ochiq sistemaning gidrodinamik modeli.

Ishni bajarish: Gidrodinamik model vodoprovod sistemasiga ulanib, unga suv yuboriladi. N_1 , N va N_2 idishlardagi suv satxlari turg'unlashgach, ularning balandliklari



I-rasm. Ochiq sistema gidrodinamik modelining chizmasi.

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 N_1 idishdagi suv satxining kamaytirilish xolatlar uchun xam bajariladi va ularga mos h_1 , h va h_2 kattaliklari o'lchab olinib, jadvalga ko'chiriladi. O'lchov ishlari tamomlangach, N -idishdagi suv satxlarning xar bir xolatiga bog'liq ravishda R_1 va R_2 naychalarda yuzaga

keladigan suyuqlik oqim tezliklari xisoblab topiladi, ya'ni R_1 uchun $v_1 q k_1 \Delta h_1$, R_2 uchun $v_2 q k_2 \Delta h_2$, bu yerda $k_1 q \pi r^2 G' 8 \eta l^* t$, $\pi q 3,14$; r - naychalar radiusi, l - naychalar uzunligi, η - yopishqoqlik, t - vaqt, Δh_1 , $q h_1 - h$, Δh_2 , $q h - h_2$ ga teng.

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

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

Xisoblash natijalari xam jadvalga ko'chiriladi.

1-jadval.

N ₁ , N ₂	Idishlardagi suv balandliklari (h ₁ , h ₂)	Cuv balandliklararo farqlar		Naychalardagi oqim tezliklari		Entropiya o'zgarishi $T \frac{ds}{dt} = TS$
		Δh ₁	Δh ₂	V ₁	V ₂	

Jadval ma'lumotlari asosida abstsiss o'qiga h- kattaliklari, 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 N-dagi statsionar holatni ta'minlash uchun zarur bo'lgan entropiyaning o'sish tezligini harakterlaydi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. 1992

3-LABORATORIYA ISHI SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIGINI ANIQLASH

Nazariy tushuncha:

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

Suyuqlikning yuza bo'limida joylashgan molekulalar, uning chuqurligidagi tortishish kuchlari o'zaro tenglashgan molekulalardan, faqat yuzp bo'lim tagida joylashgan molekulalarning bir tomonlama tortishlariga duchor bo'Mishi bilan farqlanadi. Molekulalar tortishish kuchlarining tenglashmaganligi natijasida, yuza bo'Mimida ortiqcha erkin energiya paydo bo'ladi. Shu holda paydo bo'lgan erkin energiya miqdori F quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$\Delta F_{q\sigma} = \Delta S \quad (1)$$

by erdagi o-suyuqlik sirt taranglik koeffitsienti, S- yuza maydoni.

Demak, yuza bo'limida kelib chiqadigan ortiqcha erkin energiya yuza maydoni kattaligiga to'g'ri proportsionaldir. Sirt taranglik koeffitsienti (σ) ni suyuqlik yuza maydonini 1 sm ga kattalashtirish uchun talab etiladigan ish sifatida tasavvur etish mumkin

Agarda ish A ni erg larda, yuza maydoni S ni sm larda ifodalansa, u xolda sirt taranglik koeffitsienti $\text{erg}\cdot\text{sm}^{-2}$ da o'lchanadi. Ma'lumki, $\text{lergqldin}\cdot\text{sm}$, shunga ko'ra, biz quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\text{erg}\cdot\text{sm}^{-2}\text{qdm}\cdot\text{sm}^{-1} \quad (2)$$

Suyuqlik sirt taranglik koeffitsientini suyuqlik yuza bo'lim perimetrining 1 sm ga oshirish uchun zarur kuch tarzida xam tasavvur etish mumkin. Tasavvurlarning qanday bo'lishidan qat'iy nazar, xar ikkala xolda birliklari bir hil natijaga olib keladi, ya'ni $\text{erg}\cdot\text{sm}^{-2}\text{qdin}\cdot\text{sm}^{-1}$

Suyuqliklarning sirt tarangligi xaroratga bog'liq bo'lib, xarorat oshganda kamayadi va aksincha. Bu xol suyuqlik yuza bo'limidagi bug' bosimining xaroratga bog'liq ravishda o'zgarishi bilan izoxlanadi. Suyuqliklar sirt tarangligi ba'zi bir kimyoviy moddalar, masalan, bir atomli spirtlar, efir, yog' kislotalari va ularning gomologlari ta'siridan juda kamayib ketadi. By hil sirt tarangligi kamaytiruvchi moddalar- sirt moddalar deb ataladi. Qandlar sirt tarangligini o'zgartirmaydi. Mineral tuzlar esa sirt tarangligini biroz oshiradi.

Biologik suyuqliklardan eng yahshi o'rganilgani qon plazmasidir. Uning sirt tarangligi $74-77 \text{ din}\cdot\text{sm}^{-1}$ atrofida bo'lib qo'shilgan antikyagylyantlar tsitrat, oksilat va hokazolar uning sirt tarangligiga deyarli ta'sir o'tkazmaydi. Ammo eritrotsitlarning kam miqdordagi gemolizi plazma sirt tarangligining kamayishiga sabab bo'ladi. Masalan, gemoglobinning 0,1% li eritmasi, uning sirt tarangligini $12-14 \text{ din}\cdot\text{sm}^{-1}$ ga kamaytiradi.

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

Qon zarbodining sirt tarangligi plazmanikidan kam bo'ladi. Uning statik sirt tarangligi faol moddalarga nisbatan ma'lum turg'unlikka ega. Agarda toza suvga oleat natriydan ozgina qo'shilsa, uning sirt tarangligi keskin kamayadi. Bordiyu, berilgan moddaning o'sha miqdorda qon zardobiga qo'shilsa, uning sirt tarangligi dastlabki bir necha minut davomida keskin kamayadiyu, keyin tezlik bilan Osha borib, o'zining dastlabki qiymatiga qaytib keladi. Ba'zi bir suyuqliklarda ychraydigan sirt faol moda ta'sirida kamaygan sirt tarangligini avvalgi darajagacha qayta olish qobiliyati sirt yuyferligi nomi bilan yuritiladi.

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

Ish uchun zarur vositalar: *qulaylashtirilgan rebindenr asbobi, issiq va sovuq qonli xayvonlar uchun ishlatiladigan fiziologik va Ringer eritmalari, oleat natriyning 0,1% li eritmasi, etil spirti, efir, probirkalar, pipetkalar, probirka shtativi.*

1-mashg'ulot. Asbob suyuqlik quyishga mo'ljalangan idishcha (probirkacha) va pastki uchi idishdagi suyuqlik yuzasiga tegib turadigan, cho'ziq uchli maxsus shisha naychani o'z ichiga oladi. Mazkur naychani ikkinchi uchi rezinka muftaga

ulangan shisha trubka orqali bir tomondan cuvli manometr ga ikkinchi tomondan, uch yo'lli kran orqali havo haydovchi sistema (shpris) ga ulanadi. Havo haydovchi Sistema shpris va uning ichidagi havo bosimining bir tekis oshirilishi va zarur bo'lganda havo olishni ta'minlovchi vintlardan tashki topgan.

Ishni bajarilishi: Havo haydovchi sistema uch yo'lli kran orqali atmosferaga ulanadi. Va vintni orqaga aylantirib, shprisga havo olinadi. Idishcha ichiga tushirib qo'yilgan maxsus naychaning uchi tegadigan miqdorda distillangan suv quyiladi. So'ngra uch yo'lli kran shunday holatga keltiriladiki asbobning ichki qismi shpris ichki hajmi bilan ulanib, atmosferadan ajralib qolsin. Manometrda suyuqlik sathi esa nol belgisidan surilmasin. Vintni sekinlik bilan oldinga aylantirib oshib boruvchi bosim hosil qilinadi. Bosim kapilyar uchida havo pufakchasi paydo bo'lib to u yorilmaguncha oshirib boriladida pufakcha yorilgan paytda to'xtatiladi. Va shu paytga mos keladigan havo bosimi manometrda qayd etiladi. Shu xildagi o'lchov ishlari kamida uch marta takrorlanib qayd etilgan bosim kattaliklarining o'rtacha arifmetik qiymati hisoblab topiladi.

2-mashg'ulot. Asbob doimiyligini aniqlash.

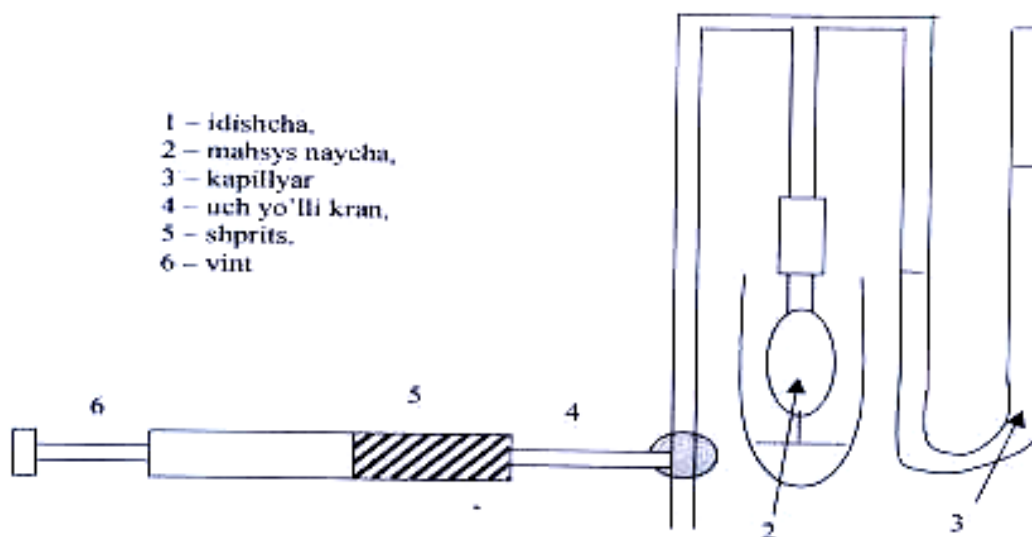
Asbob doimiyligini (k) aniqlash uchun sirt tarangligi ma'lum bo'lgan suyuqliklardan foydalaniladi. Odatda Shu maqsadda distillangan suv olinib, yuqorida bayon etilgan tarzda, pufakcha yorilishiga sabab bo'lgan bosim p o'lchab olinadi. So'ngra suvning berilgan xaroratidagi sirt taranglik kattaligi o'lchab topilgan bosim kattaligiga bo'lib, asbob doimiysi (k) qiymati topiladi.

3-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 quyidagi formyla (σ_{kp}) orqali sanab o'tilgan eritmalar va suyuqliklarning sirt tarangliklari aloxida-aloxida xisoblab 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 olingandan so'ng, ishlatilgan eritmalariga oleat natriy eritmasidan bir tomdirilib, Shu zahotiyoq, ular uchun zarur bosim kattaliklari o'lchab olinadi. Keyin esa o'lchash ishlari 1, 3, 5, 10, 15 va 20 min o'tganidan so'ng takrorlanadi. Aniqlangan ma'jumotlar asosida, vaqtning berilgan daqiqalariga mos keluvchi sirt taranglik kattaliklari xisoblab topiladi. Navbatda abstsiss o'qiga minutlari ifodalangan vaqt, ordinata o'qiga esa din.sm^{-1} larda ifodalangan sirt taranglik kattaliklari tushirilib, suyuqliklar sirt tarangligining sirt aktiv moddalar ta'siridan o'zgarishini aks ettiruvchi grafik chiziladi.



4 - rasm. Quylashtirilgan Rebinder asbobining tuzilishi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

4-LABORATORIYA ISHI

SIRT AKTIV MODDALAR ERITMALARIDA MITSSELLA HOSIL BO'LISHINING KRITIK KONTSENTRATSIYASINI ANIQLASH

Nazariy tushuncha

Mitsella paydo bo'lishining kritik kontsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan usullar-sirt aktiv moddalar eritmaları kontsentratsiyasi o'zgargan sharoitda ular hajmiy yoki sirt hususiyatlarining o'zgarishiga qayd etishga asoslangan usullardir. Kolloid zarrachalar sirt aktiv moddalarning erkin molekulalaridan adsorbtsiya, elektr o'tkazuvchanlik, yorug'lik nurini sochish kabi bir qator hususiyatlari bilan farqlanadi.

Sirt aktiv modda molekulalari kontsentratsiyasining ortishi bilan molekularning agregat hotatiga o'tishi, yuqorida sanab o'tilgan hossalarning kontsentratsiyasiga bog'liq ravishda o'zgarishini aks ettiruvchi egri chiziqda xosil bo'ladigan sinish, mitsella paydo bo'lishining kritik kontsentratsiyasiga mos keladi.

Konduktometrik usul. Konduktometrik usul ion xosil qiluvchi sirt aktiv moddalar eritmaları elektr o'tkazuvchanlik hususiyatlarining kontsentratsiyasiga bog'liq ravishda o'zgarishini qayd etishga asoslangan.

Ion hosil qiluvchi sirt aktiv moddalar suyultirilgan eritmalarda o'zlarini kuchli elektrolitlar tarzida namoyon qiladi. Masalan, ular ekvivalent elektr

o'tkazuvchanliklarning tuban kontsentratsiyalaridan tortib to mitsella paydo bo'lishining kritik kontsentratsiyalari darajastgacha bo'lgan interval kontsentratsiyaga bog'liqligi, kolloid elektrolitlardan farqlangan xolda deyarli chiziqli kritik kontsentratsiyasiga erishganda to'g'ri chiziqli sinish xosil qiladi, so'ngra kontsentratsiyaning navbatdagi ortishi bilan ekvivalent elektr o'zgaruvchanlik keskin kamayadi. By hoi shunga bog'likki, garchi xosil 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 kontsentratsiyasini aniqlashda solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning kontsentratsiyaga bo'lgan bog'liqligidan foydalanish qulayroq. CHin eritmalar soxasida eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi kontsentratsiyaning ortishi bilan oshib boradi. Kritik kontsentratsiyasi darajasiga erishilganda esa sinish kuzatiladi va by sinish nuqtasi mitsella paydo bo'lishining kritik kontsentratsiyasiga mos keladi.

Sirt aktiv moddalar molekularari zanjirlarining uzun kataliklari uning aniqlik darajasiga ta'sir etmaydi va amalda eritmaning sirt tarangligi bir hilda o'zgarib boradi. Mitsella paydo bo'lishining kritik kontsentratsiyasi zanjir uzunligining o'zgarishiga qarab o'zgarib borishi mumkin.

Sirt aktiv moddalar eritmalarida mitsella paydo bo'lish xodisasi

Sirt aktiv moddalar faqat tuban kontsentratsiyalar soxasidagina xaqiqiy eritmalar xosil qila oladilar. Ularning eritma molekular yoki ion xolatidagi xaqiqiy eritmalar xosil qila oladigan kontsentratsiyalari 10^{-5} - 10^{-3} mol-I⁻¹ diapazonida yotadi. O'sha kontsentratsiyalar doirasidan yuqorida ular eritmada koiloid agregatlar-mitsellalar xosil qiladi va shuning uchun sirt aktiv moddalarning eritmaları koiloid strykturasiga ega bo'ladi. Bu xol o'z navbatida sirt aktiv modda eritmalarining muxim harakterli belgisiga aylanadi.

Mitsella xosil bo'lish jarayoni quyidagicha amalga oshadi. Eritma kontsentratsiyasi ma'lum bir darajaga erignadan so'ng, eritmada sirt aktiv modda molekulari o'z-o'zligidan agregatlana boshlaydi. Molekullarning uglevodorodli dumlari, van-der-vaals kuchlari ta'siridan, bir- birlariga yopishib, mitsella yadrosini shakllantiradi, molekularning qutbli dumlari esa suv fazaga yo'nalib gidratlanadi.

Demak, xar bir mitsella uglevodorod yadro va uning kimyoviy bog'langan qutbli guruxlardan tashkil topib, gidrat qobiq bilan o'ralgan uglevodorod tomchisidan iborat.

Ish uchun zarur vositalar: reohordli ko'prikcha, elektr o'tkazuvchanlik o'lchash idishi, suvli termostat, oleat natriyning 0,1 M eritmasi, distillangan suv, 50 ml xajmga mo'ljallangan o'lchov tsilindri.

Elektr o'tkazuvchanlik idishiga (yacheykaga) tekshiriladigon eritmadan shunday bir hajmda qo'yilsinkiy, u yacheyka elektrodlarini to'la yopsin. Yacheyka termostatga joylashtirilib, uning elektrodleri reohordli ko'prikchanning klemmlariga ulanadi va shu onning o'zidayok, yacheykadagi eritmaning elektr qarshiligi o'lchab olinadi. So'ngra, pipedka yoki o'lchov silindri yordamida yacheykadagi eritmaning

yarmi olinib, uning o'rniga o'shancha xajmga ega distillangan suv qo'yiladi-da, eritmaning elektr qarshiligi yana o'chanadi. SHu hildagi suyultirish va o'lchash ishlari 8 marta takrorlanib, qayd etilgan natijalar yozib borildi va ular asosida quyidagi tenglama yordamida eritmalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanliklari hisoblab topiladi, ya'ni

$$X = \frac{k}{R_x}$$

bu erdagi k - yacheyka doimiysi, R_H - omlarda ifodalangan, o'lchab olingan eritma qarshiligi.

Yacheyka doimiysi k -ni aniqlash uchun ikki marta qayta kristallashtirilgan kaliy hlorid tuzining aniq konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, reohornli ko'priqchada uning qarshiligi o'lchanadi. Topilgan qarshilikni quyidagi tenglamaga qo'yib, yacheyka doimiysi hisoblanib olinadi:

$$kqX_0R_0$$

bu erda R_0 - aniq konsentratsiyali kaliy hlorid eritmasining qarshiligi, X_0 - eritmaning berilgan haroratdagi qarshiligi bo'lib, kaliy hloridning 0,02 n eritmasi uchun 25°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, absstsiss o'qiga $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ larda ifodalangan eritma konsentratsiyalari. ordinata o'qiga esa $\text{om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ larda ifodalangan eritmalarning solishtirma qarshiliklari tushirilib. R-S bog'liqligini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Grafikda xosil bo'lgan sinish bo'yicha unga mos keladigan oleat natriyning mitsella xosil qilish kritik konsentratsiyasi topiladi.

2-mashg'ulot. Ish uchun zarur vositalar: Sirt tarangligini o'lchaash asbobi, oleat natriyning 0,1 M eritmasi, natriy ishqorining 0,001 n eritmasi, og'zi yopiladigan probirkalar, pipetkalar

Oleat natriyning 0,1M eritmasida 50 ml hajmga ega 0.010, 0.001, 0.0001 M eritmaları ulardan esa oraliq konsentratsiyaga ega eritmalar ham tayyorlab olinadi. Tayyorlangan eritmalarga natriy ishqorining 0.001 n eritmasidan qo'shiladi. Bundan maqsad, kuchli suyultirish natijasida kelib chiqadigan oleat natriyning gidrolozoni to'xtatish, sovun va erkin organik kislotalardan hosil bo'ladigan kislota xususiyatiga ega cho'kmalarni bartaraf etishdan iborat.

Tayyorlangan eritmalarning sirt tarangliklari o'lchab topiladi. Bunda eritmalarning statik sirt tarangliklari o'lchanishi shart va shuning uchun har bir o'lchov operatsiyasi 1.5-2 minut davomida bajariladi. Olingan natijalar asosida **σ-Ig C** bog'liqligini aks ettiruvchu grafik chiziladi. Grafikda qayd etiladigan keskin sinish mitsella paydo bo'lishining kritik konsentratsiyasiga mos keladi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.

2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

5-LABORATORIYA ISHI

BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING OSMOTIK BOSIMLARINI ANIQLASH

Nazariy tushuncha

Eritmalar va to'qima suyuqliklarining osmotik bosimini o'lchash maqsadida ishlatiladigan osmometrik usul (metod), ishlatiladigan membranalarning idea! emasligi, ya'ni ularning faqat erituvchi molekulalarning emas, erigan modda molekulalarini xam o'tkazib yuboradiganligi uchun etarli darajada aniqliqqa ega emas. SHuning uchun, o'daida eritmalar va biologik suyuqliklarning osmotik bosimlarini aniqroq o'lchash maqsadida eritmalarining ba'zi bir fizikaviy hossalari, masalan, eritma ustidagi bug'l bosimining eritma konsentratsiyasiga bo'lgan bog'liqliigi singari parametrlarni o'lchashga asoslangan oddiy usul (metod) lardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Quyida shu hildagi metodlardan eng soddasining nazariy asosi bayon etiladi.

1.Eritma ustidagi bug' bosimi (zichligi) ning o'zgarishga asoslangan metod.

Rayl qonuniga binoan, elektrlitmas eritma ustidagi bug' bosimining nisbiy kamayish, erigan modda molyar konsentratsiyasiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N + n} \quad (1)$$

by erdagi P_0 - erituvchi ustidagi bug' bosimi, P - eritma ustidagi bug' bosimi, N - sof eritmaning mol soni, n - erigan modda mol soni. Bordinyu, $N > n$ bo'lsa, u xolda mahrajdag n - ni inobatga olmay,

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N} \quad (2)$$

ni xosil qilamiz.

Mazkur tenglamaga ko'ra, bug' bositmining nisbiy kamayishi erigan moddaning molyar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, eritma ustidagi bug' bosimi erityvchining molyar konsentrasiga proporsionaldir. Boshqacha aytganda, erituvchi ustidagi bug' bosimi xamma vaqt eritma ustidagi bug' bosimidan katta bo'ladi.

Ish uchun zarur vositalar: mikroskop, okulyar mikrometrii, kapillyar naychalar, predmet va soat oynachalari, natriy hloridning 1%, 2%, 3% li eritmaları, biologik suyuqliklar, filtr qog'oz.

1-mashg'ulot. Noma'lum eritmaning konsentratsiyasini aniqlash.

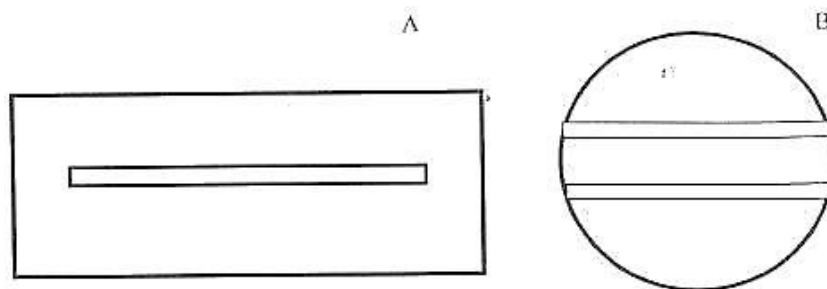
O'qituvchidan konsentratsiyasi aniqlanishi kerak bo'lgan eritma olinadi. So'ngra natriy hloridning asosiy eritmalaridan uning 0,5%; 1,5%, 2% li eritmaları

tayyorlab olinib, navbatda, ulardan kontsentratsiyalari 0,1 % ga farqlanadigan oraliq kontsentratsiyali eritmalar tayyorlanadi. Eng ohiridagi eritmalarini ishlatib, yuqorida bayon etilgan tarzda, berilgan noma'lum eritmaning kontsentratsiyasi topiladi.

