

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TALIM
VAZIRLIGI**

**SAMARQAND VETERINARIYA MEDISINASI
INSTITUTI**

«TABIIY VA ILMIY FANLAR KAFEDRASI

Biofizika va radiobiologiya

1-qism(biofizika)

fanidan uslubiy ko'rsatma

SAMARQAND – 2018 yil

Ushbu uslubiy ko'rsatma " TABIIY VA ILMIY FANLAR " kafedrası yig'ilishida (majlis bayoni №1) Agromuxandislik fakulteti uslubiy kengashida (majlis bayoni №1), institut uslubiy kengashida (majlis bayoni №1) kyrib chiqildi va ochiq matbuotda chop etishga tavsiya qilindi.

Tuzuvchi: SamVMI dos. Nuriddin Mamatkulov.

Taqrizchi : SamDU dos. E.Arzikulov

SAMARQAND – 2018 yil

So'z boshi

Biofizika va radiobiologiya biologik hodisalar asosida yotuvchi eng oddiy va fundamental o'zaro ta'sirlar haqidagi fandır. Biofizika va radiobiologiya jadal rivojlanib, hozirgi kunda tirik dunyo tuzilishining molekulyar asoslarini tashkil etuvchi elementar qatlamiga kirib bormoqda. Hozirgi davrda biofizikaviy tadqiqotlarning biologiya, ekologiya, nazariy va amaliy tibbiyot qishloq xo'jaligida keng tadbiiq etilayotgani ushbu soha mutaxassisleri uchun bu fanni o'rganish zarurligini ko'rsatmoqda.

Biofizika va radiobiologiya fanining hozirgi kundagi asosiy bo'limlari – biologik jarayonlar kinetikasi, termodinamikasi, biopolimerlar tuzilishi va xossalari, hujayra jarayonlari biofizikasi, fotobiologik jarayonlar biofizikasi, radiasion biofizika, radiasiyaning tirik organizmga tasiri va hokazolardir.

Biofizika va radiobiologiya turli biologik hodisalarning molekulyar asoslarini tashkil etuvchi hodisalar: ionlar transporti, biologik membranalar fizikaviy - kimyoviy holatining o'zgarishlari, bioelektrogenez, mexanik - kimyoviy jarayonlar, energiya o'zgarishlari va elektronlar ko'chishi, fotobiologik jarayonlar, tirik organizmlarning elektromagnit maydonlar va ionlashtiruvchi hamda optik nurlanishlarga birlamchi reaksiyalarini o'rganadi. Biofizika fundamental masalalarni hal etish bilan birgalikda biologiya, tibbiyot, qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan amaliy masalalarni ham yechmoqda.

Fanni o'qitish maqsadi – talabalarga asosiy biofizikaviy hodisalar va g'oyalarni o'rganish, fizikaviy qonunlarni tirik organizmlarga tadbiiq qilish, biofizika fani yutuqlarini qishloq xo'jaligiga, xususan chorvachilik va veterinariya sohalariga tadbiiq etish bilan tanishtirishdan iborat.

I. BIOMEXANIKA va BIOAKUSTIKA

REJA

Qattiq jismlar deformatsiyasi. Tirik organizmda deformatsiya turlari. Elastiklik moduli. Muskul mexanikasi. Tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Tovush o'lchov birligi. Veber-Fexnerning psixofizik qonuni. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish. Ultra- va infrotovushlar, ularning tirik organizmga ta'siri. Shovqin va undan himoyalalanish. Ultratovushdan amalda foydalanish. Tovush eshitish va chiqarish organlari haqida tushuncha.

Tayanch iboralar: kuchlanish, elastiklik, chastota, intensivlik, qattqlik, tovush balandligi, tembr, yuksaklik, Bell, shovqin, auskultasiya, perkussiya, spektr.

Biofizika fani fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarni, biologik tizimlar ultrastrukturasini tashkil qilishning hamma sohalarida submolekulyar va molekulalardan