2-mashg'ulot. Biologik suyuqlikning osmotik kontse'ntratsiyasi va osmotik bosimini aniqlash.

O'qituvchidan biologik suyuqlik olinadi va yuqorida tayyoriangan natriy hlorid eritmalaridan foydalanib, berilgan biologik suyuqlikning, dastlabki osmotik kontsentratsiyasi, keyin esa osmotik bosimi aniqlanadi.

O'lchashlar 3-rasmda ko'rsatilgan Bardjer-Rast metodi bo'yicha o'lchashlar olib boriladi.



3-rasm. Eritmalar kontsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladigan Bardjer-Rast metodi.

A- kapillyalarning predmet oynachasidagi xolati,
B- okulyar mikrometri fonidagi menisk xolati.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

6-LABORATORIYA ISHI

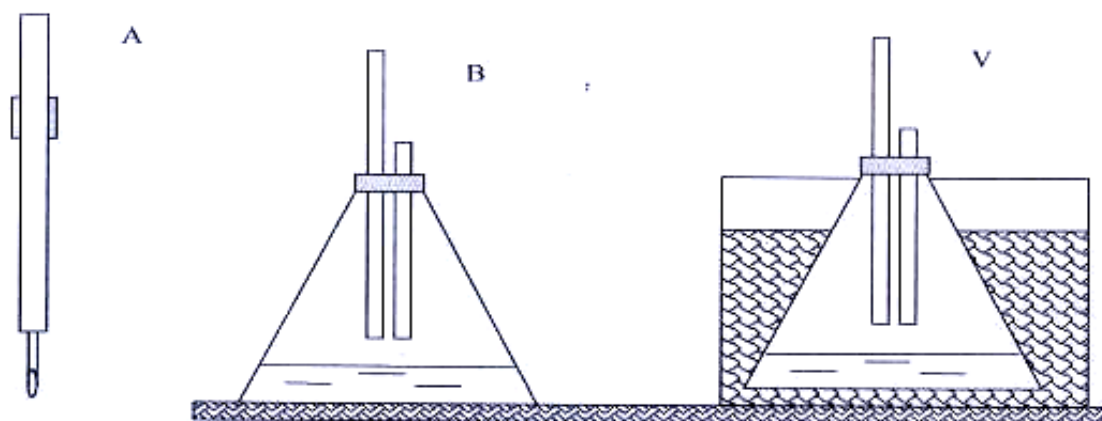
BAQA YURAGI MISOLIDA HARORAT KOEFFITSENTI VA AKTIVLANISH ENERGIYASINI SHTRAUBE USULIDA HISOBLAB TOPISH

Ish uchun zarur vositalar: 100 ml xajmga ega konyssimon kolbachalar (3 dona) va ularni yopishga mo'ljallangan rezina qopqoqiar, 0-50°S shkalaga ega termometrlar (3 dona), qor yoki muz, qurbaqalar.

Dastlab uch dona kamera tayyorlab olinadi. Kamera sifatida titrlash uchun ishlatiladigan kolbachalar tavsiya etiladi. Kolbachalarga mos qopqoqiar tanlab olinib, ulardan qopqoq burg'isi yordamida ikkitadan teshik oshiladi. Teshiklarning biriga

termometr joylashtiriladi, ikkinchisi esa konyulya uchun mo'ljallangan bo'lib, u ochiq qoldiriladi. Kolbachalarga oz miqdorda suv qyilib, termometr joylashtirilgan qopqoq bilan yopib qo'yiladi. Ish paytida, termometrning simobli terezvyari o'sha probkaga joylashtirilgan konyulya uchidan tahminan 0,5 sm pastda turishi shart. Shu tarzda tayyorlangan kameralardan biri ish bajaradigan stol ustida qoldiriladi. Ikkinchisi iliq suv quyilgan stakanga, uchunchisi esa qor-suv aralashmasi solingan stakanga tushirilib qo'yiladi (2-rasm). So'ngra kameralarda xarorat turg'uniashgyncha, SHtraub usulida qurbaqa yuragining izolirlangan preparati tayyorlanadi.

Ishning borishi. Shtraub metodiga muvofiq tayyorlangan yurak preparati stol ustida qoldirilgan kameraga joylashtirilib, 5-6 minut o'tgandan so'ng, preparat ritmini sanashga kirishiladi. Buning uchun sanash boshlanishi bilan bir vaqtda, sekundomer yurgizilib, yurak 20 marta qisqargandan so'ng to'htatiadi. Shu hildagi sanash 3-4 marta takrorlanib, ulardan yurak ritmining 1 minutdagi o'rtacha soni xisoblab topiladi. So'ngra, yurak preparati xarorati hona xaroratidan 10°C ga yuqori kameraga o'tkaziladi. Kamera ichidagi xarorat turg'unlashgach, yuqorida ko'rsatilgan tarzda, yurak ritmi yana bir necha bor sanab olinadi. Sanash tamom bo'lgach, yurak preparati xarorati hona xaroratiga teng kameraga ko'chirilib, avvalgi ritm tiklanishi kutiladi.



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.

Dastlabki ritm tiklangach, preparat xarorati hona xaroratidan 10°C ga past kameraga o'tkaziladi va kameradagi xarorat turg'unlashgach, yurak ritmi yana bir necha marta sanab olinadi. Sanash ishlari nixoyasiga etkazilgandan keyin, xisoblab topilgan o'rtacha ritmlar asosida, yurak ritmining xaroratini 10°C oshirish uchun mos xarorat koeffitsienti Q_{10} , so'ngra jarayonning "aktivlanish energiyasi" xisoblab topiladi.

Shu hildagi xisoblashlar xaroratni 10°C pasaytirib o'tkazilgan tajriba ma'lumotlari asosida xam bajariladi.

Xisoblashga misol. Faraz qilaylik: hona xarorati 18°C ($T_1=273+18=291$ K) bo'lgan sharoitda yurak 38 sekund davomida 20 marta qisqardi. Xarorat 10°C ga oshirilganda esa, ya'ni 28°C ($T_2=273+28=301$ K) da 20 sekund davomida 20 marta, 1 minutda esa 20-60G'20q60 marta qisqardi. Demak, $R_T=31$ va $R_T=10q60$ ga teng. U xolda, mazkur jarayonning xarorat koeffitsienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q_{10} = \frac{R_T + 10}{R_T} = \frac{60}{31} = 1.9$$

Yuqorida bayon etilganidek, agarda bizga jarayonning xarorat koeffitsienti va tajriba sharoitdagi xaroratiar ma'lum bo'lsa, u xolda biz o'rganmoqchi bo'lgan jarayonning "aktivlanish energiyasi" ni xam xisoblabtopa olamiz. Buning uchun jarayon xarorat koeffitsientining o'nli logarifmi va xaroratiar kattaliklarini tenglamaga qo'yib, xisoblash ishlarini bajaramiz. Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib, yurak ritmining aktivlanish energiyasi uchun quyidagini xosil qilamiz: agarda $Q_{10}=1.9$ ga teng bo'lsa, tajriba sharoitdagi xarorat $T_1=291$, $T_2=301$ ga tengdir. Unda jarayonning "aktivlanish" energiyasi

$$E = 0.46 \cdot (T_2 - T_1) \lg Q_{10} = 0.46 \cdot 291 \cdot 301 \cdot 0.2785$$

$$= 11293 \text{ kal} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.293 \text{ Kkal} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

7-LABORATORIYA ISHI

KLORID KISLOTA ERITMARIARO YUZAGA KELADIGAN DIFFUSION POTENTIALLAR FARQINI O'LGASH VA HISOBLASH

Nazariy tushuncha

Diffuzion potentsiallar bir hil erituvchida erigan tuzlar, kislotalar va asoslarning har hil kontsentratsiyali ikki eritmalariaro bog'liq mavjud bo'lib eritmalaridagi ionlarning harakatchanliklari o'zaro farqlangan sharoitda kelib chiqadi.

Diffuzion potentsialning kelib chiqishi o'z tabiatiga ko'ra eritmalaridagi ionlar kontsentratsiyalari va ular diffuziya tezliklari bilan turlicha bo'lishi bilan ajralib turadi. Masalan, hlorid kislota eritmasida vodorod va hlor ionlari diffuziya tezliklarining turlicha bo'lishi tufayli vodorod ionlari hlor ionlarini

quvib o'tadi. Bordini-yu hlorid kislotaning ikki hil konsentratsiyali eritmalariaro bog'liq mavjud bo'lsa, u xolda 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. Elektrolitlararo konsentratsiyalar farqi saqlangan xolda ionlarning elektrostatik ta'sirlanishidan qat'iy nazar ulararo potentsiallar farqi mavjud bo'ladi.

Diffuzion potentsiallar farqi "shikastlanish potentsiali" deb ataladigan potentsialning muxim tashkillovchilaridan bo'lishi extimolidan noli emas. To'qima zararlaganda vujudga keladigan o'sha shikastlanish potentsiali zararlanish paytida bog'langan xolatdan erkin holatga o'tgan kaliy yoki vodorod ionlari bilan xujayralardagi oqsil ionlari harakatchanliklarining turlicha bo'lishi bilan farqlanishi mumkin. Ma'lumki, oqsil anionlari ular o'lchamlari kattaltigiga bog'liq holda kam harakatchanlikka ega. Shu sababdan shikastlanish potentsiali ko'pincha ancha katta qiymatlarga erishadi.

Kation va anionlar harakatchanliklari bir hil yoki o'zaro kam farqlanganda, potentsiallar farqi minimalga qiymatga ega bo'ladi va uning kattaligi konsentratsiyalardagi farq bilan belgilanadi. Bunday xol kaliy hlorid 2 hil eritmalariaro kontakt mavjud bo'lgan sharoitda kuzatiladi.

So'ngra stakanchalardagi hlorid kislota eritmaları boshqa bir agarli sifon vositasida o'zaro ulanadi. Ritmalarning qutblik xolatlariga mos ravishda ularga aloqalar elektrodlar millivoltmetrning klemmalariga ulanib, eritmalararo kelib chiqqan potentsiallar farqi o'lchanadi va yozib olinadi. O'lchash bajarilgach, stakanchalararo joylashtirilgan agarli sifon ishlatilayotgan eritmaların biri bilan to'ldirilgan sifonga almashtiriladi, sistemadagi potentsiallar farqi yana o'lchanadi.

Hlorid kislotaning ikki hil eritmalararo kelib chiqadigan diffuzion potentsiallar farqini o'lchashga mo'ljallangan qyirilmaning tarkibi quyidagi lard an tashkil topgan: kontakt eritmalar kaliy hloridning to'yingan eritmaları) ga tyshirilgan qutblanmaydigan elektrodlar, kontakt xosil qiluvchi sifonlar. eritmalaraga o'zaro ylovchi oraliq sifon, ishlatilayotgan eritmaların biri bilan to'ldirilgan bo'sh sifon, "a" va "b" hlorid kislota eritmaların potentsial o'lchash paytidagi joylanish xotlari.

Chegara bo'limida kelib chiqishi mo'yqarrar bo'lgan diffuzion potentsial konsentratsion, fazalararo va oksidlanish - qaytarilish potentsiallar farqlarini o'lchash paytida o'lchov natijaların aniqlik darajasini kamaytiradi. By hoi ayniqsa, bioelektrik potentsiallar farqini o'lchashda o'sha maqsadda ishlatiladigan mikroelektrod xujayraaro kontakt yuzaga kelaganda ko'zga yaqqol tashlanadi.

Model sistemalarda ishlatiladigan suyuqlik sifoni bioelektrik tadqiqotlarida qo'llaniladigan mikroelektrodlar, turli konsentratsiyali eritmalararo aloqani ta'minlaydi. Shunga ko'ra qanday elektrolit bilan to'ldirilishi katta ahamiyatga.

Ish uchun zarur vositalar: millivoltmetr (pH-metr), qutblanmaydigan elektrodlar (2 dona) va ular uchun mo'ljallangan shtativb agarli (3 dona) va bo'sh(1dona) sifonlar hlorid kislotaning asosiy-0,1 n eritmasi, 50 ml xajmiga mo'ljallangan o'lchov silindri va stankanchalar (5 dona), filtr qog'oz.

Ishni bajarish: Mahsys ko'rsatma yordamida millivoltmetr bilan tanishib chiqilgach, asbob elektr tarmog'ig'a ulanadi va u qizib, o'z rejimiga tushib olguncha, (15 minut davomida) hlorid kislotaning asosiy eritmasidan uning quyidagi suyultirilgan eritmalari - 0,01, 0,001 va 0,0001 ni tayyoriab olinadi. O'lchash moslamasi tavsiyada ko'rsatilgandek qilib yig'iladi, ya'ni hlorid kislotaning 0,1 n eritmasi qo'yilgan stakancha shtativda "a", 0,01 n eritma qo'yilgan eritmasi quyilgan stakancha "b" holatda joylashtiriladi. Stakanchalardagi eritmalar, dastlab sifonchalar vositasida elektrodning kontakt eritmalari bilan ulanadi.

So'ngra stakanchalardagi xlorid kislota eritmalari boshqa bir agarli sifon (3) vositasida o'zaro ulanadi. Eritmalarning qutublik holatlariga mos ravishda ularga aloqador elektrodlar millivoltmetrning klemmalariga ulanib, eritmalararo kelib chiqadigan potentsiallar farqi o'lchanadi va yozib olinadi. O'lchash bajarilgach stakanchalararo joylashtirilgan agarli sifon ishlatilayotgan eritmalarining biri bilan to'ldirilgan sifon 3 ga almashtiriladi-da sistemadagi potentsiallar farqi yana o'lchanadi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

8-LABORATORIYA ISHI

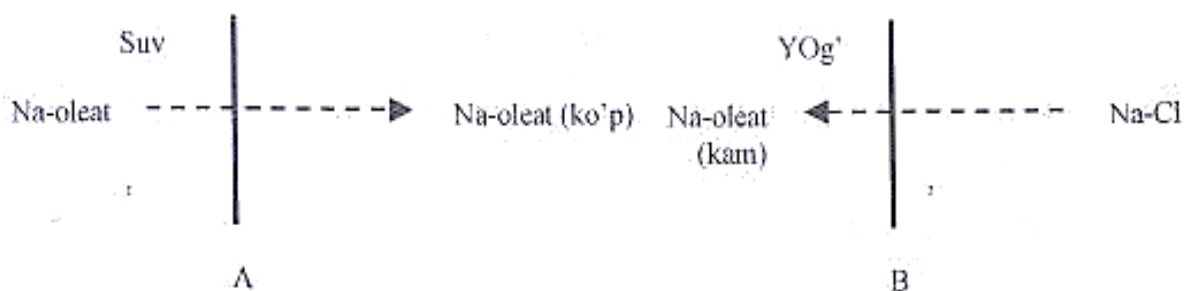
OLMA PO'STIDA YUZAGA KELADIGAN POTENTIALLAR FARQINI O'LCHASH

Nazariy qism: Bir-birlari bilan aralashmaydigan suyuqliklarni ajratib turadigan chegara bo'lim orqali, ionlarning notekis tarqalishi tufayli, potentsiallar farqining kelib chiqishini birinchi bo'lib *Nerst* ko'rsatgan edi. Ionlarning fazalarda tarqalishi ularning taqsimlanish koeffitsientlari bilan belgilanib, o'zaro tegib turgan fazalarning birida kationlar yahshi erisa, ikkinchisida, anionlar yahshi eriydi. Natijada, birinchisining chegara bo'limida musbat zaryad yig'ilsa, ikkinchisida, manfiy zaryadlar yig'iladi va chegara bo'limida qo'sh elektr qavati, demak, chegara potentsiali vujudga keladi. Kelib chiqqan chegara potentsiali ionlarning navbatdagi taqsimlanishini to'htatadi. Xaqiqatdan xam, agarda suvmas faza chegarasida kationlar to'planishi tufayli musbat zaryadlangan qavat xosil 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 kontsentratsiya 'gradientlari paydo bo'ladi. Kontsentratsiya gradienti qancha katta bo'lsa, potentsiallar farqi xam shunchalik katta bshladi. Shu

sababdan, suv-yog', suv-gvoyakol, suv -amil spirti va hokazolar kabi konsentratsion zanjirlar etarli kattalikka ega EYUK xosil qilishi mumkin. SHu hildagi sistemalarni Beutner batafsil o'rgandi.

Beutner tomonidan qisqacha qilib, "yog'" deb atalgan faza har ikkala tomonidan suvli eritmalar bilan chegaralangan bshlsin. Eritmalarning konsenratsiyalari va tarkibi bir hil bshlgan sharoitda sistemada potentsiallar farqi kelib chiqmaydi. Agarda, "a" fazaning bir tomonida oleat natriyning suvli eritmasi, ikkinchi tomondan esa, natriy hlorid eritmasi bshlsa, sistemadagi ionlar taqsimotini quyidagicha tasvirlash mumkin (5-rasm).

Oleat-Na "yog'" da natriy hloridga nisbatan yahshi eriydigan bo'lgani uchun A va V chegaralarida o'lchash uchun etarli kattalikka ega potentsial kelib chiqadi.



5 - rasm. Fazalar farqlarini o'lchash uchun sistemaning shematik tuzilishi.

Ish uchun zarur vositalar: millivoltmetr, potentsiallar farqini o'lchashga mo'ljallangan moslama, Petri chashkasi (2 dona), P va G shakldagi agarli sifonchalar, kaliy hloridning 0,01 va 0,001 n eritmalar, pipelkalar, filtr qog'oz, ksilol yoki skalpel, pahta, olma.

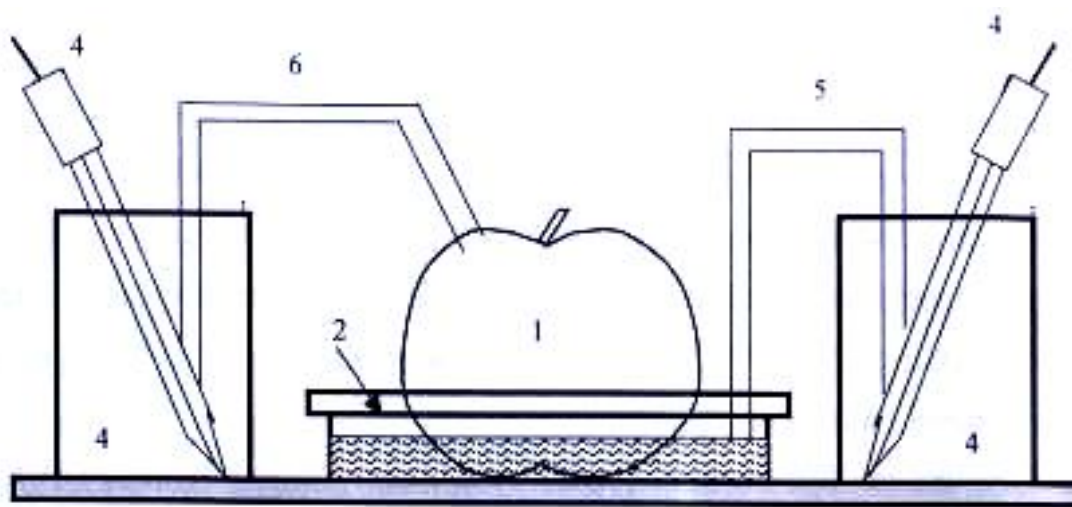
Potentsiallar farqini o'lchash uchun mo'ljallangan sistema 5-rasmda ko'rsatilgandek qilib yig'iladi va milifoltmetr elektr tarmog'ig'a ulanadi.

Olmaning tema tomonidan G shaklidagi agarli sifonning kalta uchi sig'adigan kattalikdan teshik ochiladi. So'ngra olma Petri chashkaga shunday joylashtiriladiki, undagi teshik tepaga qarasin. Petri chashkaga 0,01 n kelib hlorid eritmasi qyilib, mazkur eritma P shaklidagi agarli sifoncha vositasida o'lchash moslamasining oraliq stakanchasidagi eritma bilan ulanadi. G shakldagi sifoncha vositasida esa olma po'stidagi teshik oraliq stakanlarning ikkinchisidagi eritma bilan ulanadi. Oraliq stakanlardagi eritmalarga tushirilib qo'yilgan elektrodlarning shtekkerlari millivoltmetrga ulanib, potentsiallar farqining dastlabki qiymati o'lchab olinadi. O'lchash ishlari xar 5 minutda takrorlanib, turg'un kattaliklarga erishmaguncha davom ettiriladi.

Olingan kattaliklar yozib boriladi. Turg'un kattaliklarga erishilgach, chashkadagi eritma kaliy Hloridning 0,001 n eritmasiga almashtiriladi va tezlik bilan potentsiallar farqi o'lchab olinadi, keyin esa har o'lchash ishlari yuqorida ko'rsatilgandek, har 5 minutda takrorlanadi.

Potentsial turg'unlashgach, olma masiadmada olinib, uning eritmaga tegib turgan tomonidagi qismi ksilolda ho'llangan pahta 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 hloridning 0,01 n, keyin esa uning 0,001 n eritmalarida potentsiallar farqi o'lchab olinadi.



6-rasm. Olma po'sti orqali kelib chiqadigan fazalararo potentsiallar farqini o'lchashga mo'ljallangan moslama.

1- olma, 2- Petri chashkasi, 3- oraliq stakanlar,
4 – hlorlangan kumush elektrodlar, 5- P shaklidagi
agarli sifonchalar, 6- G shaklidagi agarli sifonchalar.

Qo'lga kiritilgan ma'lumotlar asosida fazalararo potentsiallar kattaligining eritmada ionlar konsentratsiyalariga bo'lgan bog'liqligini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Bunda abstsiss o'qiga minutlarda ifodalangan vaqt, ordinata zqiga esa millivolbtmetrda ifodalangan fazalararo potentsiallar farqining kattaliklari tyshiriladi. Olma po'stining ksilol bilan artilishi grafikda streklalar yordamida belgilab qo'yiladi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

9-LABORATORIYA ISHI

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

Ishning maqsadi: *Qurbaqa terisi potentsiallar farqining muhitdagi natriy ionlari kontsentratsiyasiga bog'liqligini aniqlash.*

Ish uchun zarur vositalar: oldingi ishda ishlatilgan moslamalar. Rintgen eritmasida tayyorlangan agarg'agarning 2% li geli bilan to'ldirilgan II va S shaklli sifonchalar, sovuq qonli xayvonlar uchun ishlatiladigan ringen va fiziologik eritmalar, natriy xloridning 0,1 n eritmasi, pietkalar, mikrokompressor, qurbaqalar, sulfatli ringen eritmasi, missklfat kristillari.

1-mashg'ulot. Qurbaqa terisi potentsiallar farqining muhitdagi natriy ionlari kontsentratsiyasiga bog'liqligi. Millivoltmetr elektr zanjiriga ulanadi va u qizib o'z rejimiga tushib olguncha, natriy xloridning 0,1 n eritmasidan uning 1-40, 1-160, 1-640 nn eritmaları tayyorlab olinadi.

Orqa miyasi buzilib, xarakatsizlantirilgan qurbaqa tanasidan etarli kattalikdagi teri parchasi qirqib olinib, plastmassa naychani bir tomoniga, epiteliy qatlami tashqariga qaratilgan holatda bog'lanadi. Naycha ichiga Ringer eritmasi qo'yilib, u shunaqa eritma qo'yilgan stakanga tushiriladi. S shaklidagi agarli sifon vositasida kontakt stakandagi eritma teri tushirilgan eritma bilan ulanadi. II shaklidagi sifon orqali naycha ichidagi eritma kontakt eritma bilan ulanadi. Elektrodning shtekkerlari, ularning qutblik xossalari mos ravishda, millivoltmetrlarga ulanadi va o'lchov ishlari boshlab yuboriladi. Dastlabki o'lchovlar 5 minut oraliq bilan 10 minut davom ettirilib, qayd etilgan kattaliklar yozib boriladi. So'ngra stakandagi Ringer eritmasi natriy xloridning 1-640 eritmasiga almashtiriladi va 10 minut davomida, 5 minut oraliq bilan potentsiallar farqi o'lchab olinadi. Shu tarzda o'lchov ishlari natriy xloridning 1-60 n va 1-40 n eritmalarida ham bajariladi. Tajriba natriy xloridning 1-10 n eritmasida amalga oshiriladigan o'lchovlar bilan tamomlanadi.

Qo'lga kiritilgan ma'lumotlar asosida, teri potentsiallar farqining muhitdagi natriy ionlari kontsentratsiyasiga bo'lgan aloqasini aks ettiruvchi grafik chiziladi. Bunda absissa o'qiga natriy ionining kontsentratsiyalari, ordinata o'qiga esa millivoltlarda ifodalangan potentsiallar farqi ko'chiriladi.

Eslatma: Ish davomida terining hayotiylikni saqlash uchun teri tushuriladigan tashqi eritmalar hamma vaqt havo bilan to'yintirilib turilishi shart buning uchun ham mikrokompressordan ham foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

10-LABORATORIYA ISHI

KOLLODIY MEMBRANA ORQALI VUJUDGA KELADIGAN POTENTIALLAR FARQI

Bir-birlari bilan aralashmaydigan suyuqliklarni ajratib turadigan chegara bo'lim orqali, ionlarning notekis tarqalishi tufayli potensiallar farqini kelib chiqishini birinchi bo'lib Nerist ko'rsatgan edi. Ionlarning fazalarida tarqalishi ularning taqsimlanish ko'rsatkichlari 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.

Ish uchun zarur vositalar: millivoltnometr, (pH-340), elektrodlar sistemasi uchun mo'ljallangan shtativ, xlorlangan kumush elektrodleri, 200 ml xajmga mo'ljallangan kimyoviy stakan, stakanga mos keladigan rezina probka, kichik shisha voronka, ikki va bir shakilliagarli sifonchalar, apteka kollodiysi, 5G' 1000 n xlorid kislotadagi 1 % li eritmasi, kaliy xloridning 5G'1000 n 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 5G'10000 n xlorid kislotada tayyorlangan 1 % eritmasi quyiladi va qopch kata stakaning probkasidagi teshik orqali unga quyib qo'yilgasn kaliy xloridning 5G'10000 n eritmasiga tushiriladi. Va G shakildagi agarli sifoncha orqali kollodiy qopcha ichidagi eritma kontakt stakanlardagi eritmalarining biriga ulanadi. Ikkinchi agarli sifon vositasida esa kollodiy qopcha tushirilgan stakandagi kaliy xlorid eritmasi kontakt erimalarining ikkinchisi bilan ulanadi. Elektrodlerining 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 potensiallar kattaligi yozib boriladi. Sistemaning potentsiali unda osmotik muvozanat tiklanganidan keyin o'lchab olinadi. Buning uchun Sistema bir sutka davomida o'z joyida qoldiriladida potensiallar farqi yana uch marta 5-10 minut interval bilan o'lchab olinadi.

Tajrib ma'lumotlari quyidagi jadvalga kochiriladi

O'lchov boshlangandan keyin o'tgan vaqt	Potensiallar farqi

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.

3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. -М, 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. -М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

11-LABORATORIYA ISHI

ACHITQI ZAMBURUG'INING ELEKTROFORETIK TEZLIGI VA ζ-POTENSIALINI ANIQLASH

Ish uchun zarur vositalar: *mikroskop, Goryaev kamerasi, plasmassa idishchalar (4 dona), Figurali agarli sifonchalar (2dona), sterjinlar, sekundometr testr, filtr qog'oz, mis sulfat va kaliy xloridning to'yingan eritmalari, buffer, saxarozaning 8% li eritmasi, pobirkalar, pipetkalar, shisha tayoqcha, achitqi zamburugining suspenziyasi.*

O'lchov ishlarinni bajarilishi: dastlab 100 v kuchlanishga ega tok tayyorlanadi. Mikroskopda achitqi hujayralar kuzatiladi. Hujayraning qaysi qutub tomon harakatlanayotgani topiladi, harakat tezligi, vaqti o'lchab olinadi. Bular 5-6 marta takrorlanadi. Tok o'chirilib elektrodlar almashtiriladi. Ish takrorlanadi. O'lchov ishlari amalga oshiriladi. Figurali sifonchalar uchlariaro masofa topiladi. Testr yo'rdamida masofaga to'g'ri keladigan kuchlanish ham o'lchadi. Zamburug hujayrasining elektroforetik tezligi hisoblab topiladi.

$$U = S \cdot l / T \cdot V \text{ sm. sek.}$$

Endi achitqi zam hujayrasining - kattaligi hisoblab topiladi

δ- potensialini hisoblashga misol. Tajriba sharoitida achitqi zamburug'i hujayrasining $\epsilon = 0,005$ sm masofani bosib o'tishiga ketgan vaqt $t = 10$ sek maydon kuchlanganligi $E = 10$ B/3 sm gat eng bo'lganda hujayraning elektroforetik tezligi $u = s \cdot l / t \cdot v = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 3.3 / 10 \cdot 10 = 1.3 \cdot 10^{-4}$ sm.sek⁻¹ B⁻¹

Topilgan mazkur kattalikni 140 ga ko'paytirib achitqi zamburug' hujayrasining voltlarda ifodalangan ϵ -potensial kattaligi topiladi. Bu kattalikni 1000 ga ko'paytirib ϵ - potensialining millivoltlarda ifodalangan qiymati hosil qilinadi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. – М., 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. - М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

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 mexanikasiga 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 ΔE 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); ν - 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 λ ga nisbati bilan ifodalanadi; $\nu = c/\lambda$.

Radiatsiya chastotasi ν gerts (Gts) da o'lchanadi. To'lqin uzunligi λ angstromlarda ($1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-8}$ sm), nanometrlarda (1×10^{-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 λ_{\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. eritmada 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 proportsionaldir. 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 ε - 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 proportsionaldir:

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

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 spektrofotometrilar 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 tirgishi orqali kiradi va difraksion panjara yoki prizma orqali spektrga parchalanadi. Radiatsiya oqimi chiqish tirgishidan kyuvetka bo'limiga keladi, u erda nazorat va sinov namunalari navbat bilan kiritiladi. Kyuvetkadan 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.

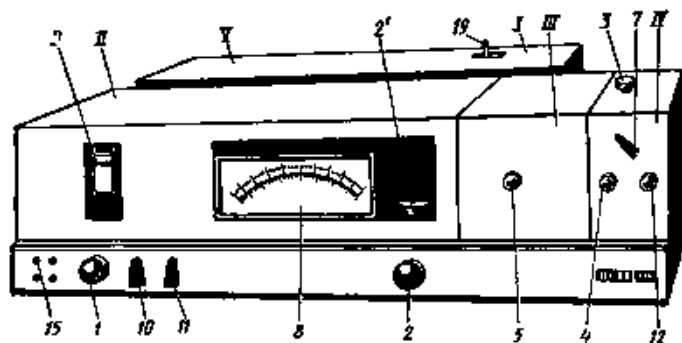
Kyuvetlar. Sinov moddasi tegishli eritmada eritiladi va optik shaffof o'lchov idishiga - kyuvetaga joylashtiriladi. Shisha ultrabinafsha nurni o'zlashtirganligi sababli, kvarts kyuvetlari spektrning ultrabinafsha mintaqasida o'lchash uchun ishlatiladi. Ko'rinadigan hududda o'lchovlar uchun plastik yoki 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.

Tirgish kengligi. Tirgish 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'liqin uzunlikli shkala, 3-o'lchash moslamasi, 4-nurlanish manbai va stabilizatorli yoritgich, 5-hujayrali bo'lim, 6-kyuветli 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'liqin uzunligi shkalasi tugmasi.

Fotoelektrokolorimetrlar.

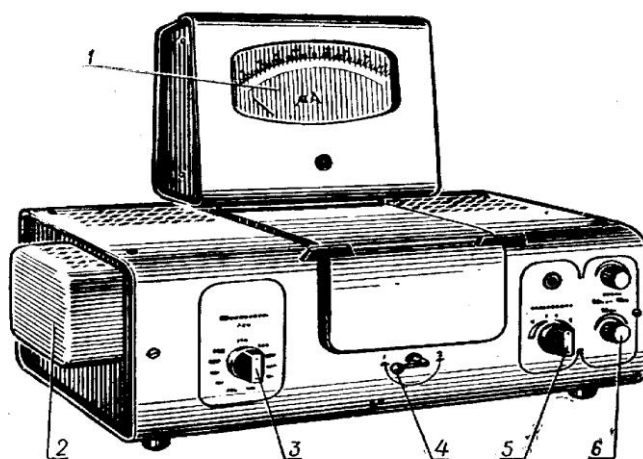
Fotoelektrokolorimetr - bu o'lchovlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan spektr qismlarini cheklovchi yorug'lik filtrlari yordamida spektr diapazonlari ajratiladigan optik asbob.

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'liqin 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'liqin 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 D_x optik zichligini aniqlab, uning ordinata o'qi bo'yicha qiymatini, so'ngra abscissa o'qi bo'yicha - C_x 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 angidridsiz) 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 fotokolorimetrdan kolorimetrik. Standart eritmalarining 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 (Cx) toping. Bu usul ketma-ket fotometrik tahlillarni o'tkazishda qo'llaniladi. Nurni yutishning asosiy qonuniga rioya qilinganda yaxshi natija beradi.

Adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Биофизика (практикум). Под редакцией Н.Г.Богача. - Киев, Высшая школа, 1983.
3. Биофизические методы исследования. Под редакцией Ф.Юбера. – М., 1956.
4. Бурлакова Б.В., Вепренцев Б.Н., Коле О.Р., Крюгер Ю.А. Практикум по общей биофизике. - М., Высшая школа, 1961.
5. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулотлар. Тошкент, 1992.

MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

Mustaqil ta'lim mavzulari

1. O'zbekiston olimlarining biofizika taraqqiyotiga qo'shgan hissalar.
2. Oddiy fermentativ jarayonlar kinetikasi.
3. Mixaelis tenglamasi va uning modifikatsiyalangan shakllari.
4. Ekologiyada matematik modellari.
5. Sinergetika, avtotebranmali jarayonlar
6. Cheklanuvchi tsikllar.
7. Elektrokimyoviy potentsial, fazalararo zgaruvchanlik potentsiali, ionlarning muvozanati.
8. Fazalararo potentsiallar kontsentratsiyasi ko'rinishi.
9. Potentsial va Donan muvozanati.
10. Harakatchan va qisqaruvchi jarayonlar.
11. Muskul qisqarish apparat oqsillari.
12. Umurtqalilarda ko'ndalang-targ'il muskullari qisqarish jarayoni.
13. Sirpanuvchi ipchalar modeli.
14. Ikki qavatli lipid membranalar.
15. Bir va ikki qavatli sun'iy membranalar, ionlarning induktsiyalangan transporti.
16. Harakatchan tashuvchilar, ionofor va kanal hosil qiluvchilar.
17. Retseptsiya, retseptor hujayralar, tuzilishi va faoliyatlari.
18. Fotoretseptsiya, ko'rish hujayralarining tuzilishi.
19. Fotoretseptsiya hujayra membranalarining molekulyar tuzilishi.
20. Xemoretseptsiya.
21. Gormonlar va mediatorlar retseptsiyasi.
22. Hujayraning bir-birini «tanish» muammosi.
23. Atrof muxitning ifloslanishi (radiatsion, pestitsidlar va dorivor moddalarning biomembranalarga ta'siri).
24. Kiskaruvchi apparat strukturalari va uning tarkibi.
25. Muskuldagi bosh va minor oqsillarning struktura va funktsiyalari.

26. Muskul qisqarishining boshqarilishi. Kaltsiy ionlarining roli.
 27. Sarkoplazmatik retikulumdagi ion kanallari.

GLOSSARIY

Biofizika	biologik jarayonlar asosidagi eng oddiy va fundamental o'zaro ta'sirlar haqidagi fan.
Biologik jarayonlar termodinamikasi	
Biologik jarayonlar termodinamikasi	Bu biofizikaning energiya konversiyasining umumiy qonuniyatlarini o'rganadigan bo'limi.
Termodinamik sistema	interfeysi (reaktsiya sodir bo'lgan idishning devori yoki hujayra membranasi) bilan chegaralangan moddiy tarkibga ega bo'shliqning bir qismi.
Izolirlangan sistema	muhit bilan modda yoki energiya almashmaydigan tizimlar.
Dyuar idishi	devorlari qo'sh kumush bilan qoplangan kolba, kosmosdan ular orasidan havo pompalanadi
Yopiq sistema	o'z chegaralari bo'ylab atrof-muhit bilan energiya almashadigan, lekin moddalarga o'tib bo'lmaydigan tizimlar
Ochiq sistema	moddalar va energiya almashinadigan tizimlar
Intensiv parametrlar	massaga bog'liq bo'lmagan parametrlar (harorat, bosim)
Ekstensiv parametrlar	tizimdagi moddaning umumiy miqdoriga bog'liq bo'lgan va tizimning alohida tarkibiy qismlarining massasiga mutanosib ravishda o'zgarib turadigan parametrlar (hajm, tizimdagi mollar soni)
Termodinamik jarayon	tizimdagi o'zgaruvchan holatlar to'plami deyiladi. Qaytariladigan termodinamik jarayonlar - bu tizimning dastlabki holatiga qaytishi tashqi energiya xarajatlarini va atrof-muhitdagi tegishli o'zgarishlarni talab qilmaydigan jarayonlardir. Qaytariladigan jarayonlarda energiyaning issiqlik ko'rinishida tarqalishi yo'q.
Qaytmas termodinamik jarayonlar	- tizimning asl holatiga qaytishi faqat tashqi energiya iste'mol qilingan taqdirdagina mumkin bo'lgan jarayonlar, bu atrof-muhitning ma'lum o'zgarishlariga olib keladi.
Energiya	materiyaning o'zgarishi paytidagi ma'lum turdagi harakatining miqdoriy o'lchovi (D_j).
Sistema ichki energiyasi	uning tarkibidagi molekulalar, atomlar, ionlar, elementar zarralarning barcha turdagi harakatlari va o'zaro ta'siri tufayli uning umumiy zaxirasi
Ish	energiya uzatishning har qanday makrofizik shakli

Termodinamik muvozanat	Bu uning parametrlari o'zgarmaydigan va atrof-muhit bilan na materiya, na energiya almashadigan tizimning holati.
Birlamchi issiqlik	bu qaytmas sodir bo'ladigan biokimyoviy reaksiyalar tufayli dissimilyatsiya reaksiyalari jarayonida energiyaning muqarrar tarqalishining natijasidir. Birlamchi issiqlik tananing ishlamasligidan qat'i nazar, kislorod va oziq-ovqatni o'zlashtirgandan so'ng darhol chiqariladi.
Ikkilamchi issiqlik	ajralib chiqishi faqat yuqori energiyali birikmalar energiyasi (ATP, GTP) metabolik reaksiyalar yoki hayotiy jarayonlar (mushaklarning qisqarishi) jarayonida amalga oshirilganda kuzatiladi.
Nisbiy issiqlik ajralishi	hayvon massasi birligi vaqt birligida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori: $g = QT // < mT$
Entalpiya	sistemaning ichki energiyasi yig'indisi va hajm va bosim mahsuloti: $H = U + P * V$
Termodinamikaning birinchi qonuni	Tizim tomonidan qabul qilingan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgartirishga va tashqi kuchlarga qarshi ishlarni bajarishga sarflanadi.
Termodinamikaning ikkinchi qonuni	S.Karno: "Barcha qaytariladigan issiqlik dvigatellarining samaradorligi bir xil va ishchi organning turiga bog'liq emas, faqat mashina ishlaydigan ekstremal haroratlar diapazoniga bog'liq". R. Klauzius: "Issiqlik sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'z-o'zidan o'tishi mumkin emas"
Entropiya	bu tizim holatining buzilishi yoki ehtimolining o'lchovidir ($J / mol * K$).
Sistemaning statsionar holati	uning parametrlari uzoq vaqt davomida o'zgarmaydigan tizimning bunday holati, lekin atrof-muhit bilan materiya va energiya almashinuvi mavjud. Ochiq tizimning statsionar holatida oraliq mahsulotlarning kontsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, bu oraliq birikmalarning parchalanishi va shakllanishi uchun mas'ul bo'lgan turli fizik-kimyoviy jarayonlarning ma'lum nisbati bilan erishiladi.
Biologik jarayonlar kinetikasi	
Gomogen kimyoviy reaksiyalar	ma'lum fazaning istalgan elementar hajmida bir xil tezlikda davom etadigan reaksiyalar
Geterogen kimyoviy reaksiyalar	fazalar chegarasida sodir bo'ladigan reaksiyalar va ularning tezligi fazalar chegarasida reaktivlarning etkazib berish tezligi bilan belgilanadi.
Gomogen katalizatorlar	reaksiya aralashmasida erigan fermentlar biokimyoviy reaksiyalarni amalga oshiriladi

Reaksiya kinetikasi	reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi, harorat va boshqa parametrlarga bog'liqligi
Reaksiya molekulyarligi	berilgan reaksiyada bir-biri bilan reaksiyaga kirishadigan molekulalar soni
Oddiy reaksiya	birinchi darajali reaksiya; uning tezligi faqat bitta moddaning konsentratsiyasiga proporsionaldir
Nolinchi tartibli reaksiya	tezligi kuzatuv vaqtida doimiy bo'lib qolishi va reaktiv konsentratsiyasiga bog'liq emasligi bilan tavsiflanadi.
Ketma-ket reaksiya	bir reaksiyaning mahsuli boshqa reaksiya uchun boshlang'ich material bo'lgan reaksiyalar
Bog'langan reaksiya	bir vaqtning o'zida boshqa reaksiya sodir bo'lganda yuzaga keladigan reaksiya
Tandem reaksiya	bir vaqtning o'zida sodir bo'ladigan boshqa reaksiyalar bilan birgalikda sodir bo'ladigan reaksiya; erkin energiyadagi salbiy o'zgarishlar bilan tavsiflanadi
Zanjirli reaksiya	bu o'z-o'zini ta'minlaydigan kimyoviy reaksiya bo'lib, unda dastlab paydo bo'lgan mahsulotlar yangilarini hosil qilishda ishtirok etadi. Bu reaksiyalar yuqori tezlikda davom etadi va ko'pincha portlash xarakteriga ega. Zanjirli reaksiyalar uchta asosiy bosqichdan o'tadi: boshlash, rivojlanish va zanjirni tugatish.
Siklik reaksiya	Siklik tizimning eng oddiy shakli bu fermentning erkin va bog'langan shakllaridan qayta-qayta o'tishi bilan bog'liq fermentativ reaksiyadir.
Avtokalitik jarayonlar	kimyoviy jarayonlar, bunda katalizator rolini reaksiyaning yakuniy mahsulotlari bajaradi
Parallel reaksiyalar	bu reaksiyalarning boshlang'ich moddalaridan kamida bittasi umumiy bo'lgan koreaksiyalar
Vant-Goff qoidasi	haroratning 10°C ga oshishi bilan bir hil kimyoviy reaksiya tezligi 2-4 baravar ortadi.
Aktivlanish energiyasi	molekulalar reaksiyani amalga oshirish uchun engib o'tishlari kerak bo'lgan energiya to'sig'idir
Kataliz	Reaksiya tizimiga kiritilganda kimyoviy jihatdan o'zgarmagan holda reaksiya ishtirokchilari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi moddalar (katalizatorlar) ishtirokida kimyoviy reaksiya tezligining o'zgarishi.
Gomogen kataliz	katalizator va reaktiv bir hil sistema hosil qiladi
Geterogen kataliz	katalizator va reaktivlar turli fazalarda bo'ladi
Mikroheterogen kataliz	katalizator yuqori kolloid yoki yuqori molekulyar holatda bo'ladi
Fermentativ kataliz kinetikasi	fermentativ reaksiyalarning tezligi va mexanizmlarini o'rganuvchi fandir
Qaytmas ingitorlar	faollikning namoyon bo'lishi uchun muhim bo'lgan

	ferment molekulasining funktsional guruhlarini kimyoviy jihatdan o'zgartiruvchi inhibitorlar
Konkurent ingibitor	qaytariladigan inhibitorning birinchi turi. Inhibitor faol joy bilan bog'lanish uchun substrat bilan raqobatlashadi va tuzilishida bu fermentning substratiga o'xshaydi. Ammo raqobatdosh bo'lmagan inhibitor - qoida tariqasida, substrat bilan o'xshash emas va erkin fermentga ham, ferment-substrat kompleksiga ham teskari bog'lanishi mumkin.
Aktivatorlar	fermentativ reaksiya tezligini oshirishi mumkin bo'lgan moddalar. Faollashtiruvchilar raqobatbardosh, raqobatdosh bo'lmagan, raqobatdosh bo'lmagan, aralashganlarga bo'linadi.
Liberatorlar	ferment bilan o'zaro ta'sir qiluvchi moddalar, fermentni inhibitor va faollashtiruvchidan ajratish orqali inhibitorlar yoki faollashtiruvchilarning ta'sirini bostirishga qodir.
Ingibitorlar	fermentativ reaksiya tezligini kamaytiradigan birikmalar
Molekulyar biofizika	
Molekulyar biofizika	biologik muhim makromolekulalar tuzilishi va ularning faoliyati asosidagi fizik jarayonlarni o'rganuvchi fan
Makromolekulanin g birlamchi strukturas	kuchli kovalent bog'lar bilan bog'langan biopolimer zanjiridagi bog'lanishlar ketma-ketligi
Makromolekulanin g ikkilamchi strukturas	polimer zanjirining alohida bo'limlarini mahalliy tartiblash
Makromolekulanin g uchlamchi strukturas	butun zanjirning fazoviy yotqizilishi
Makromolekulanin g to'rtlamchi strukturas	supramolekulyar kompleks hosil qilish uchun bir nechta ixcham tashkil etilgan polimer zanjirlarining fazoda joylashishi
Makromolekula konformatsiyasi	bu ko'p miqdordagi kuchsiz bog'lanishlar hosil bo'lishi tufayli polimer zanjirini (kovalent bog'larni buzmasdan) yotqizish usuli bo'lib, buning natijasida makromolekulaning termodinamik jihatdan eng qulay va barqaror fazoviy tuzilishi yaratiladi.
Van-der-vaals ta'sirlashishlar	guruhlar o'rtasidagi juda qisqa masofali o'zaro ta'sirlar, ular dispersiya va dipol o'zaro ta'sirlarni o'z ichiga oladi.
Dispersion	neytral yoki qutbsiz guruhlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar

ta'sirlashishlar	
Dipol-dipol ta'sirlashishlar	doimiy dipol momentlari m_1 va m_2 bo'lgan qutbli guruhlar orasida sodir bo'ladi.
Diffuziya	bu molekulalarning harakatlantiruvchi kuch bo'lmaganda yuqori konsentratsiyali hududdan past konsentratsiyali hududga harakatlanishi, ya'ni tasodifiy, tartibsiz harakat natijasida.
Sedimentatsiya	zarrachalarning suyuqlikda tortishish kuchi ta'sirida cho'kishidir
Elektroforez	elektr maydoni ta'sirida suyuq fazadagi zarrachalarning harakati
Spektropolyarimetr	ORD spektrlarini yuqori aniqlikda qayd etuvchi spektral qurilma
Dixrograf	doiraviy dixroizm spektrini ro'yxatga oluvchi asbob
Domenlar	oqsilni tashkil etuvchi sharsimon, o'zaro erkin bog'langan hududlar
Ekzonlar	bular oqsil domenlarining genomik ekvivalentlari. Aminokislotalar ketma-ketligining alohida qismlarini kodlash
Intronlar	genning kodlanmagan hududlari
Fluorestsentsiya spektri	lyuminescent intensivligining chiqarilgan yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi
Qo'zg'alish spektri	lyuminescent intensivligining hayajonli yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liqligi. Qo'zg'alish spektri ko'pincha shakli bo'yicha moddalar yutilish spektriga to'g'ri keladi
Stoks qonuni	moddaning floresans spektri har doim yutilish spektridan ko'ra uzunroq to'lqin uzunligi mintaqasida joylashgan.
Fluorestsentsiyaning kvant chiqishi	chiqarilgan fotonlar sonining so'rilgan fotonlar soniga nisbati
Allosterik markazlar	effektor bog'lanish joylari
Allosterik fermentlar	allosterik markazlarga ega fermentlar
Giperxrom effekt	nuklein kislotalarining optik zichligi oshishi bilan bog'liq hodisa
Gipoxrom effekt	mahalliy DNK preparatlarini o'zlashtirishning kamayishi
Membrana jarayonlari biofizikasi	
Sun'iy membranalar	lipidlar aralashmasidan tajribada olingan membranalar.
Modifikatsiyalangan membranalar	ularning tuzilishi va funktsiyalarini o'zgartiradigan turli moddalarni o'z ichiga olgan membranalar. Bu

	maqsadda ko'pincha oqsillar (antibiotiklar, fermentlar va boshqalar) ishlatiladi.
Matriks	sitoplazma, hujayra ichidagi tarkib, organellalar bundan mustasno.
Membranalar bioelektrogenezi	membranalarning har ikki tomonida, ko'pincha tashqi muhit va membrananing tarkibi o'rtasida elektr potentsiallari farqi paydo bo'lishiga olib keladigan jarayonlarni amalga oshirish qobiliyati.
Membranalar o'tkazuvchanligi	membranalarning atomlarni, ionlarni, molekulalarni oldinga va orqaga o'tkazish qobiliyati.
Membranalar yarimo'tkazuvchanligi	membranalarning ba'zi ionlarni, molekulalarni, zarralarni oldinga va teskari yo'nalishda o'tkazish qobiliyati va boshqalardan o'tmaslik.
Selektiv membranalar	ba'zi ionlarni, molekulalarni tanlab o'tkazadigan va boshqalarni o'tkazmaydigan membranalar
Aktiv transport	maxsus molekulyar tuzilmalar ishtirokida ATF energiyasini sarflash bilan gradientlarga qarshi membrana bo'ylab moddalarning o'tkazilishi - ATF energiyasining sarflanishi tufayli mahalliy erkin energiya qiymatining oshishiga olib keladi.
Passiv transport	moddalarni membrana bo'ylab gradient bo'ylab, asosan, diffuziya va osmos mexanizmi tufayli o'tkazish; erkin mahalliy energiyaning kamayishi bilan bog'liq.
Uniport	ionlar yoki molekulalarni membrana orqali boshqa birikmalar, masalan, gaz molekulalari, suv tashilishidan qat'i nazar, tashish.
Simport	ikki xil moddaning ionlari yoki molekulalarini bir vaqtda va bir tomonlama tashish, masalan, natriy va glyukoza ionlarini ingichka ichak epitelial hujayralari membranasi orqali tashish
Antiport	Bir vaqtning o'zida moddaning ionlari yoki molekulalarini membrana orqali qarama-qarshi yo'nalishda tashish
Kotransport	ionlar yoki modda molekulalarining membrana orqal o'zaro bog'liq transporti. Kotransport o'z ichiga simport va antiportni oladi.
Kanallar	asosan bir turdagi ionlarning (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+) o'tishi uchun markaziy bo'shliqqa ega bo'lgan oqsil tabiatining shakllanishi (ko'pincha yirik protein molekulalari) va ularning ochilishi va yopilishini ta'minlaydigan mexanizmlar.
Tashuvchilar	modda bilan vaqtinchalik o'zaro ta'sir qilish natijasida ionlar yoki molekulalarni tashishni amalga oshiradigan

	moddalar molekulari. Ionoforlar, sialik kislotalar va oqsillar tashuvchilarga da'vo qiladilar.
Nasoslar	membrana ATFazalar ATF gidrolizining energiyasi hisobiga Na^+ , K^+ , Ca^+ , H^+ ionlarining antigradient o'tkazishga ixtisoslashgan. Faol transport uchun atomlar yoki moddalar molekularini, ko'pincha elektrokimyoviy gradientga qarshi o'tkazish bo'yicha ishlarni bajarish uchun ATF gidrolizining energiyasidan foydalanadigan maxsus ATFaz fermentlari kerak.
Biologik sistemalar elektro'tkazuvchanligi	bu biomembranalar, hujayralar, to'qimalarning elektr tokini o'tkazish qobiliyatining miqdoriy xarakteristikasi. Elektr o'tkazuvchanligi tizimning elektr qarshiligiga teskari proportsionaldir.
Elektron qutblanish	qo'llaniladigan elektr maydon ta'sirida atomlarning elektron orbitalarining musbat zaryadlangan yadrolarga nisbatan siljishi
Ion qutblanish	qo'llaniladigan yo'nalishga qarama-qarshi EYuK ko'rinishi bilan kristall panjarada ionning siljishi.
Dipol qutblanish	Dipol (orientatsion) qutblanish qutbli molekularlarga xosdir
Makrostrukturaviy qutblanish	Makrostruktura polarizatsiyasi o'tkazuvchi muhitning elektr xususiyatlarining bir hil bo'lmaganligiga bog'liq va yuqori va past o'tkazuvchanlik qatlamlarining almashinishi va past o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlamlar chegarasida erkin zaryadlarning to'planishi bilan bog'liq.
Yuza qutblanishi	Sirt polarizatsiyasi ikki qavatli elektr qatlamli sirtga xosdir.
Elektrolitik qutblanish	Elektrolitik polarizatsiya elektrodga yaqin qatlamdagi zaryadlar konsentratsiyasining o'zgarishini anglatadi
Elektro'tkazuvchanlik dispersiyasi	impedans yoki sig'imning chastotaga bog'liqligi.
Fotobiologik jarayonlar biofizikasi	
Kvant biofizikasi	biofizikaning biologik muhim molekularlarning (asosan makromolekulyarlarning) elektron tuzilishini, bu molekularlardagi elektron o'tishlarini va molekularlarning qo'zg'alilgan holati energiyasini ularning hosilasi energiyasiga aylantirish yo'llarini o'rganuvchi bo'limi.
Fotobiologik jarayonlar biofizikasi	biofizikaning turli xil murakkablikdagi biologik tizimlarga optik nurlanish ta'sirining qonuniyatlari va mexanizmlarini o'rganadigan bo'limi. Optik ultrabinafsha, ko'rinadigan va infraqizil nurlanishni

	anglatadi.
Ichki konversiya	Atom yadrosining qo'zg'atilgan izomer holatidan past energiya (yoki asosiy holat) holatiga o'tishi o'tish paytida chiqarilgan energiyani bevosita ushbu atom elektronlaridan biriga o'tkazish orqali amalga oshiriladigan fizik hodisa.
Lyuminesentsiya	molekuladagi radiatsiyaviy o'tishlar (fluorestsensiya va fosforestsensiya).
Lyuminozorlar	turli xil qo'zg'alishlar ta'sirida lyuminesentsiya qiluvchi qattiq va suyuq moddalar
Floresansining qutblanish spektri	ob'ekt floresansining qutblanish darajasining hayajonli yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi
Fosforestsensiya	uchlik qo'zg'aluvchan holatda molekulalar tomonidan kvant yorug'lik chiqarish.
Xemilyuminesentsiya	yorug'lik kvantlari reaksiya mahsulotlaridan energiya o'tkazilishi natijasida qo'zg'aladigan reaksiya mahsulotlarini yoki boshqa komponentlarni chiqaradigan lyuminesentsiya turi.
Biolyuminesentsiya	bakteriyalardan baliqgacha bo'lgan bir qator tirik organizmlarning sovuq porlashi
Fotoforlar	bioluminesentsiya uchun maxsus organlar
Energiya migratsiyasi	Bu issiqlik tebranishlarini isrof qilmasdan va energiya donori va qabul qiluvchining kinetik to'qnashuvsiz sodir bo'ladigan atomlararo masofalardan sezilarli darajada oshib ketadigan masofalarda energiyaning bir zarrachadan (atom, molekula) ikkinchisiga o'z-o'zidan nurlanishsiz o'tkazilishi.
Eksiton	kvazizarralar, ya'ni dielektrik yoki yarimo'tkazgichdagi elektron qo'zg'alish, kristall orqali ko'chib o'tadigan va elektr zaryadi va massasini uzatish bilan bog'liq emas.
Qaytarish spektri	jismlarning aks ettirish qobiliyatining o'lchov to'lqin uzunligiga bog'liqligi egri chiziqlari
Erkin radikallar	juftlanmagan elektronlar mavjudligi bilan tavsiflangan kinetik jihatdan mustaqil zarralar
Impulsli fotoliz (flesh-fotoliz)	biotizimlarni o'rganishning spektral usullaridan biri bo'lib, u elektron paramagnit rezonans va yadro magnit rezonans usullari bilan bir qatorda birlamchi tez fotoprosesslarning mohiyati haqida bevosita ma'lumot beradi.
Lazerli spektroskopiya	usullari lazer nurlanishidan foydalanishga asoslangan optik spektroskopiya bo'limi
Gamma-rezonans spektroskopiya	Mesbauer effektiga asoslangan spektroskopiya bo'limi, radioaktiv atom chiqaradigan monoxromatik g-nurlanishning atom yadrosi tomonidan rezonansli

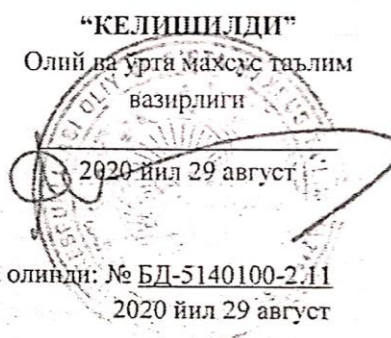
	yutilishidan iborat.
Dixroizm	o'zaro perpendikulyar ko'rish yo'nalishlari bilan uzatiladigan yorug'likdagi ikkita sinishi bilan bir o'qli kristallarning turli xil ranglari: optik o'q bo'ylab va unga perpendikulyar.
Chiziqli dixroizm	kristallardagi oddiy va favqulodda nurlarning notekis yutilishi
Doiraviy dixroizm (Kotton effekti)	o'ng va chap dumaloq polarizatsiya yorug'ligi uchun yutilish farqi
Radiatsion biofizika	
Radiobiologiya	ionlashtiruvchi nurlanishning turli xil murakkablikdagi biologik tizimlarga ta'sir qilish qonuniyatlari va mexanizmlarini o'rganadigan fan
Ionlantiruvchi nurlanish	nurlangan moddada atomlar va molekulalarning ionlanishiga olib keladigan nurlanish.
Ionlanish	nurlanishning materiya bilan o'zaro ta'sirida atom yoki molekula tomonidan energiyaning yutilishi, elektron esa elektron orbitadan chiqib ketadi.
Radioaktiv izotoplar	atom og'irligi jihatidan farq qiluvchi va ionlashtiruvchi nurlanish chiqaradigan beqaror yadroga ega bo'lgan elementlarning mavjud bo'lish shakllaridan biri
Tabiiy radioaktivlik	tabiiy elementlar yadrolarining o'z-o'zidan parchalanishi
Sun'iy radioaktivlik	Tegishli yadro reaksiyalari natijasida sun'iy ravishda olingan elementlar yadrolarining o'z-o'zidan parchalanishi
Ekspozitsion doza	nurlanishning ma'lum vaqti uchun ob'ektga tushgan radiatsiya energiyasining miqdori.
Yutilgan doza	nurlanish orqali qandaydir elementar hajmdagi moddaga uzatiladigan o'rtacha energiya (dE), shu hajmdagi moddaning massasiga (dm) bo'linadi.
Ekvivalent doza	Muayyan organ yoki to'qimalarda so'rilgan dozaning o'rtacha qiymati nurlanishning sifat omilini hisobga olgan holda, nurlanishning biologik ta'sirini aks ettiradi.
Rentgen nurlanish	foton energiyasi ultrabinafsha nurlanish va gamma nurlanish o'rtasidagi energiya shkalasida joylashgan elektromagnit to'lqinlar
Tormozlovchi nurlanish	zaryadlangan zarrachaning elektr maydonida tarqalishi (tormozlanishi) paytida chiqaradigan elektromagnit nurlanish.
Tormozlanish	og'ir zarrachada elastik bo'lmagan sochilish, elektromagnit nurlanish hosil bo'ladi.
Qattiq tarqalish	harakat yo'nalishini o'zgartirish, lekin zarrachalarning

	energiyasi emas
Radiorezistent to'qimalar	differentiallashtirilgan va kam bo'linuvchi yoki umuman bo'linmaydigan hujayrali to'qimalar
Radiosensitiv to'qimalar	kam tabaqalangan va faol bo'linadigan hujayralar bo'lgan to'qimalar
Radioprotektorlar	organizmning ionlashtiruvchi nurlanishga chidamliligini oshiradigan moddalar. Ularga nurlanishdan bir necha daqiqa yoki soat oldin yuborilganda radiatsiyaga qarshi ta'sir ko'rsatadigan birikmalar kiradi.
Kislorod effekti	radiatsiya shikastlanishining og'irligining hujayra muhitidagi kislorod miqdoriga bog'liqligi fenomeni

ILOVALAR

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ



Рўйхатга олинди: № БД-5140100-2.11
2020 йил 29 август

БИОФИЗИКА

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	100000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	140000 – Табiiй фанлар
Таълим йўналиши:	5140100 – Биология (турлари бўйича)

Тошкент-2020

Фан/модуль коди BIFB308		Ўқув йили 2022-2023	Семестр 6	ECTS - Кредитлар 8	
Фан/модуль тури Мажбурий		Таълим тили Ўзбек/рус		Хафтадаги дарс соатлари 8	
1.	Фаннинг номи	Аудитория машгулотлари (соат)		Мустақил таълим (соат)	Жами юклама (соат)
	Биофизика	90		150	240
2.	I. Фаннинг мазмуни Фанни ўқитишдан мақсад – Биофизиканинг асосий назарий тамойилларини мустақил чегара фани сифатида ва замонавий биофизик тадқиқот усулларининг арсеналини ўзлаштиришдан иборат. Фаннинг вазифаси – Хужайра биомолекулаларининг кимёвий табиати, функцияларини, биомолекулаларни метаболизмдаги ўрнини, хужайрада энергияни ҳосил бўлиши ҳамда сарфланишини, биологик молекулалар миқдорини ўрганишнинг фундаментал усулларини ҳақида билимларга эга бўлишади. II. Асосий назарий қисм (маъруза машгулотлари) II.1. Фан таркибига қўйидаги мавзулар киради: 1-мавзу. “Биофизика” фанига муқаддимма. Биофизиканинг предмети, вазифалари Биофизиканинг биологик фанлар орасида тутган ўрни ва бошқа фан соҳалари билан алоқаси, Биофизиканинг методлари, Ўзбекистонда биофизик тадқиқотларнинг ривожланиши. 2-мавзу. Биологик жараёнлар термодинамикаси. Кимёвий термодинамика асослари, термодинамиканинг қонунлари. Термодинамик потенциаллари. Чизикли жараёнлар термодинамикаси. Чизикли жараёнлар. Онзагер коэффициентлари бирлиги. Очиқ системанинг энтропиясининг Пригожин теоремаси. 3-мавзу. Чизикли эмас жараёнлар термодинамикаси, мувозанатдан узоқдаги системалар стационар ҳолати. Чизикли эмас жараёнлар термодинамикаси, мувозанатдан узоқдаги системалар стационар ҳолати. Синергетика концепцияси.				

4-мавзу. Биологик жараёнлар кинетикаси.

Кимёвий кинетика асослари. Биологик жараёнларни математик моделлаш. Динамик тизимларнинг дифференциал тенгламалари. Динамик тизимлардаги математик моделларнинг геометрик ечими – динамик тизимнинг фазовий кўриниши. Ферхюлст ва Волтерра моделлари. Биологик тригерлар. Биологиядаги тебранма жараёнлар. Автотебранмали жараёнлар.

5-мавзу. Молекуляр биофизика асослари.

Макромолекулаларнинг фазовий структураси ва структура шаклланишида ишти-рок этувчи боғлар ва улардаги таъсирланувчи кучлар. (Вандервалс кучлар, электростатик, гидрофоб таъсирланиш, водород боғлар). Макромолекулалар фаолияти, лигандлар, кооперативлик хоссаси ва Хилл графиги (миоглобин, гемоглобин мисолида). Молекуляр биофизика усуллари: хроматография, электрофорез, осмометрия, вискозиметрия, доиравий диҳоризм, рентгеноструктур анализ, ЯМР, электронмикроскопия, флуориметрия.

6-мавзу. Квант биофизикаси элементлари.

Биополимерларнинг электрон қобиғи, молекуляр қобиғи, биополимерларнинг электрон хусусиятлари. Ютиш ва таъсир спектрлари. Молекулаларнинг синглет ва триплет ҳолатлари. Энергиянинг узатилиши ва миграцияланиш (индуктив резонанс, алмашиш резонанс, экситон, туннел эффекти) механизмлари. Эркин радикаллар, хоссалари ва жараёнлар.

7-мавзу. Биологик мембраналарнинг тузилиши ва функцияси.

Хужайра мем-бранасининг тузилишининг тузилиш асослари. Мембрана липидлари ва оксиллари. Биологик мембраналар тузилишига доир ҳозирги замон тасаввурлари. Табиий мембрананинг физик хоссаси – агрегат тузилиши, фазвий ўтишлар, қавушқоқлик ва электр заряди. Модел мембраналар.

8-мавзу. Моддаларнинг мембрана орқали ташилиши.

Ионларнинг пассив транспорти.

Ноэлектrolитлар транспорти. Оддий ва енгиллашган диффузия. Электrolитларнинг ионларнинг мембрана орқали ташилиши. Электрокимёвий потенциал.

9-мавзу. Моддаларнинг мембрана орқали ташилиши.

Ионларнинг актив транспорти.

Ионларнинг актив транспорти. Аминокислоталар ва қандлар. Моддалар транспортининг регуляцияси.

10-мавзу. Биоэлектрoгенез. Мембрана (тинчлик) потенциалли.

Модел системалардаги юзага келадиган электр потенциаллар фарқи -диффузион, фазалараро ва Доннан потенциаллари. Мембрана (тинчлик) потенциалли. Мембрана потенциаллини тасвирловчи Голдман-Ходжкин тенгламаси..

11-мавзу. Ҳаракат потенциал. Синапслар ва синаптик жараёнлари.

Ҳаракат потенциаллари. Ион каналлари. Ионотропик ва каналотропиклар асосида таъсирланиши. Ҳаракат потенциалнинг узатилиши. Нерв толасининг кабел хоссалари. Нерв импульсининг миёнасини ва миёнасини толаслар орқали таъсирланиши. Синапслар ва синаптик жараёнлари.

12-мавзу. Электрўтказувчанлик.

Мембрана сирт юзасидаги электростатик потенциал. Қутбланиш ҳолати. Электрўтказувчанлик ва унинг дисперсияланиши. Электрўтказувчанлик структура асослари. Хужайра ва тўқималар электрўтказувчанлиги. Хужайра импеданси.

13-мавзу. Ҳаракатнинг мускулли ва мускулсиз формалари.

Мускулли кичик биологик жараёнлар. Кальций ионларининг электромеханик жараёнларга боғлиқлиги. Ca^{2+} каналларининг хужайра ичидаги структураси. Са-АТФнинг структураси ва функцияси. Ҳаракатнинг мускулсиз формалари.

14-мавзу. Фотобиология мавзулари.

Фотобиология жараёнларининг классификацияси. Бирламчи фотофизик ва фотохимик реакциялар. Фотобиология жараёнлар ва энергия трансформацияланиши механизми. Фотодеструктив жараёнлар ва биологик системаларнинг молекуллар механизми.

15-мавзу. Хужайрага сигнал трансдукция тизимлари ҳақида асосий маълумотлар.

Бирламчи ва иккинчи мессенжерлар ҳақида тушунча. Рецепторлар, уларнинг типлари. G-оқсиллар. Фосфолипидлар - етук оқсиллар фаоллиги модификацияланиши сифатида. Протеинкиназалар. Фосфатазалар. Хужайра ичида сигналлаштиришда аденилатциклаза тизими. Хужайра ичида сигнал узатилишида фосфатидилинозитид тизими. Физиологик жараёнларининг бошқарилишида Са ионларининг иштироки.

III. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория ишлари учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Лаборатория тадқиқотларининг умумий қонуниятлари.
2. Очiq система барқарор стационар ҳолатининг энтропияси. Стационар ҳолатни Теоретик моделда аниқлаш.
3. Биологик суюқликларнинг баъзи бир физик хоссалари. Биологик суюқликларнинг сирт таъсирини ўлчаш.
4. Биологик суюқликларнинг баъзи бир физик хоссалари. Сирт актив моддалар эритмаларида миқдор ҳосил бўлиши.

4-мавзу. Биологик жараёнлар кинетикаси.

Кимёвий кинетика асослари. Биологик жараёнларни математик моделлаш. Динамик тизимларнинг дифференциал тенгламалари. Динамик тизимлардаги математик моделларнинг геометрик ечими – динамик тизимнинг фазовий кўриниши. Ферхюлст ва Волтерра моделлари. Биологик триггерлар. Биологиядаги тебранма жараёнлар. Автотебранмали жараёнлар.

5-мавзу. Молекуляр биофизика асослари.

Макромолекулаларнинг фазовий структураси ва структура шаклланишида иштирок этувчи боғлар ва улардаги таъсирланувчи кучлар. (Вандервалс кучлар, электростатик, гидрофоб таъсирланиш, водород боғлар). Макромолекулалар фаолияти, лигандлар, кооперативлик хоссаси ва Хилл графиги (миоглобин, гемоглобин мисолида). Молекуляр биофизика усуллари: хроматография, электрофорез, осмометрия, вискозиметрия, доиравий дихроизм, рентгеноструктур анализ, ЯМР, электронмикроскопия, флуориметрия.

6-мавзу. Квант биофизикаси элементлари.

Биополимерларнинг электрон қобиги, молекуляр қобиги, биополимерларнинг электрон хусусиятлари. Ютиш ва таъсир спектрлари. Молекулаларнинг синглет ва триплет ҳолатлари. Энергиянинг узатилиши ва миграцияланиш (индуктив резонанс, алмашиш резонанс, экситон, туннел эффекти) механизмлари. Эркин радикаллар, хоссалари ва жараёнлар.

7-мавзу. Биологик мембраналарнинг тузилиши ва функцияси.

Хужайра мем-бранасининг тузилишининг тузилиш асослари. Мембрана липидлари ва оксиллари. Биологик мембраналар тузилишига доир ҳозирги замон тасаввурлари. Табиий мембрананинг физик хоссаси – агрегат тузилиши, фазовий ўтишлар, қавушқоқлик ва электр заряди. Модел мембраналар.

8-мавзу. Моддаларнинг мембрана орқали ташилиши.

Ионларнинг пассив транспорти.

Нозлектролитлар транспорти. Оддий ва енгиллашган диффузия. Электролитларнинг ионларнинг мембрана орқали ташилиши. Электрокимёвий потенциал.

9-мавзу. Моддаларнинг мембрана орқали ташилиши.

Ионларнинг актив транспорти.

Ионларнинг актив транспорти. Аминокислоталар ва қандлар. Моддалар транспортининг регуляцияси.

10-мавзу. Биоэлектрогенез. Мембрана (тинчлик) потенциалли.

Модел системалардаги юзага келадиган электр потенциаллар фарқи -диффузион, фазалараро ва Доннан потенциаллари. Мембрана (тинчлик) потенциалли. Мембрана потенциаллини тасвирловчи Голдман-Ходжкин тенгламаси..

11-мавзу. Ҳаракат потенциал. Синапслар ва синаптик жараёнлари.

Ҳаракат потенциаллари. Ион каналлари. Ионофорлар ва каналоформерлар асосида тасвирланиши. Ҳаракат потенциалининг узатилиши. Нерв толасининг кабел хоссалари. Нерв импульсининг миенлинсиз ва миенлинли толалар орқали ташилиши. Синапслар ва синаптик жараёнлари.

12-мавзу. Электрўтказувчанлик.

Мембрана сирт юзасидаги электростатик потенциал. Қутбланиш ҳодисаси. Электрўтказувчанлик ва унинг дисперсияланиши. Электрўтказувчанлик структура асослари. Хужайра ва тўқималар электрўтказувчанлиги. Хужайра импеданси.

13-мавзу. Ҳаракатнинг мускулли ва мускулсиз формалари.

Мускулли қисқариш биофизикаси. Кальций ионларининг электромеханик жараёнларга боғлиқлиги. Ca^{2+} каналларининг хужайра ичидаги структураси. Са-АТФазанинг структураси ва функцияси. Ҳаракатнинг мускулсиз формалари.

14-мавзу. Фотобиология муаммолари.

Фотобиология жараёнларини классификацияси. Бирламчи фотофизикавий ва фотохимёвий реакциялар. Фотобиология жараёнлар ва энергия трансформацияланиши механизми. Фотодеструктив жараёнлар ва биологик системаларнинг молекулар механизмлари.

15-мавзу. Хужайрага сигнал трансдукция тизимлари ҳақида асосий маълумотлар.

Бирламчи ва иккиламчи мессенжерлар ҳақида тушунча. Рецепторлар, уларнинг типлари. G-оқсиллар. Фосфорилланиш - стук оқсиллар фаоллиги модификацияланиши сифатида. Протеинкиназалар. Фосфатазалар. Хужайра ичида сигналлаштиришда аденилатциклаза тизими. Хужайра ичига сигнал узатилишида фосфатидилинозитид тизими. Физиологик жараёнларни бошқарилишида Са ионларининг иштироки.

III. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория ишлари учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Лаборатория тадқиқоларининг умумий қонуниятлари.
2. Очiq система барқарор стационар ҳолатининг энтропияси. Стационар ҳолатни Теоретик моделида аниқлаш.
3. Биологик суюқликларнинг баъзи бир физик хоссалари. Биологик суюқликларнинг сирт таранглигини ўлчаш.
4. Биологик суюқликларнинг баъзи бир физик хоссалари. Сирт актив моддалар эритмаларида мицелла ҳосил бўлиши.

5. Биологик жараёнлар кинетикасига ҳаво ҳарорати таъсири. Ҳарорат коэффициенти топиш.
6. Эритмалар ва тўқима суюқликларининг осмотик босимини Барджер Раст усулида аниқлаш.
7. Модель системаларнинг потенциаллар фарқи. Потенциал, кучланиш. Диффузион потенциаллар.
8. Хлорид кислота эритмалараро юзага келадиган потенциаллар фарқини ўлчаш ва ҳисоблаш.
9. Модель системаларнинг потенциаллар фарқи. Электр кимёвий потенциаллар фарқи. Фазовий потенциаллар фарқи.
10. Олма пўстида ёки алоҳ баргида юзага келадиган потенциаллар фарқини ўлчаш.
11. Мембранавий потенциаллар. Табiiй тўқималарда шикастланиш потенциалли.
12. Тинчлик потенциалли. Калий ион потенциаллар фарқи.
13. Электрокинетик ҳодисалар.
14. Ачиткидаги электрофоретик ва ζ - потенциаллини аниқлаш.
15. Қўринувчан ва УВ соҳаларида спектрофотометрия. Биологик суюқликларда оптик зичликни ўлчаш.

Лаборатория ишлари мультимедиа курулмалари билан жихозланган аудиторияда бир академик гуруҳга бир профессор-ўқитувчи томонидан ўтказилиши зарур. Машгулотлар фаол ва интерфактив усуллар ёрдамида ўтилиши, мос равишда муносиб педагогик ва ахборот технологиялар қўлланилиши мақсадга мувофиқ.

IV. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Оддий ферментатив жараёнлар кинетикаси. Михаэлис тенгламаси ва унинг модификацияланган шакллари.
2. Ҳаракатчан ва қисқарувчи жараёнлар. Мускул қисқариш аппарат оксиллари.
3. Икки қаватли липид мембраналари. Бир ва икки қаватли сунъий мембраналар.
4. Рецепция, рецептор ҳужайралар, тузилиши ва фаолиятлари. Ташқи сигналларни сезиш органлари рецепцияси.

Мустақил ўзлаштириладиган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.

3.	<p>V Фан ўқитилишининг натижалари (шаклландирилган компетенциялар) Фанни ўзлаштириш натижасида талаба:</p> <ul style="list-style-type: none"> • биологик жараёнлар кинетикаси ва термодинамикаси асослари, биологик жараёнларни математик моделлаштириш асослари, квант биофизикаси элементлари ва ёруғлик ютилиш конунлари, фотобиология асослари, биологик мембраналарнинг тузилиши ва функциялари, мембрана орқали ташиш жараёнлари, тинчлик потенциалли ва ҳаракат потенциалли, электр ўтказувчанлиги, энергия алмашинувининг молекуляр механизмлари, мушак ва номушак ҳаракатчанлик механизмлари, ҳужайра ичидаги сигнал узатиш тизимлари ҳақида асосий маълумотлари ҳақида <i>масаввур ва билимга эга бўлиши</i>; • ҳужайра ва тўқималарни ўрганишда асбоблардан фойдаланиш ва препаратлар тайёрлаш; готенциометрик усулида ишлай олиш; фотокалориметрларда ишлай олиш; липидларнинг оксидланиш-кайтарилишидан аниқлай олиш; спектроскопия усулида маҳсулотлар таъсирини ўрганиш; микроэлектродлар техникаси усуллари амалда қўлай олишни <i>билиши ва улардан фойдалана олиши</i>; • замонавий биофизик усуллардан фойдаланиш, эритмалар тайёрлашдаги масалаларни еча олишди, компютер технологияларидан фойдаланиб, маълумотларни қайта ишлашнинг математик усуллари қўллаш қуникмаларини ўзлаштиришди, тадқиқот автоматизациясидан фойдаланиш <i>малакалари эга бўлиши керак</i>.
4.	<p>VI. Таълим технологиялари ва методлари:</p> <ul style="list-style-type: none"> • маърузалар; • семинарлар (мантаний фиклаш, тезкор савол-жавоблар); • гуруҳларда ишлаш; • тақдимотларни қилиш; • жамоа бўлиб ишлаш ва ҳимоя қилиш учун лойиҳалар.
5.	<p>VII. Кредитларни олиш учун талаблар:</p> <p>Фанга оид назарий ва услубий тушунчаларни тўла ўзлаштириш, таҳлил натижаларини тўғри акс эттира олиш, ўрганилаётган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада қилиш ва жорий, оралик назорат шаклларида берилган вазифа ва топшириқларни бажариш, якуний назорат бўйича ёзма ишни топшириш.</p>

6.	<p>Асосий адабиётлар</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Тошкент, Университет, 2006, 220 б. 2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000.287 б. <p>Қўшимча адабиётлар</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Roland Glaser , “ Biophysics “, Second Edition, издательство: Berlin, Germany, 2012, P. 428. 5. Раджабова Г.Г., Левицкая Ю.В., Умарова Ф.Т., Комилова Н.Р. Биофизика фанидан лабораториялари машгулотлари. Услубий қўлланма. Тошкент.: Университет, 2016й., 80 б. 6. Умарова Ф.Т., Раджабова Г.Г., Н.Р.Атамуратова, М.М.Касымов Методическое указание к лабораторным занятиям по биофизике.Ташкент, Университет, 2020,112 с. 7. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машгулотлар. Тошкент, Университет, 1992. 8. Раджабова Г.Г. Биофизика. Ўқув услубий мажмуа. Тошкент, Университет, 2018 й. <p>Ахборот манбаалари</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. www.ziyounet.uz 2. www.referat.ru 3. www.bankreferatov.ru 4. www.nature.uz 5. www.pedagog.uz 6. http://biophys.narod.ru/ 7. http://www.library.biophys.msu.ru/rubin/ 8. http://biophys.narod.ru/ 9. http://www.ionization.ru/issueg/4314 10. http://elkin52.narod.ru/biofizika.htm 11. http://www.krugosvet.ru/articles/02/1000293/1000293a1.htm 12. http://www.rubin-center.ru/podhod.htm 13. http://www.r17.bmstu.ru/rus/Library/Biophys/
7.	<p>Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунарга таълим йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2020 йил 29 августдаги 4-сонли баённомаси билан маъқулланган.</p>

	Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 29 августдаги 452-сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.
8.	Фан/модуль учун маъсуллар: Г.Ғ Раджабова - ЎзМУ, Биофизика кафедраси мудири, биология фанлари номзоди, доцент. Ю.В. Левицкая - ЎзМУ, Биофизика кафедраси доцент в.б., биология фанлари номзоди
9.	Такризчилар: Чулиев И.К. - ҚарДУ, Биология факультети Табiiй фанлар кафедраси доценти, биология фанлари номзоди. С.Н.Далимова - ЎзМУ, Биология факультети, Биокимё кафедраси мудири, профессор, биология фанлари доктори.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

«TASDIQLAYMAN»

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

_____J.H.Qarshiboyev

«____» _____ 2022 yil

BIOFIZIKA

fanining ishchi o‘quv dasturi

Bilim sohasi:	100000 – Gumanitar soha
Ta‘lim sohasi:	140000 – Tabiiy fanlar
Ta‘lim yo‘nalishi:	5140100 – Biologiya (turlari bo‘yicha)

O‘quv soatlari hajmi:	240 soat
Ma`ruza	30 (6 semestr – 30 soat)
Laboratoriya	60 (6 semestr – 60 soat)
Mustaqil ta`lim	150 (6 semestr – 150 soat)

Guliston – 2022

Mazkur fanning ishchi o'quv dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020 yil 29 avgustdagi 452-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan "Biofizika" fani dasturi asosida tayyorlangan.

Mazkur ishchi fan dasturi "Biologiya" kafedrasining 2022 yil "24" avgustdagi yig'ilishida muhokama qilinib, tasdiqlash uchun tavsiya etilgan. (№1-sonli bayonnoma).

Mazkur ishchi fan dasturi "Tabiiy fanlar" fakulteti Kengashining 2022 yil "27" avgustdagi yig'ilishida muhokama qilinib, tasdiqlash uchun tavsiya etilgan. (№1-sonli bayonnoma).

Mazkur ishchi fan dasturi Guliston davlat universiteti Kengashining 2022 yil "28" avgustdagi yig'ilishida muhokama qilinib, tasdiqlash uchun tavsiya etilgan. (№1-sonli bayonnoma).

Tuzuvchi:

Karimqulov A.T. GulDU "Biologiya" kafedrası dotsenti, biologiya fanlari nomzodi

Taqrizchi:

Qo'shiyev H.H. GulDU "Biologiya" kafedrası professori, biologiya fanlari doktori

"Biologiya" kafedrası mudiri: _____ **Z.U.Abdikulov**

Tabiiy fanlar fakulteti

dekani: _____ **M.M.Ergashev**

O'quv-uslubiy boshqarma

boshlig'i _____ **I.Xudoyberdiev**

Fan/modul kodi BIFB308		O'quv yili 2022-2023	Semestr 6	ECTS - Kreditlar 8	
Fan/modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 8	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)	
	Biokimyo va molekulyar biologiya	90	150	240	

I. Fanning mazmuni

Fanni o'qitishdan maqsad – Biofizikaning asosiy nazariy tamoyillarini mustaqil chegara fani sifatida va zamonaviy biofizik tadqiqot usullarining arsenalini o'zlashtirishdan iborat.

Fanning vazifasi – Hujayra biomolekulalarining kumyoviy tabiati, funksiyalarini, biomolekulalarni metabolizmdagi o'rni, hujayrada energiya hosil bo'lishi hamda sarflanishini, biologik molekular miqdorini o'rganishning fundamental usullari haqida bilimlarga ega bo'lishadi.

II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)

II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

1-mavzu. "Biofizika" faniga muqaddima.

Biofizikaning predmeti, vazifalari. Biofizikaning biologik fanlar orasida tutgan o'rni va boshqa fan soxalari bilan aloqasi, Biofizikaning metodlari, O'zbekistonda biofizik tadqiqotlarning rivojlanishi.

2-mavzu. Biologik jarayonlar termodinamikasi.

Kimyoviy termodinamika asoslari, termodinamikaning qonunlari. Chiziqli jarayonlar termodinamikasi. Chiziqli jarayonlar. Onzager koeffitsiyenti birligi. Ochiq sistema entropiyasining Prigojin teoremasi.

3-mavzu. Chiziqli emas jarayonlar termodinamikasi, muvozanatdan uzoqdagi sistemalar statsionar holati.

Chiziqli emas jarayonlar termodinamikasi, muvozanatdan uzoqdagi sistemalar statsionar holati. Sinergetika konstepstiyasi.

4-mavzu. Biologik jarayonlar kinetikasi.

Kimyoviy kinetika asoslari. Biologik jarayonlarni matematik modellash. Dinamik tizimlarning differentsial tenglamalari. Dinamik tizimlardagi matematik modellarning geometrik yechimi – dinamik tizimning fazoviy ko'rinishi. Ferxyulst va Volterra modellari. Biologik triggerlar. Biologiyadagi tebranma jarayonlar. Avtotebranmali jarayonlar.

5-mavzu. Molekulyar biofizika asoslari.

Makromolekulalarning fazoviy strukturasi va struktura shakllanishida ishtirok etuvchi bog'lar va ulrdagi ta'sirlanuvchi kuchlar (Banderbals kuchlar, elektrostatik, gidrofob ta'sirlanish, bodorad bog'lar). Makromolekulalar faoliyati, ligandlar va kooperativlik xossasi va Xill grafigi (myoglobin, gemoglobin misolida). Molekulyar biofizikaviy usullari: xromatografiya, elektroforez, osmometriya, viskozometriya, doiraviy dixromizm, roentgen struktur analiz, YaMR, electron mikroskopiya, fluorometriya.

6-mavzu. Kvant biofizikasi elementlari.

Biopolimerlarning elektron qobigi, molekulyar qobig'i, biopolimerlarning elektron xususiyatlari. Yutish va ta'sir etish spektrlari. Molekulalarning singlaet va triplet xolatlari. Energiyaning uzatilishi va migratsiyalanish (induktiv rezonans, almashish rezonans, eksiton, tunnel effekti) mexanizmlari. Erkin radikallar, xossalari va jarayonlar.

7-mavzu. Biologik membranalarining tuzilishi va funksiyasi.

Hujayra membranasining tuzilish asoslari. Membrana lipidlari va oqsillari. Biologik membranalar tuzilishiga doir hozirgi zamon tasavvurlari. Tabiiy membrananing fizik xossalari – agregat tuzilishi, fazoviy o'tishlar, qovushqoqlik va elektr zaryadi. Model membranalar.

8-mavzu. Moddalarning membrana orqali tashilishi.

Ionlarning passiv transporti.

Noelektrolitlar transporti. Oddiy va yengillashgan diffuziya. Elektrolitlar va ionlarning membrana orqali tashilishi. Elektrokimyoviy potensial.

9-mavzu. Moddalarning membrana orqali tashilishi.

Ionlarning aktiv transporti.

Ionlarning aktiv transporti. Aminokislotalar va qandlar. Moddalar tashilishining boshqarilishi.

10-mavzu. Bioelektroenez. Membrana (tinchlik) potentsiali

Model sistemalardagi yuzaga keladigan elektr potentsiallar farqi – diffusion, fazalararo va Donnan potentsiallari. Membrana (tinchlik) potentsiali. Membrana potentsialini tasvirlovchi Goldman-Xodjkin tenglamasi.

11-mavzu. Harakat potentsiali. Sinapslar va sinaptik jarayonlar.

Harakat potentsiali. Ion kanallari. Ionoforlar va kanaloformerlar. Harakat potentsialining uzatilishi. Nerv tolasining kabel xossalari. Nerv impulsining miyelinsiz va miyelinli tolalar orqali tashilishi. Sinapslar va sinaptik jarayonlar.

12-mavzu. Elektro'tkazuvchanlik.

Membrana sirt yuzasidagi elektrostatik potentsial. Qutblanish hodisasi. Elektro'tkazuvchanlik va uning dispersiyalanishi. Elektro'tkazuvchanlik struktura asoslari. Hujayra va to'qimalar elektr o'tkazuvchanligi. Hujayra impedansi.

13-mavzu. Harakatning muskulli va muskulsiz formalari.

Muskulli qisqarish biofizikasi. Kalstiy ionlarining elektromexanik jarayonlarga bogʻliqligi. Ca kanallarining hujayra ichidagi strukturasi. Ca–ATFazaning strukturasi va funkshiyasi. Harakatning muskulsiz formalari.

14-mavzu. Fotobiologiya muammolari.

Fotobiologiya jarayonlari klassifikatsiyasi. Birlamchi fotofizikaviy va fotokimyoviy reaksiyalar. Fotobiologiya jarayonlar va energiya transformatsiyalanishi mexanizmi. Fotodestruktiv jarayonlar va biologik sistemalarning molekulyar mexanizmlari.

15-mavzu. Hujayraga signal transduksiya tizimlari haqida asosiy maʼlumotlar.

Birlamchi va ikkilamchi messenjerlar haqida tushuncha. Resteptorlar, ularning tiplari. G-oqsillar. Fosforillanish – yetuk oqsillar faolligi modifikatsiyalanishi sifatida. Proteinkinazalar. Fosfotazalar. Hujayraichi signallashtirishda adenilatstiklaza tizimi. Hujayra ichiga signal uzatilishida fosfatidilinozotid tizimi. Fiziologik jarayonlarni boshqarilishida Ca ionlarining ishtiroki.

№	Maʼruza mavzulari	Dars soatlari hajmi
1	Biofizika faniga muqaddima	2
2	Biologik jarayonlar termodinamikasi	2
3	Chiziqli emas jarayonlar termodinamikasi, muvozanatdan uzoqdagi sistemalar statsionar holati	2
4	Biologik jarayonlar kinetikasi	2
5	Molekulyar biofizika asoslari	2
6	Kvant biofizikasi elementlari	2
7	Biologik membranalarining tuzilishi va funksiyasi	2
8	Moddalarning membrana orqali tashilishi. Ionlarning passiv transporti.	2
9	Moddalarning membrana orqali tashilishi. Ionlarning aktiv transporti.	2
10	Bioelektroenez. Membrana (tinchlik) potentsiali	2
11	Harakat potentsiali. Sinapslar va sinaptik jarayonlar.	2
12	Elektroʻtkazuvchanlik	2
13	Harakatning muskulli va muskulsiz formalari	2
14	Fotobiologiya muammolari	2
15	Hujayraga signal transduksiya sistemasi haqida asosiy maʼlumotlar	2
Jami		30

III. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

№	Laboratoriya mashg'ulotlari mavzulari	Dars soatlari hajmi
1	Laboratoriya tadqiqotlarining umumiy qonuniyatlari	2
2	Ochiq sistema barqaror statsionar holatining entropiyasi	6
3	Biologik suyuqliklarning sirt tarangligini o'lchash.	4
4	Sirt aktiv moddalar eritmalarida mitsella hosil bo'lishining kritik kontsentratsiyasini aniqlash	6
5	Biologik suyuqliklarning osmotik bosimini aniqlash	4
6	Haroratning biologik jarayonlar kinetikasiga ta'siri. Baqa yuragining harorat ko'effitsiyenti va aktivlanish energiyasini aniqlash.	6
7	Xlorid kislota eritmalarida yuzaga keladigan diffuzion potentsiallar farqini o'lchash va hisoblash	6
8	Olma po'stida yuzaga keladigan potentsiallar farqini o'lchash.	4
9	Qurbaqa ko'ndalang-targ'il muskulida yuzaga keladigan shikastlanish potensialini o'lchash	4
10	Kollodiy membrana orqali vuzudga keladigan potentsiallar farqi.	6
11	Achitqi zamburug'ining elektroforetik tezligi va ζ - potentsialini aniqlash	6
12	Biologik suyuqliklarning optik zichligini o'lchash.	6
Jami		60

Laboratoriya ishlari multimediya qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan o'tkazilishi zarur. Mashg'ulotlar faol va interaktiv usullar yordamida o'tilishi, mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalar qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Soat hajmi
1	Oddiy fermentativ jarayonlar kinetikasi. Mixaelis tenglamasi va uning modifikatsiyalangan shakllari.	10
2	Sinergetika, avtotebranmali jarayonlar.	10
3	Chiziqli emas jarayonlar termodinamikasi	20
4	Harakatchan va qisqaruvchan jarayonlar.	20

5	Muskul qisqarish apparat oqsillari.	10
6	Umurtqalilarda ko‘dalang-targ‘il muskullari qisqarish jarayoni. Sirpanuvchi ipchalar modeli.	10
7	Ikki qavatli lipid membranalar	10
8	Bir va ikki qavatli sun‘iy membranalar, ionlarning induktsiyalangan transporti	20
9	Harakatchan tashuvchilar, ionoforlar va kanal hosil qiluvchilar.	10
10	Retseptsiya, retseptor hujayralar, tuzilishi va faoliyati.	20
11	Fotoretseptsiya, ko‘rish hujayralarining tuzilishi. Fotoretseptsiya hujayra membranalarining molekulyar tuzilishi.	10
	Jami	150

Mustaqil o‘zlashtiriladigan mavzular bo‘yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

V. Fan o‘qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetentsiyalar)

Fanni o‘zlashtirish natijasida talaba:

- biologik jarayonlar kinetikasi va termodinamikasi asoslari, biologik jarayonlarni matematik modellash asoslari, kvant biofizikasi elementlari va yorug‘lik yutulish qonunlari, fotobiologiya asoslari, biologik membranalarining tuzilishi va funksiyasi, membrana orqali tashish jarayonlari, tinchlik potentsiali va harakat potentsiali, elektr o‘tkazuvchanligi, energiya almashinuvining molekulyar mexanizmlari, mushak va nomushak harakatchanlik mexanizmlari, hujayra ichida signal uzatish tizimlari haqida asosiy ma‘lumotlari haqida *tasavvur va bilimga ega bo‘lishi*;
- hujayra va to‘qimalarni o‘rganishda asboblardan foydalanish va preparatlar tayyorlash; potentsiometrik usulida ishlay olish; fotokalorimetrlarda ishlay olish; lipidlarning oksidlanish-qaytarilishidan aniqlay olish; spektroskopiya usulida maxsulorlar ta‘sirini o‘rganish; mikroelektrodlar texnikasi usullarini amalda qo‘llay olishni *bilishi va ulardan foydalana olishi*;
- zamonaviy biofizik usullardan foydalanish, eritmalar tayyorlashdagi masalalarni yecha olishadi, kompyuter texnologiyalaridan foydalanib, ma‘lumotlarni qayta ishlashning matematik usullarini qo‘llash ko‘nikmalarini o‘zlashtirishadi, tadqiqot avtomatizatsiyasidan foydalanish *malakalariga ega bo‘lishi kerak*.

VI. Ta‘lim texnologiyalari va metodlari:

- ma‘ruzalar;
- seminarlar (mantiqiy fiklash, tezkor savol-javoblar);
- guruhlarda ishlash;
- taqdimotlarni qilish;

- jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.

VII. Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va iy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni topshirish.

VIII. Asosiy va qo'shimcha axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Қосимов М.М. Назарий биофизика асослари. Ўқув қуланма. Тошкент, Университет, 2006, 220 б.
2. Remizov A.N. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. Ibn-Sino nashriyoti, 2006.
3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика, Владос, 2000. - 287 б.

Qo'shimcha adabiyotlar

4. Roland Glaser. Biophysics, Second Edition, Berlin, Germany, 2012, P. 428.
5. Раджабова Г.Ғ., Левицкая Ю.В., Умарова Ф.Т., Комилова Н.Р. Биофизика фанидан лаборатория машғулоти. Услубий қўланма. Тошкент: Университет, 2016. - 80 б.
6. Умарова Ф.Т., Раджабова Г.Ғ., Атамуратова Н.Р., Касымов М.М. Методическое указание к лабораторным занятиям по биофизике. Ташкент: Университет, 2020. – 112 с.
7. Қосимов М.М. Биофизикадан амалий машғулоти. Тошкент: Университет, 1992. – 91 б.
8. Раджабова Г.Ғ. Биофизика. Ўқув услубий мажмуа. Тошкент: Университет, 2018.

Axborot manbaalari

1. www.ziyonet.uz
2. www.referat.ru
3. www.bankreferatov.ru
4. www.nature.uz
5. www.pedagog.uz
6. <http://biophys.narod.ru/>
7. <http://www.library.biophys.msu.ru/rubin/>
8. <http://www.ionization.ru/issueg/4314>
9. <http://elkin52.narod.ru/biophyzika.htm>
10. <http://www.krugosvet.ru/articles/02/1000293/1000293ai.htm>
11. <http://www.rubin-center.ru/podhod.htm>
12. <http://www.r17.brnstu.ru/Library/Biophys/>

Talaba bilimini baholash

Talaba bilimini baholash kredit-modul tizimiga muvofiq ishlab chiqilgan Nizom asosida amalga oshiriladi.

Nazorat turi	1-OB	2-OB	YaB
O'tkazilish vaqti	8- hafta	16-hafta	17-18 hafta
Nazorat shakli	Yozma*	Yozma*	Yozma

Oraliq baholash: fanning ma'ruza qismiga tegishli teng yarmi o'tib bo'lingandan so'ng so'ng OB olinadi. Bunda o'tilgan mavzularga doir 3 ta nazariy yozma savollari varianti tarqatiladi. Oldindan tuzilgan 3 ta yozma variantlarini to'la echgan talabaga xar bir to'g'ri javob uchun maksimal 5 baho beriladi.

Yakuniy baholash o'tilgan barcha mavzular bo'yicha tuzilgan variantlari asosida o'tkaziladi. Bunda xar bir talabaga semestr davomida o'tilgan mavzular bo'yicha 3 ta nazariy va 1 tadan laboratoriya ishi bo'yicha og'zaki savol variantlari tarqatiladi. Talaba og'zaki javobning xar biridan maksimal 5 baho to'plash imkoniyatiga ega. Umumiy baxo o'rtacha arifmetika asosida chiqariladi.

*Izoh. Nazoratlardagi har bir savol va topshiriqlar quyidagi baholash mezonlari bo'yicha baholanadi.

Talabalar bilimini baholash mezonlari

a) **“5” (a'lo)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Hulosa va qaror qabul qilish;
- Ijodiy fikrlay olish;
- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

b) **“4” (yaxshi)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

v) **“3” (qoniqarli)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

g) talabaning bilim darajasi “2” (qoniqarsiz) deb quyidagi hollarda baholanadi:

- Aniq tasavvurga ega bo’lmaslik;
- Javoblarda xatoliklarga yo’l qo’yilganlik;
- Bilmaslik.

TESTLAR

1. Biofizika qachondan boshlab fan sifatida shakllana boshlagan?

- A. XVIII asr oxiri
- B. XVIII asr o’rtalari
- C. XIX asr boshlari
- D. XIX asr oxiri

2. Biofizikaning tekshirish usullari to’g’ri berilgan qatorni belgilang.

- A. Elektrokardiografiya, titrlash, qo’zg’alish, fotometriya
- B. Spektral analiz, polyarografiya, ta’sirlash, rN - metriya
- C. pH – metriya, fluorestsentsiya, xromatografiya, rentgenografiya
- D. Mikroskopiya, qo’zg’alish, fotokalorimetriya, sfektrofotometriya

3. Qaysi javobda biofizika fanining bo’limlari to’g’ri berilgan?

- A. Xujayra biofizikasi, biomexanika, molekulyar biofizika, radiobiologiya
- B. Radiobiologiya, fotobiologiya, kvant mexanikasi, bioenergetika
- C. S. Molekulyar biofizika, fotobiologiya, kvant biofizikasi, bioenergetika
- D. Biomexanika, bioenergetika, murakkab tizimlar biofizikasi, radiobiologiya

4. Biofizika fani rivojlanishida o’z hissasini qushgan O’zbekistonlik olimlar to’g’ri berilgan qatorni belgilang.

- A. B.O.Toshmuhammedov, P.B.Usmanov, M.I.Asrarov, R.Z.Sobirov, A.I.Gagelgans.
- B. M.I.Asrarov, Yo.X.To’raqulov, A.I.Musaev, O’, P.Pratov, O.M.Mavlonov
- S. P.B.Usmanov, B.O.Toshmuhammedov, O.M.Mavlonov, T.A.Azimov, A.I.Gagelgans
- D. Yo.X.To’raqulov, Sh.Q.Qurbonov, S.I.Vavilov, P.P.Lazarev, R.Z.Sobirov

5. Biomolekulalarning fazoviy tuzilishi va xossalarini, ularning o’zaro ta’sir kuchlarini biofizikaning qaysi bo’limi o’rganadi.

- A. Membranalar biofizikasi
- B. Molekulyar biofizika
- S. Hujayra biofizikasi
- D. Bioenergetika

6. Mushaklarning ultrastrukturasi, qisqarishning molekulyar mexanizmlari va mushaklar mexanikasini o’rganadi.

- A. Bioenergetika
- B. Murakkab tizimlar biofizikasi
- S. Qisqaruvchan tizimlar biofizikasi
- D. Radiobiologiya

7. Hujayrada boradigan nafas olish va oksidlanishli fosofrlanish (ATF sintezi) jarayonlarini qaysi biofizik usul yordamida o'rganish mumkin?

- A. Fotometriya
- B. rN – metriya,
- S. Xramotagrafiya
- D. Polyarografiya

8. Biofizika qaysi fanlar bilan uzviy bog'liq?

- A. Fizika, ximiya, matematika, fiziologiya
- B. O'simlik fiziologiyasi, kolloid ximiya, geografiya, fiziologiya
- S. Biokimyo, botanika, anorganik ximiya, matematika
- D. Matematika, geografiya, fiziologiya, ximiya

9. Energiyani bir turdan ikkinchi turga o'tishini, ya'ni energiya transformatsiyasini o'rganuvchi fan deyiladi?

- A. Biomexanika
- B. Energetika
- S. Termodinamika
- D. Bifizika

10. Agar sistemaning parametrlari uni atrof-muhitdagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishda vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, sistemaning holati deyiladi?

- A. Ochiq
- B. Statsionar
- S. Yopiq
- D. Izolyatsiyalagan

11. Massa va mikrozarrachalar miqdoriga bog'liq bo'lgan parametrlarni belgilang.

- A. Hajm, bosim, harorat
- B. Hajm, endropiya, energiya
- S. Bosim, harorat, entropiya
- D. Energiya, entropiya, hajm

12. Massa va mikrozarrachalar miqdoriga bog'liq bo'lmagan parametrlarni belgilang.

- A. Bosim, harorat, energiya o'zgarishi
- B. Hajm, entropiya, energiya
- S. Bosim, entropiya, hajm
- D. Entropiya o'zgarishi, energiya, harorat

13. O'z atrofini o'rab turgan jismlar bilan na energiya yoki na modda almashinuvida ishtirok etmaydigan sistema deyiladi?

- A. Ochiq
- B. Yopiq
- S. Izolyatsiyalangan
- D. Statsionar

14. Tashqi muhit bilan energiya almashinadi, lekin sistema chegarasida modda almashinuvi sodir bo'lmaydigan sistema.deyiladi.

- A. Ochiq
- B. Yopiq

S. Izolyatsiyalangan

D. Statsionar

15. Tashqi muhit bilan ham energiya ham modda almashinuvida bo'ladigan sistema.deyiladi.

A. Ochiq

B. Yopiq

S. Statsionar

D. Izolyatsiyalagan

16. Temodinamikaning 1 - qonunini ifodalovchi formula qaysi javobda to'g'ri berilgan?

A. $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$

B. $\Delta U = \Delta A + \Delta Q$

C. $A = Tds/dt$

D. $dH = dU + pdU$

17. Qaysi javobda termodinamik ehtimollik va entropiya orasidagi munosabat ifodalangan?

A. $S = Q/dt$

B. $S = k \ln w$

C. $A = Tds/dt$

D. $S = S_2 - S_1$

18. Qaysi javobda foydali ish (erkin energiya) energiyasi to'g'ri berilgan?

A. $dQ = d(U - TS)$

B. $dF = dU - Tds$

C. $A = Tds | dt$

D. $S = S_2 - S_1$

19. $\Delta F = f \Delta l$ formula nimani ifodalaydi?

A. Muskulning foydali ish ko'effitsenti

B. Muskuldagi termodinamik jarayon borishini

S. Muskulning foydali ish energiyasini

D. Hamma javob to'g'ri.

20. Termodinamikaning II qonunini ifodalovchi formula qaysi javobda to'g'ri berilgan?

A. $S = k \ln W$

B. $\Delta F = f \Delta l$

C. $TdQ | ds = k \ln W$

D. $dS = k \ln W$

21. Elektrokimyoviy potentsial nima hisobiga hosil bo'ladi?

A. Elektr va kimyoviy

B. Elektr va osmotik

C. Elektr, kimyoviy va osmotik

D. A va B javoblar to'g'ri

22. Hujayra ATF-tsikli mavjudligi kim tomonidan va qachon taklif etilgan?

A. 1945 yil. S. I. Vavilov

B. 1941 yil Frits Lipman

C. 1922 yil J. Leob

D. 1960 yil. P. Lazaryov

23. Kinetika..o'rganadi?

- A. Kimyoviy jarayonlarning kechish mexanizimi va qonuniyatlarini
- B. Hujayra va to'qimalardagi modda almashinuvi tezligini
- C. Modda almashinuvi jarayoni tsiklini
- D. Hamma javoblar to'g'ri.

24. ATF molekulasi parchalanganda qancha miqdorda energiya ajraladi?

- A. 7-8,5 KkalG'mol
- B. 7-7,5 KkalG'mol
- C. 6,0-7,0 KkalG'mol
- D. 8-9,5 KkalG'mol

25. Harorat 100 S ga ortganda reaksiya tezligi necha marta oshadi?

- A. 2-4
- B. 3-4
- C. 2-3
- D. 4-5

26. Kinetik parametralarning qayta taqsimlanishi nimaga bog'liq?

- A. Organizmdagi reaksiya turlariga, hujayra ichki suyuqligiga
- B. Ferment kontsentratsiyasiga, reaksiya hujayra ichki suyuqligiga, o'tkazuvchining konstantasi
- C. Reaksiya tezligi va reaksiya turlariga
- D. Hamma javob to'g'ri

27. O'tkazuvchanlikning fizik-kimyoviy mexanizimini o'rgangan olimni belgilang.

- A. P.P.Lazarev, V.V.Efimov
- B. P.A.Rebender, V.V.Efimov
- C. S. V.Kravkov, V.V.Efimov
- D. S.I.Vavilov, P.A.Rebender.

28. Rangli ko'rinishning fizik-kimyoviy asoslari kim tomonidan o'rganilgan?

- A. P.A.Rebender
- B. P.P.Lazarev
- C. S.V.Kravkov
- D. V.V.Efimov

29. Bir substratli fermentativ reaksiya tezligi tenglamasi qaysi javobda berilgan?

- A. $v_0 = k [(E-ES) [S]$
- B. $v_0 = 1/2 v_{\max}$
- C. $v_0 = K_2 [E] [S] / [S] + (K_1 + K_2) / K_1$
- D. $v_0 = v_{\max} [S] / [S] + K_m$

30. Fermentlar faolligini o'zgartiruvchi moddalar....deyiladi.

- A. Avtokatalizlar
- B. Faol
- C. Katalizatorlar
- D. Effektorlar

31. Aktivatorlarning vazifasi nima?

- A. Fermentlarning aktivligini oshiradi
- B. Ferment aktivligini kamaytiradi
- C. Hech qanday vazifasi yo'k
- D. To'g'ri javob berilmagan

32. Inhibitorlarning vazifasi nimadan iborat?

- A. Fermentlarning aktivligini oshiradi
- B. Ferment aktivligini kamaytiradi
- C. Hech qanday vazifasi yo'k
- D. To'g'ri javob berilmagan

33. Allosterik fermentlarda nechta faol markaz bo'ladi?

- A. 1-2
- B. 2-7
- C. 4-5
- D. Asosan 2 ta

34. Proferment deb qanday fermentlarga aytiladi?

- A. O'ta faol
- B. Nofaol
- C. Reaktsiyalarda ishtirok etmaydigan
- D. V va S javoblar to'g'ri

35. Kofaktrolarning vazifasi nimadan iborat?

- A. Ferment sintezida ishtirok etadi
- B. Ferment faolligini oshiradi
- C. Fermentni faolsizlantiradi
- D. Fermentni parchalaydi.

36. Molekulyar biofizika nimani o'rganadi?

- A. Barcha molekulalarning tuzilishi
- B. Oqsillar va uglevodlarning tuzilishi
- C. Biopolimerlarning tuzilishi va xossasini
- D. Barcha javoblar to'g'ri

37. Gonopolimer moddalarni aniqlang?

- A. Uglevod
- B. Yog'
- C. Oqsil
- D. A va V

38. Getropolimer moddalarni aniqlang?

- A. Uglevod
- B. Oqsil
- C. Yog'
- D. V va S

39. Polimerlar qanday faza holatida bo'ladi?

- A. Uram va globula
- B. Uram va to'r
- C. Chiziqli va to'r
- D. Chiziqli va globula

40. Steroxususiylik (maxsuslik) nima?

- A. Turli sharoitlarga moslashuvchanlik
- B. Tirik organizmlarning faqat bir turdagi moddalarga tanlab ta'sir etishi
- C. A va V
- D. To'g'ri javob yo'q.

41. Vodorod bog'lanishi tushunchasini qaysi olimlar tomonidan va qachon kashf etildi?

- A. 1920 y. Frits Linman, J.Mob
- B. 1940 y. Latimer, Rodebush
- C. 1920 y. Latimer, Rodebush
- D. 1925 y. Rodebush, Shade

42. Polpeptid zanjiri qanday konfarmatsion holatlarda bo'ladi?

- A. α Ba γ
- B. β Ba γ
- C. γ , α Ba β
- D. α Ba β

43. Polpeptidning qanday konfarmatsion holatida zanjir qatlangan tuzilishga ega bo'lib, parallel zanjirlardan tashkil topgan bo'ladi.

- A. α
- B. β
- C. γ
- D. Hamma javoblar to'g'ri.

44. Qaysi javobda membranalarga to'liq ta'rif berilgan?

- A. Tsitoplazma va tashqi muhit hamda hujayra ichki strukturalarni chegaralovchi yupqa xujayra strukturasidir
- B. Tsitoplazma va hujayra ichidagi strukturalarni chegaralaydigan, hujayra ichida yagona kanalchalar, taxlamchalar tizimini hosil qiladigan, hujayra strukturasidan iborat.
- C. Tsitoplazmani hujayralararo suyuqlikdan ajratib turuchi yupqa parda
- D. Barcha javoblar to'g'ri

45. Membrana oqsilari qanday funktsiyalarni bajaradi?

- A. Fermentativ, transport qiluvchi, struktura, himoya va oziqlantiruvchi
- B. Oziqlantiruvchi, transport qiluvchi, ion g'amlovchi va himoya
- C. Transport qiluvchi, fermentativ, struktura, boshqaruv
- D. Himoya, oziqlantiruvchi, fermentativ, boshqaruv

46. Lipidlar necha qismdan tashkil topgan?

- A. 2.
- B. 3.
- C. 4.
- D. 1.

47. Fosfolipidlarning boshcha qismi nimadan tarkib topgan?

- A. DNK.
- B. Uglevodorod.
- C. Yog'lar

D. Fosfor kislotasi qoldig'i

48. Lipidlar hujayra membranasida qanday joylashadi?

A. Monosloy,

B. Bisloy

C. Liposoma

D. Mitsella

49. Hujayrada lipidlarning ikki qavat bo'lib joylashishini qaysi olim tomonidan ochilgan?

A. J.Robertson

B. F.Lipman

C. S.I.Vavilov

D. J.Leob

50. Membranada suvning qanday turlari mavjud?

A. Erkin, og'ir va bog'langan

B. Egallangan, erkin va engil

C. Engil, og'ir va erkin

D. Erkin, bog'langan va egallangan

51. Egallangan suv membrananing qaerida uchraydi?

A. Lipid qatlam ostida

B. Lipid qatlam orasida

C. Lipid qatlam ustida

D. A va B javoblar to'g'ri

52. Limfotsitlarning sharsimon ko'rinishi nima deyiladi?

A. Mitsella.

B. Liposoma

C. Triposoma

D. Barcha javoblar to'g'ri.

53. Hujayraning «madaniy o'limi» deyiladi.

A. Nekroz.

B. Agregatsiya

C. Apoptoz

D. Replikatsiya.

54. Hujayraning ma'lum o'zgarishga uchrab nobud bo'lishi deyiladi.

A. Renlikatsiya.

B. Agregatsiya

C. Apoptoz

D. Nekroz

55. Membranalarning bir-biriga yopishib qolishi deyiladi.

A. Replikatsiya

B. Agregatsiya

C. Apoptoz

D. Nekroz

56. Apoptoz sodir bo'lishiga qaysi organoid faoliyatining buzilishi sabab bo'adi?

A. Yadro.

B. Mitoxondriya

C. Goldji

D. Endoplazmatik to'r.

57. Membranada pora (teshikcha)lar mavjudligi nechanchi yilda o'rganilgan?

A. 1957 yil.

B. 1962 yil.

C. 1935 yil.

D. 1956 yil.

58. Uniport nima?

A. Ikki xil moddaning bog'langan holda tashilishi.

B. Ikki xil moddaning bog'langan holda qarama-qarshi yo'nalishda tashilishi

C. Bitta moddaning mustaqil transporti.

D. To'g'ri javob berilmagan

59. Simport nima?

A. Ikki xil moddaning bir yo'nalishda birgalikda tashilishi

B. Bitta moddaning mustaqil transporti.

C. Ikki xil moddaning bog'langan holda qarama-qarshi yo'nalishda tashilishi

D. To'g'ri javob berilmagan

60. Qanday transport energiya sarflanishi bilan ro'y beradi?

A. Passiv.

B. Aktiv.

C. Diffuziya.

B. Simport.

61. Aktiv transport deb nimaga aytiladi?

A. Moddaning elektrokimyoviy potentsiali pastroq tomonga diffuziyalanishi

B. Ikki xil moddanin bir yo'nalishdagi tashilishi

C. Moddaning elektrokimyoviy gradientga qarshi yo'nalishda tashilishi

D. Moddaning qarama-qarshi yo'nalishda tashilishi.

62. Diffuziya nima?

A. Molekulalarning yuqori tomondan kontsentratsiyasi tuban (past) tomonga o'z-o'zidan siljishidir.

B. Ikki xil moddanin bir yo'nalishdagi tashilishi

C. Moddaning elektrokimyoviy gradientga qarshi yo'nalishda tashilishi

D. Moddaning qarama-qarshi yo'nalishda tashilishi.

63. Fik tenglamasi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

A. $J = P (C_2 - C_1)$

B. $P = D \sqrt{h}$

C. $J = D (dc/dx)$

D. $D = \text{IKT}$

64. Nernst-Plank tenglamasi qaysi javobda to'g'ri berilgan

A. $J = P (C_2 - C_1)$

B. $P = D \sqrt{h}$

C. $J = D (dc/dx)$

D. $D = \text{IKT}$

65. Ion kanallari nima hisobiga hosil bo'ladi?

A. Lipid

- B. Uglevod
- C. Oqsil
- D. Barcha javob to'g'ri

66. Ionoforlar qanday vazifa bajaradi?

- A. Barcha turdagi ionlarni membranadan olib o'tadi.
- B. Ionlarni tanlab membranadan olib o'tadi.
- C. Hech qanday vazifa bajarmaydi.
- D. To'g'ri javob yo'q.

67. Ionofor A23 qaysi ionni tashiydi?

- A. Ca^{2+}
- B. K^+
- C. Na^+
- D. Barcha ionlarni

68. Kaliy ionini qanday ionofor tashiydi?

- A. Ionofor A 23
- B. Magnezon
- C. FCCP
- D. Valinomitsin

69. Magniy ionini qanday ionofor tashiydi?

- A. Ionofor A 23
- B. Magnezon
- C. FCCP
- D. Valinomitsin

70. Hujayra ichida qaysi ionlar kontsentratsiyasi yuqori bo'ladi?

- A. Na^+
- B. K^+ va Cl^-
- C. K^+ va organik kislota qoldig'i
- D. K^+

71. Hujayra tashqarisida qaysi ionlar kontsentratsiyasi yuqori bo'ladi?

- A. K^+
- B. Na^+ va Cl^-
- C. K^+ va organik kislota qoldig'i
- D. Na^+ va organik kislota qoldig'i

72. Tinchlik potentsialiga (TP) to'liq ta'rif qaysi javobda keltirilgan?

- A. Tinch holtida hosil bo'ladigan elektr potentsial TP deyiladi.
- B. Hujayra ichi va tashqarisida ion taqsimlanishi turlicha bo'lishi TP ni hosil qiladi.
- C. Hujayraning tinchlik paytida uning [tsitop-k](#) membranasi bilan tashqi muhit o'rtasidagi mavjud potentsiallar farqi
- D. A va B javoblar to'g'ri

73. Tinchlik potentsiali (TP) hosil bo'lishi K^+ ioniga bog'liqligi qaysi olim tomonidan aniqlangan.

- A. Nernst-Plank
- B. Robertson
- C. Fik
- D. Bernshteyn

74. Tinchlik potentsialini ifodalovchi Nernst formulasini aniqlang?

- A. $E_{Na^+} = RT/F \ln Na_0/Na_i$
- B. $E_K = RT/F \ln K_0/K_i$
- C. $E_{K1Na} = RT/F \ln K/Na$
- D. $E_{K1NaCl} = RT/F \ln K \cdot Cl_0 / Na \cdot Cl_i$

75. Tsitoplazmadagi K^+ miqdori tashqarisidagidan necha marta ko'p?

- A. 75.
- B. 25.
- C. 100.
- D. 50.

76. Nerv tolasining tinch holatidagi potentsiiali nechchiga teng?

- A. 110 mV
- B. 80 mV
- C. 70 mV
- D. 90 mV

77. Membrananing umumiy potentsialini ifodalovchi formulani toping?

- A. $E = E_K + E_{Na} + E_{Cl}$;
- B. $E = E_{Na} + E_K + E_{Ca}$;
- C. $E = E_{Cl} + E_{Ca} + E_K$;
- D. $E = E_{Na} + E_{Mg} + E_K$:

78. Harakat potentsialining tarqalish tezligi nechaga teng?

- A. 0,1 – 0,5 ms
- B. 0,5 – 10 ms
- C. 0,2 – 5 ms
- D. 0,5 – 5 ms

79. Harakat potentsialining qanday fazalari mavjud?

- A. Giperpolyarizatsiya, depolyarizatsiya
- B. dipolyarizatsiya, polyarizatsiya, riopolyarizatsiya
- C. depopolyarizatsiya, repolyarizatsiya, giperpolyarizatsiya
- D. Barcha javoblar to'g'ri.

80. Giperpolyarizatsiya xodisasining ro'y berishi qaysi ionga bog'liq?

- A. Na^+
- B. K^+
- C. Cl^-
- D. Ca^{++}

81. Harakat potentsialining repolyarizatsiya boqichi qaysi bosqichdan so'ng yuzaga keladi?

- A. Giperpolyarizatsiya
- B. Polyarizatsiya
- C. Depolyarizatsiya
- D. Oxirgi bosqichdan so'ng.

82. Qo'zg'alish qaysi toladan sakrab-sakrab (saltator) o'tadi?

- A. Mielinsiz
- B. Akson
- C. Dendrit

D. Mielinli

83. Depolyarizatsiya bosqichida qaysi ion uchun o'tkazuvchanlik oshib ketadi?

A. K^+

B. Cl^-

C. Ca^{++}

D. Na^+

84. Membrananing 1 mkm^2 satxida qancha kanal bor?

A. 5 – 10

B. 20 – 30

C. 40 – 50

D. Cheksiz

85. Membrananing diametri qanchaga teng?

A. 4 – 5 mm

B. 1 – 2 mm

C. 2 – 3 mm

D. 5 – 10 mm

86. Sarkomerni uzunligini aniqlang?

A. 2,0 mkm

B. 4,0 mkm

C. 1,0 mkm

D. 3 mkm

87. Muskulning asosiy harakatlantiruvchi strukturasi . . . deyiladi.

A. Sarkomer

B. Miofibrilla

C. Meromiozin

D. Plastinka

88. Ca^{2+} ni sezuvchi boshqaruv kompleksi qaerda joylashgan?

A. Yo'g'on tolalar

B. Miofibrilla

C. Ingichka tolalar

D. Kapillyar

89. Muskul qisqarganda qaysi tolalarning uzunligi o'zgarmaydi?

A. Yo'g'on

B. Yo'g'on va ingichka

C. Ingichka

D. Unday tola yo'q

90. Muskul qisqarganda ishtirok etuvchi asosiy ionni belgilang.

A. Na^+

B. K^+

C. Cl^-

D. Ca^{2+}

91. Tanada retseptorlar joylashishiga qarab necha tipga bo'linadi?

A. 2.

B. 3.

C. 4.

D. 1.

92. Mexanoretseptor nima?

- A. Og'riqni sezuvchi retseptorlar
- B. Yorug'likni sezuvchi retseptorlar
- C. Haroratni sezuvchi retseptorlar
- D. Mexanik ta'sirotlarni sezuvchi retseptorlar

93. Fotoretseptor nima?

- A. Og'riqni sezuvchi retseptorlar
- B. Yorug'likni sezuvchi retseptorlar
- C. Haroratni sezuvchi retseptorlar
- D. Mexanik ta'sirotlarni sezuvchi retseptorlar

94. Rangli ko'rish ko'zning qaysi hujayralari faoliyati bilan bog'liq?

- A. Kolbachasimon
- B. Tayoqchasimon
- C. Sharsimon
- D. Sigmoid

95. Funktsional-fiziologik reaksiyalar qanday nur ta'sirida amalga oshadi?

- A. Ultrabinafsha
- B. Infraqizil
- C. Rentgen
- D. Ko'rinuvchi

96. Destruktiv-modifikatsion reaksiyalar qanday nur ta'sirida amalga oshadi?

- A. Ultrabinafsha
- B. Infraqizil
- C. Rentgen
- D. Ko'rinuvchi

97. Fotosintez natijasida har yili qancha O₂ ishlab chiqiladi?

- A. 15 mlrd tonna
- B. 150 mlrd tonna
- C. 200 mlrd tonna
- D. 500 mlrd tonna

98. Radioaktiv nurlar ta'sirida organizmda nimalar hosil bo'ladi?

- A. alfa, betta va gamma nurlar
- B. ionlar, radikallar va peroksidlar
- C. Radioliz
- D. Hech narsa hosil bo'lmaydi.

99. Nurlanish dozasini belgilovchi formulani toping.

- A. $D = A/\Delta Q$
- B. $D = E/m$
- C. $E = D - A$
- D. $F = U - Tds$

100. Meditsinada radioaktiv izotoplar nima maqsadda foydalaniladi?

- A. Tashxis qo'yishda
- B. Kasalliklarni davolashda
- C. Immunitetni oshirish uchun

D. Kasalliklarni aniqlash va davolashda.

101. Xemoosmotik nazariya nuqtai-nazaridan energiyaning transformatsiyalanish jarayoni necha bosqichdan tashkil topadi ?

- A. 3 bosqich
- B. 1 bosqich
- C. 2 bosqich
- D. 4 bosqich

102. To'qimaning yig'indi qarshiligi nima deb ataladi ?

- A. qarshilik
- B. impedans
- C. kuch
- D. bosim

103. Biomembranadan o'tadigan biotok qanday jarayonga bog'liq ?

- A. ularda yuzaga keladigan qutublanish xossasiga
- B. ularda yuzaga keladigan qutublanmaslik xossasiga
- C. ularda yuzaga keladigan qutublanish va qutublanmaslik xossalriga
- D. tok kuchining o'zgarishiga

104. To'qima yoki organning impedansi uning holatiga bog'liq ?

- A. fizik
- B. ximik
- C. funktsional
- D. biologik

105. Qutublanish singari faqat tirik hujayraga xos xususiyatini toping?

- A. kuch
- B. dispersiya
- C. chastota
- D. energiya

106. Necha gts chostotaga to'qimaning elektr o'tkazuvchanligi maksimal kattalikka erishadi ?

- A. 10^6
- B. 10^8
- C. 10^7
- D. 10^5

107. To'qima impedansining o'zgarishini qayd etishga asoslangan diagnostika metodlari nima deyiladi ?

- A. qutublanish
- B. qarshilik
- C. kuchlanish
- D. reogafiya

108. Sintez jarayonida ishlatilmagan energiya turiga qarab fosforlanish qanday farqlanadi?

- A. fosforlanish va fotofosforlanish
- B. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanish va fotofosforlanish
- C. oksidlanish bilan kechadi
- D. qaytarilish bilan

109. Oksidlanish bilan kechadigan fotofosforlanishni qaysi organizmlarda uchratish mumkin ?

- A. mitoxondriyalar, aerob mikroorganizmlarda
- B. lizosomalarda
- C. mitoxondriyaning o'zida
- D. anaerob mikroorganizmlarda

110. Impuls nima ?

- A. Hujayra va to'qimalardan axborotni MNSga nerv hujayralari orqali uzatilishi
- B. Qarshilik
- C. o'zgaruvchanlik.
- D. Harakat

111. Hujayra nimalar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi ?

- A. yorug'lik, kimyoviy energiya, ATF energiyasining bog energiyasidan.
- B. yorug'lik energiyasi hisobiga
- C. kimyoviy energiya hisobiga
- D. ATF energiyasi.

112. Mitoxondriya elektron transport komponentlari tarkibi qaysi jarayonlardan iborat?

- A. I - NADN; II - FAD; III - tsitoxrom; IV - tsitoxrom;
- B. I - FAD; II - NADF; III - tsitoxrom; ATF
- C. I - NADF; II - tsitoxrom; III - tsitoxrom, IV - FAD
- D. I - FAD; II - tsitoxrom; IV - suktsinat

113. Fotofosforlanish jarayoni qaysi organizmlarda uchraydi ?

- A. tilakoid membranasi, fotosintezlovchi bakteriyalar, mitoxondriyasida,
- B. xloroplastlar, tilokoid membranasi tsitoplazmatik membranasi
- C. xloroplastlar, tilokoid membranasi fotosintezlovchi bakteriyalar
- D. xloroplastlar, fotosintezlovchi bakteriyalar

114. Mitoxondriya ichki membranasi barerlik yuz beradigan jarayonlarni belgilang ?

- A. amitokinoz
- B. termitoksikoz
- C. gipoksiya, teritoksikoz, avitaminoz
- D. gipoksiya

115. ATF organizmda qanday vazifani bajaradi ?

- A. Oksidlovchi
- B. Ozuqa
- C. Transport qiluvchi
- D. Boshlang'ich energiya manbai

116. Ko'rish pigmenti radopsinni proton nasos vazifasini bajaruvchi fotoelektrik molekulyar generator deb atash mumkinmi ?

- A. ha
- B. yo'q
- C. bilmadim
- D. bo'lishi mumkin emas.

117. Bakteriya radopsin molekulalari membranasidan o'tadigan klasterlarga guruhlanib, zich lipid matriksiga joylashgan shaklda taxlangan ?

- A. geksogonal panjara
- B. klesterlar
- C. molekula
- D. klasterlar va molekula

118. Bakteriorodopsin xossalari bioelektron nuqtai nazardan qanday ahamiyatga ega ?

- A. bakteriorodopsin asosida sun'iy xotira qurilmalari shakllantirish
- B. bakteriorodopsinga ega plemir plankalar hosil qilish
- C. plankalardan kompyuter texnikasida foydalanish
- D. hamma javob to'g'ri.

119. Oqsilning strukturaviy tuzilishlari ?

- A. Birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi
- B. aniq emas
- C. to'g'ri va zig-zag
- D. spiral

120. Bir molekula glyukozaning oksidlanishi uchun qancha molekula O₂ yutilib, qancha SO₂ ajralib chiqadi ?

- A. 6 molekula O₂ va 6 molekula SO₂
- B. 6 molekula O₂ va 12 molekula SO₂
- C. 18 molekula O₂ va 3 molekula SO₂
- D. 5 O₂ va 4 SO₂

121. Elektronlarning qo'zg'alish xillari

- A. Singlet va triplet
- B. Kovalent va ion,
- C. Ichki va tashqi
- D. Parametrik va noparametrik

122. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday fermentlar muhim rol uynaydi ?

- A. NAD, FAD
- B. PДФ, УТФ
- C. АДФ, АТФ
- D. АТФ, НАД

123. Tunel efekti asosida amalga oshadigan reaksiyalar qaysi parametrga bog'liq bo'lmaydi?

- A. yorug'lik
- B. harorat
- C. issiqlik
- D. energiya

124. Qanday jarayonda ATF sintezlanadi ?

- A. kislorodsiz boradigan fosforlash
- B. suv bilan boradigan fosforlanish
- C. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanishda
- D. O₂ li boradigan fosforlashda

125. G'lofli bakteriyalardagi proton nasosining faoliyati qanday jarayon bilan bog'liq ?

- A. ATF sintezlanishi
- B. bakteriya membranalaridan elektronlar o'tishi faoliyati bilan
- C. guruhlantirishini ta'minlovchi natriy nasos faoliyati bilan
- D. ADF ning fosforlanishi bakteriya hujayrasining ichki muhitini ATF sintezlanishini, fosforlanish mexanizmini buzilishi faoliyati bilan

126. Organizmda kechadigan patologik jarayonlar qanday faoliyatini buzilishi bilan bog'liq ?

- A. nafas zanjiri bo'ylab amalga oshadigan elektronlar oqimining to'xtashi bilan
- B. bog'lovchi membranalarining energiya transformatsiyalash mexanizmini uzilishi bilan
- C. energiya oqimining buzilishi bilan
- D. ichki membranasi barerlik holatining buzilishi bilan

127. Sintez jarayonida ishlatiladigan energiya turiga bog'liq holda fosforlanish

.....

- A. qaytarilish bilan kechadigan fosforlanish
- B. tsiklik fosforlanish
- C. tsiklsiz fosforlanish
- D. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanish va fotofosforlashish

128. Xemiosmotik nazariyaning asosiy g'oyasi nimalardan iborat ?

- A. oksidlanish
- B. energiya transformatsiyalanish jarayonini yopiq membranaviy
- C. elektronlar zanjirlarining bog'lovchi sohalari orqali tashilishini ta'minlash qurilmalarda zaryadlar ajratilishining amalga oshirishini ta'minlashdan
- D. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanish

129. Oksidlanish-qaytarilishi jarayonida NADQ qaytarilganda qanday holatga o'tadi ?

- A. NADF
- B. NADN
- C. NADFN2
- D. ATF

130. Qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi biriktirib olgan elektronlar soniga nisbati

- A. yuqori
- B. teng
- C. past
- D. baland

131. Biologik obe'ktlar tok bilan bog'liq holda qanday xossani namayon eta oladi ?

- A. tokni kuchaytirish
- B. tokni kamaytirish
- C. tokni susaytirish
- D. tokni qutublantira olish

132. Hujayrada elektr o'tkazuvchanligini amalga oshirishiga sabab ...

- A. protoplazmada patologik dizentratsiyaning yuz berishi
- B. tokning normal holatdan susayishi
- C. tokning kupayishi
- D. tokning yo'qolishi

133. Organizm tomonidan 1 sutka davomida ajratilgan issiqlik miqdori ...kkal?

- A. 1859
- B. 1680
- C. 1879
- D. 1900

134. Nafas olish jarayonida glyukoza molekulasinng oksidlanishi qanday amalga oshadi?

- A. Sistema barqaror holatda bo'lganda
- B. Elektrokimyoviy potentsial bilan
- C. Erkin energiyaning ortishi bilan
- D. Erin energiyaning kamayishi bilan

135. Entropiyaning hosil bo'lish tezligi doimiy bo'lib,uning kattaligi minimal.Bu-..

- A. M.Lyapunov kriteriyasi
- B. Ongayzer aloqadorligi
- C. Prigojin teoremasi
- D. Gess qonuni

136. Nochiziq jarayonlar termodinamikasi deb nom olgan ta'limot qaysi olimlar tomonidan o'rganilgan?

- A. Prigojin,Glensdorf
- B. Lyapunov, Bernar
- C. Belousov, Jabotinskiy
- D. Gibbs,Ongazer

137. Belousov kashf etgan gomogen davriy kimyoviy oksidlanish reaksiyasi qaysi moddalar aralashmasida hosil bo'ladi?

- A. To'g'ri javob yo'q
- B. Oqsil va nuklein kislotalarda
- C. Na,K va ATFaza
- D. Limon kislotasining $KVrO_3$ va $Se(SO_4)_2$ aralashmasida

138. «Voltera-Lotka» modeli mohiyati nimadan iborat?

- A. Sistema sakrash yo'li bilan barqaror shoxga o'tishi mumkin
- B. Bu uzluksiz funktsiyalardir
- C. X va U biologik ma'noga ega bo'lsa,ularga ma'lum cheklanishlar qo'yiladi
- D. Modda kontsentratsiyasi faqat musbat bo'ladi

139.Yorug'likning molekula tomonidan yutilishini ifodalaydi

- A. $A=A_0 + \text{иссиқлик}$
- B. $A_0+h\nu=A$
- C. $D+h\nu=D$
- D. $D+A=A+D$

140.Lipidli qo'shqavatning fazoviy holatiga eng kuchli ta'sir etuvchi omil qaysi?

- A. pN muhit

- B. Harorat, xolestirin miqdori
- C. ATF va NAD
- D. Ca^{+2} ionlarning mavjudligi

141. Hujayra membranasi tuzilishining suyuq mozaika modeli kim tomonidan yaratilgan?

- A. Buger-Lambert
- B. 2 Kashi.
- C. S.Nikolson
- D. Grotgus

142. Membrana oqsillari membranada joylashishiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?

- A. pereferik va diffuzion
- B. assimetrik va integral
- C. lateral va spektr
- D. periferik va integral

143. Uniport qanday izohlanadi ?

- A. ikkita moddaning mustaqil transporti
- B. bitta moddaning passiv tansporti
- C. bitta moddaning mustaqil transporti
- D. ikki xil moddaning bog'langan holda yo'nalishi

158. Membrana orqali diffuziyani tasvirlovchi FIK tenglamasini ko'rsating?

1. $J = D \cdot (dc/dx)$

2. $K \frac{(C_1 - C_0)}{E} = dc / dx$

3. $I = \frac{DK}{E} (C_1 - C_0)$

4. $J = -D(dc/dx) - U_c Z F (d\phi / dx)$

144. Steriospetsefiklikni izohlang.

- A. har xil substrat va metabolitlarning osonlashgan diffuziyasi
- B. bir xil substratlarning oddiy diffuziyasi
- C. izomerlardan faqat ikki hilining tashilishi
- D. membrana orqali ionlarning aktiv harakati

145. Hujayralarda transport ATF azalarni necha turga ajratish mumkin?

- A. 2
- B. 4
- C. 5
- D. 3

146. Nerv impulsaridan axborotning tashilishi bilan bog'liq elektr zaryadiga ega qurilma nima deyiladi?

- A. kuchlanish sensori
- B. elektr maydon
- C. kuchlangan maydon
- D. zaryadli kanallar

147. V-tur transport ATF azalar qaelarda uchraydi?

- A. prokariotlar tashqi membranalarida
- B. o'simlik tonoplastlarda
- C. lizasomalarni oraliq qismida
- D. mitaxondrniya ichki membranasi

148. 2 ta fosforlangan formallarni qaysi tur ATF aza o'z ichiga oladi?

- A. R-tur ATF aza
- B. F-tur ATF aza
- C. V-tur ATF az
- D. hech qaysi kirmaydi

149. Belousov kashf etgan gomogen davriy kimyoviy oksidlanish reaksiyasi qaysi moddalar aralashmasida hosil bo'ladi?

- A. Na, K va ATPaza
- B. Oqsil va nuklein kislotalarda
- C. To'g'ri javob yo'q
- D. Limon kislotasining KVO_3 va $\text{Se(SO}_4)_2$ aralashmasida

150. Lipidli qo'shqavatning fazoviy holatiga eng kuchli ta'sir etuvchi omil qaysi?

- A. ATP va NAD
- B. pH muhit
- C. Ca^{+2} ionlarining mavjudligi
- D. Harorat, xolesterin miqdori

151. Prokariot va eukariot hujayralarda transport ATPazalarni nechta turga ajratish mumkin?

- A. 3ta
- B. 5ta
- C. 2ta
- D. To'g'ri javob yo'q

152. Organizmda biofizikaviy jarayonlarni hisoblashda e'tiborga olinadigan o'zgaruvchan parametrlarni ko'rsating.

- A. Konsentratsiyalar, populyatsiyalar soni, mikroorganizmlar miqdori
- B. RN ko'rsatgich. Namlik
- C. Organizm harorati
- D. Konsentratsiyalar, harorat, Mikroorganizmlar soni .

153. Statsionar holatning barqarorligi nima?

- A. To'qima yoki hujayrada hosil bo'lgan mahsulot.
- B. So'nmas tebranishlar mavjudligi
- C. Sistemaning qo'zg'alishdan so'ng o'z statsionar holatga qayta olish xossasi
- D. Sistemada energiyaning ifodalanishi .

154. Matematik modellashning asosiy printsiplari?

- A. Tenglamalar sonini qisqartirish, Tor joy printsipti, Ierarxiyaviy printsipti
- B. Tenglamalar sonini qisqartirish
- C. Tor joy printsipti
- D. Ierarxiyaviy printsipti

155. Trigger o'tishning usullarini ko'rsating.

- A. Maxsus va nomaxsus
- B. Tor joy printsipti

C. 3. Ierarxiyaviy printsip va nomaxsus

D. A. S.

156.Trigger nuqtasining beqaror va barqaror nuqtalar kesishgan xolati nima deb ataladi?

A. Bifurkatsion nuqta

B. Trigger nuqta

C. Dinamik o'sish

D. Separatrisa

157.Dissipativ strukturalarni ko'rsating ?

A. Fazoviy, zamoniy, fazo – zamoniy.

B. Zamoniy, qatoriy.

C. Fazoviy, zamoniy, bifurkatsion.

D. A. S.

158.Biofizikaning qaysi bo'limi organizm strukturaviy tuzilishini shakllanishida ishtirok etuvchi molekulalardagi sarflangan va sarflanadigan energiya oqimini o'rganadi?

A. kvant biofizikasi

B. biologik jarayon termodinamikasi

C. molekulyar biofizika

D. nazariy biofizika

159. Qisqa to'lqinli (rentgen va λ nurlanish) nurlarning biofizik ob'ektlarga ta'sirini o'rganadigan fan nima deb ataladi?

A. fotofizika

B. fotoximiya

C. radiobiologiya

D. nazariy biologiya

160.Qo'zg'algan S_1 holatdan asosiy S_0 holatga o'tishda sodir bo'ladigan nurlanish?

A. singlet

B. interkombinatsion konvertsiya

C. fluorestsentsiya

D. triplet

161.Energiya migratsiyalanishi – bu...

A. bir xil multipletlikga , har xil elektronli qo'zg'alish holatlari aro molekulyarich nurlanishsiz o'tishdir.

B. energiyaning nurlanishsiz , donor bilan aktseptorning kinetik to'qnashuvlarsiz issiqlikga aylanmasdan , atomlar oralig'dan ancha katta masofaga uzatilishidir.

C. har xil multipletlikka ega holatlar aro molekulyar ich o'tishidir

D. qo'zg'algan S_1 xolatdan asosiy S_0 holatga o'tishidir.

162.Fotokimyoviy reaksiyalarni nechta turlari bor va ular qaysilar.

A. 5 ta: fotoqaytarilish , fotooksidlanish , qayta guruhlanish, zomerlanish, fotokimyoviy parchalanish .

B. 3 ta : almashma-rezonans yo'li , induktiv – rezonans yo'li va eksiton yo'li .

C. 3 ta : yuksak kimyoviy aktivlik paromagnitik zanjirli reaksiyalarni boshlab berish.

D. 2 ta : yorug'lik fazasi va qorong'ulik fazasi .

163. Juftlashmagan elektronga ega bo'lgan molekula yoki uning fragmenti?

A. Orbita.

B. Radikal

C. Erkin radikal.

D. Ditsipatsiya.

164. Qo'zg'alishning yo'llarini ko'rsating?

A. Almashma rezonans, Induktiv rezonans, eksiton yo'l .

B. Induktiv rezonans .

C. eksiton yo'l.

D. To'g'ri javob yo'q.

165. Entropiya nima?

A. Organizmdagi mavjud energiyalar yig'indisi.

B. Tashqi energiya.

C. Ichki energiya.

D. Kinetik energiya.

166. Ochiq biologik sistemalarning o'ziga xosligi

A. Statsionar xolatning qaror topishidir.

B. Sistema tarkibiy qismlariga siri.

C. Kimyoviy jarayonlarning qaror topishidir.

D. Kinetik jarayonlarning harakati.

181. Fermentning faollik davriga teng.

A. 0.01-100ms

B. 0.1 -100ms

C. 0.001-110ms

D. 0.01-101ms

167. Sistema o'zgaruvchi kattaligining o'zgarish tezligi belgisi

A. dC_n/dt

B. dC_n/df

C. f/dt

D. dC/dt

168. Sistemaning bir barqaror statsionar holatdan boshqa statsionar holatga o'tishi....

A. triggerlik xossasi

B. tripletlik xossasi

C. singletlik xossasi

D. flyuorestsepsiya xossasi

169. Hayvonlarning proteolitik fermentlari qanday oqsillarni gidrolizlaydi.

A. L – aminokislotalardan tashkil topgan oqsilar.

B. D- aminokislotalardan tashkil topgan oqsilar

C. α aminokislotalardan tashkil topgan oqsillar.

D. β – aminokislotalardan tashkil topgan oqsillar.

170. Monomerlarning fazoviy muntazamligi nimalarni tashkil etadi.

- A. Ikkilamchi strukturalarni
- B. uchlamchi strukturalarni
- C. to'rtlamchi strukturalarni
- D. birlamchi strukturalarni

171. Oqsil, nuklein kislotalar bilan polisaharidlarning vazifalari farki nimada?

- A. Oqsillar va NKlar informatsiya saklovchi va tashuvchi, polisaharidlar esa tayanch va ozuka vazifalarini bajaradi.
- B. Polisaharidlar kabi NKlar ozuka vazifasini bajaradi.
- C. Oqsil, NKlar va polisaxaridlarning vazifalari unchalik farq qilmaydi.
- D. A va C javoblar to'g'ri

172. Makromolekulaning birlamchi strukturasi deganda nimani tushunasiz?

- A. Oqsil va Nuklein kislotalar molekulari kovalent boglar orkali bog'langan monomerlarning muntazam va aniq ketma-ketligidan tashkil topishi.
- B. Monomerlarning fazoviy muntazamligi.
- C. Egilishlar, diffuziya va vodorod boglar elektrostatak va gidrofob ta'sirlashishlar tufayli 2lamchi struktura elementlarining fazoviy taxlanishi.
- D. Subbirliliklar assotsiatsiyasidan iborat molekulyar ust struktura tushuniladi.

173. Makromolekulaning uchlamchi strukturasi haqida ma'lumot bering.

- A. Egilishlar, diffuziya va vodorod bog'lar elektrostatik va gidrofob ta'sirlashishlar tufayli ikkilamchi struktura elementlarining fazoviy taxlanishi.
- B. Monomerlarning fazoviy muntazamligi.
- C. Oqsil va NKlar molekulari kovalent bog'lar orqali bog'langan monomerlarning muntazam va aniq ketma-ketligidan tashkil topgan bo'ladi.
- D. Subbirliliklar assotsiatsiyasidan iborat molekulyar ust struktura tushuniladi.

174. Makromolekuladagi ta'sirlashuvchi kuchlarga nimalar kiradi?

- A. Elektrostatik ta'sirlashishlar, Vander – Vals ta'sirlashishlar, dispersion ta'sirlashishlar, Dipol-dipol ta'sirlashish, dipol induktsiyalangan, gidrofob ta'sirlashishlar.
- B. Dipol-dipol ta'sirlashish, dipol induktsiyalangan, gidrofob ta'sirlashishlar.
- C. Birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi ta'sirlashuvchi kuchlar.
- D. To'g'ri javob berilmagan.

175. Kooperativ boglanish deganda nimani tushunasiz?

- A. Bir xil markazlar assotsiatsiya konstantalarining uzgarishi orkali amalga oshadigan boglanish.
- B. Gemoglobinning kislorodga to'yinish grafigi.
- C. Makromolekulada yuz bergan elektron jaraenlar.
- D. Gemoglobinning oksigenatsiyalanishi.

176. Sistemaning bir barqaror statsionar holatdan boshqa statsionar holatga o'tishi....

- A. triggerlik xossasi
- B. tripletlik xossasi
- C. singletlik xossasi
- D. flyuorestsepsiya xossasi

177. Organizmda kechadigan patologik jarayonlar qanday faoliyatini buzilishi bilan bog'liq?

- A. nafas zanjiri bo'ylab amalga oshadigan elektronlar oqimining to'xtashi bilan
- B. bog'lovchi membranalarining energiya transformatsiyalash mexanizmini uzilishi bilan
- C. energiya oqimining buzilishi bilan
- D. ichki membranasi barerlik holatining buzilishi bilan

178. Sintez jarayonida ishlatiladigan energiya turiga bog'liq holda fosforlanish

.....

- A. qaytarilish bilan kechadigan fosforlanish
- B. tsiklik fosforlanish
- C. tsiklsiz fosforlanish
- D. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanish va fotofosforlashish

179. Xemosmotik nazariyaning asosiy g'oyasi nimalardan iborat?

- A. oksidlanish
- B. energiya transformatsiyalanish jarayonini yopiq membranaviy
- C. elektronlar zanjirlarining bog'lovchi sohalari orqali tashilishini ta'minlash qurilmalarda zaryadlar ajratilishining amalga oshishini ta'minlashdan
- D. oksidlanish bilan kechadigan fosforlanish

180. Oksidlanish-qaytarilishi jarayonida NADQ qaytarilganda qanday holatga o'tadi?

- A. NADF
- B. NADN
- C. NADFN2
- D. ATF

181. Qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi biriktirib olgan elektronlar soniga nisbati

- A. yuqori
- B. teng
- C. past
- D. baland

182. Biologik obe'ktlar tok bilan bog'liq holda qanday xossani namayon eta oladi?

- A. tokni kuchaytirish
- B. tokni kamaytirish
- C. tokni susaytirish
- D. tokni qutublantira olish

183. Hujayrada elektr o'tkazuvchanligini amalga oshishiga sabab ...

- A. protoplazmada patologik dizentratsiyaning yuz berishi
- B. tokning normal holatdan susayishi
- C. tokning kupayishi
- D. tokning yo'qolishi

184. Organizm tomonidan 1 sutka davomida ajratilgan issiqlik miqdori ...kkal?

- A. 1859
- B. 1680
- C. 1879
- D. 1900

185. Nafas olish jarayonida glyukoza molekulasinng oksidlanishi qanday amalga oshadi?

- A. Sistema barqaror holatda bo'lganda
- B. Elektrokimyoviy potentsial bilan
- C. Erkin energiyaning ortishi bilan
- D. Erin energiyaning kamayishi bilan

186. Entropiyaning hosil bo'lish tezligi doimiy bo'lib,uning kattaligi minimal. Bu-..

- A. M.Lyapunov kriteriyasi
- B. Ongayzer aloqadorligi
- C. Prigojin teoremasi
- D. Gess qonuni

187. Nochiziq jarayonlar termodinamikasi deb nom olgan ta'limot qaysi olimlar tomonidan o'rganilgan?

- A. Prigojin, Glensdorf
- B. Lyapunov, Bernar
- C. Belousov, Jabotinskiy
- D. Gibbs, Ongazer

188. Belousov kashf etgan gomogen davriy kimyoviy oksidlanish reaksiyasi qaysi moddalar aralashmasida hosil bo'ladi?

- A. To'g'ri javob yo'q
- B. Oqsil va nuklein kislotalarda
- C. Na, K va ATPaza
- D. Limon kislotasining KBrO_3 ba $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ aralashmasida

189. «Voltera-Lotka» modeli mohiyati nimadan iborat?

- A. Sistema sakrash yo'li bilan barqaror shoxga o'tishi mumkin
- B. Bu uzluksiz funktsiyalardir
- C. X va U biologik ma'noga ega bo'lsa, ularga ma'lum cheklanishlar qo'yiladi
- D. Modda kontsentratsiyasi faqat musbat bo'ladi

190. Moddalar xujayra membranasidan o'tishda qanday to'siklar uchraydi (Fill qoidasi)

1) suvli qatlam, 2) lipidli membrana

- A. 1, 2, 1
- B. 2, 1, 2
- C. 3.1, 2
- D.2, 1

191. Bioelektroenezga nima deb aytiladi?

- A. Hujayra membranasidan zaryadlangan zarralarni to'planishidan yuzaga keladigan energiyaga
- B. Hujayra menmbranasida ionlarni xarakatlanishidan yuzaga keladigan energiyaga
- C. Membranadan zaryadlangan zarralarni o'tishiga
- D. Biotokning yuzaga kelishiga

192. Xujayra membranasini tomonlarida qachon muvozanat qaror topadi.

- A. ATP sintezi jarayonida C va D
- B. Tsitoplazmada moddalar almashinuvi yoki sintezi jarayonida

- C. Muvozanat yuzaga kelmaydi
- D. Membranadan moddalar o'tish jarayonida

193. Membrana yuzasida qaysi vaqtda potentsiallar farqi kuzatiladi?

- A. Membrana tomonlarida ionlar turlicha taqsimlanganda
- B. Har doim
- C. Ichki va tashqi ionlar bir xil bo'lganda
- D. Ionlar harakatlanishida

194. Retseptsiya jarayoni nima?

- A. Yorug'lik nurlarini kvantlab olish hisobiga yuzaga keladigan jarayon.
- B. Axborotning qabul qilinishi
- C. Nerv impulslarining MNSga uzatilishi
- D. Retseptorlar yordamida axborotning qabul qilinishi

195. Retseptor xillari.

- 1) Tashqi kuch ta'sirini qabul qiluvchi
- 2) Energiya qabul qiluvchi (plastida)
- 3) Ta'sirlanuvchi

- A. 1 va 2
- B. 1 va 3
- C. 2 va 3
- D. 1; 2 va 3

196. Energiya transformatsiyalanishi hujayraning qaysi orgonoidida sodir bo'ladi?

- A. mitoxondriyada
- B. Golji apparatida
- C. endoplazmatik turda
- D. lizasomada

197. Fosforlanish qanday sodir bo'ladi?

- A. ADF ning sintezlanishida
- B. NADF ning sintezlanishida
- C. ATF ning sintezlanishida
- D. NADNning sintezlanishida

198. O'tkazgich qarshiligini aniqlash formulasini ko'rsating?

- A. $R = P \cdot e / s$
- B. $P = e / s$
- C. $P \cdot s / e$
- D. $F = A \cdot h$

199. To'qimadan o'tayotgan biotokni qanday izohlaysiz?

- A. $I = (V - P) / R$
- B. $I = (V + P) \cdot K$
- C. $I = (R - (V + P))$
- D. $I = (P \cdot K) + V$

200. Fotosintetik va oksidlanishli fosforlanish jarayonlarining xemosmotik kontseptsiyasini kim tavsif etdi?

- A. P. Bayer
- B. P. Mitchel

C. Xill
D. I. Prigojin

ON va YAN savollari

1-oraliq nazorat savollari

1. Biofizika fanining predmeti, vazifalari va bo'limlari
2. Biofizikaning tadqiqot usullari
3. O'zbekistonda biofizikaning rivojlanishi
4. Termodinamika haqida umumiy tushuncha va uning asosiy atamalari
5. Termodinamikaning 1-qonuni
6. Gess qonuni va entalpiya.
7. Termodinamikaning 2-qonuni.
8. Termodinamik potentsiallar.
9. Ochiq sistema entropiyasining o'zgarishi.
10. Onzager aloqadorligi.
11. Prigojin teoremasi.
12. Moddalarning passiv tashilishi va entropiya.
13. Aktiv tashilish va entropiya.
14. Chiziqli jarayonlarga termodinamik xarakteristika.
15. Nochiziqli jarayonlarga termodinamik xarakteristika.
16. Notirik ochiq sistemalarda uchraydigan dissipativ strukturalar.
17. Nochiziqli jarayonlar va barqarorlik mezoni.
18. Kimyoviy reaksiyalarning molekulyarligi va kinetika tiplari.
19. Ketma-ket reaksiyalar kinetikasi.
20. Parallel reaksiyalar kinetikasi.
21. Avtokatalitik reaksiyalar.
22. Bog'langan reaksiyalar.
23. Tsiklik reaksiyalar.
24. Qaytar reaksiyalar va reaksiyaning muvozanat konstantasi.
25. Fermentlar biologik katalizatorlar sifatida.
26. Ferment aktivligining boshqarilishi.
27. Ferment sintezining induksiya va repressiya mexanizmi.
28. Fermentativ sistemalarda statsionar holatlar.
29. Tebranmali fermentativ jarayonlar.
30. Biologik triggerlar haqida tushuncha.
31. Koordinatsiyali trigger modeli.
32. Biopolimerlar xiralligi.
33. Makromolekulalarda yuz beradigan xajmda ta'sirlashish va globula-chigal o'tishlar.
34. Monomer zvenolarining energiyasi.
35. Van-der-vaals ta'sirlashishlari.
36. Elektrostatik ta'sirlashishlar.
37. Suv strukturasi va gidrofob ta'sirlashishlar.

38. Vodorod bog'lari.
39. Peptid bog' va uning tabiati.
40. Molekulyar orbitallar.
41. Yutish yo'lagi va koeffitsienti.
42. Elektron spini va holat multipletligi.
43. Tebranma sathlar va Frank-Kodon printsiplari.
44. Qo'zg'algan holatlar aktivsizlanishi.
45. Biopolimerlarning elektron spektrlari
46. Hujayra membranalarining strukturaviy tuzilishi.
47. Biomembranalarning kimyoviy va fizikaviy xususiyatlari.
48. Biologik membranalar o'tkazuvchanligini o'rganish usullari.

2-oraliq nazorat savollari

1. Passiv transport va uning turlari.
2. Diffuziya va uning turlari.
3. Aktiv transport.
4. Tinchlik potentsiali.
5. Harakat potentsiali.
6. Ionoforlar va kanaloforlar.
7. Impulsning nerv tolasi bo'ylab tarqalishi.
8. Sinapslar va sinaptik jarayonlar.
9. Hujayra va to'qimalarning o'zgarish tok uchun elektr o'tkazuvchanligi.
10. Qutblanish va uning turlari.
11. Hujayra va to'qimalarning o'zgaruvchan tok uchun elektr o'tkazuvchanligi.
12. Hujayra impedansi.
13. Muskulning qisqarish biofizikasi.
14. Harakatning muskulsiz formalari.
15. Fotosintez.
16. Fotoretseptsiyaning molekulyar mexanizmi.
17. Fotodestruktiv jarayonlar.
18. Ionlantiruvchi nurlar, ularning tabiati va xossalari.
19. Ionlantiruvchi nurlarning biologik ta'siri.
20. Ionlantiruvchi nurlardan himoyalash.
21. Apoptoz va uning biologik ahamiyati.
22. Nekroz, nekrozning molekulyar mexanizmi.

Yakuniy nazorat savollari

1. Biofizikaning predmeti va vazifalari.
2. Biofizikaning bo'limlari va tadqiqot usullari.
3. O'zbekistonda biofizikaning rivojlanish tarixi.
4. Termodinamikaning 1-qonuni.
5. Termodinamikaning 2-qonuni.
6. Termodinamik sistema va uning tiplari.
7. Statsionar holatning barqarorligi va biologik triggerlar.
8. Gess qonuni va entalpiya.

9. Kimyoviy kinetika asoslari.
10. Qaytar reaksiyalar va reaksiyalarning muvozanat konstantasi.
11. Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi.
12. Fermentativ reaksiyalar kinetikasi.
13. Murakkab reaksiyalar kinetikasi.
14. Biopolimerlar xiralligi.
15. Van-der-vaals ta'sirlashishlari.
16. Dispersion ta'sirlashishlar.
17. Orientatsion va dipol-induktsiyalangan ta'sirlashishlar.
18. Elektrostatik ta'sirlashishlar.
19. Suv strukturasi va gidrofob ta'sirlashishlar.
20. Vodorod bog'lari.
21. Peptid bog'i va uning tabiati.
22. Oqsil molekulasi 2-chi va 3-chi strukturalarining shakllanishi.
23. Molekulyar orbitallar.
24. Yutish yo'lagi va koeffitsienti.
25. Ta'sir spektri.
26. Elektron spini va holat multipletligi.
27. Fluorestsentsiya, fosforestsentsiya va nurlanishsiz amalga oshadigan o'tishlar.
28. Qo'zg'algan holatlarning aktivsizlanish yo'llari.
29. Biopolimerlarning elektron spektrlari.
30. Energiya tashilishining diffuzion yo'li.
31. Energiya migratsiyalanishining induktiv-rezonans yo'li.
32. Energiya migratsiyalanishining almashma-rezonans mexanizmi.
33. Energiya migratsiyalanishining eksiton mexanizmi.
34. Hujayra membranasining tuzilishi.
35. Biologik membranalarning fiz-kimyoviy xossalari.
36. Passiv tashilish va uning turlari.
37. Aktiv transport.
38. Modda va ionlarning hujayra ichiga transport mexanizmlari.
39. Tinchlik potentsiali.
40. Harakat potentsiali.
41. Nerv tolalarida harakat potentsialining tarqalish tezligi.
42. Nernst va Goldman tenglamalari.
43. Nerv tolasining kabel xossalari.
44. Sinaps va sinaptik jarayonlar.
45. Hujayra va to'qimalarning elektr o'tkazuvchanligi.
46. Ko'ndalang-targ'il muskullarning qisqarish mexanizmi.
47. Harakatning muskulsiz shakllari.
48. Yorug'likning makromolekulalar bilan o'zaro ta'sirlashuvi.
49. Fotosintez.
50. Fotoqo'zg'aluvchanlik energiyasidan foydalanish yo'llari.
51. Ko'rishning biofizikaviy asoslari.

BIOFIZIKA FANIDAN O'QUV-USLUBIY MAJMUA

A.Karimqulov

Guliston – 2022

Taqrizchi: biologiya fanlari doktori, professor H.H.Qo'shiev

Bosishga ruxsat etildi ____ .09.2022. Qog'oz bichimi 60x84.
Times New Roman garniturasini. Nashr b.t. 10.8

707000, Guliston shahri, 4-mavze,
Guliston davlat universiteti,
Тел.: + 998672254042
Факс: +998672250275
www.guldu.uz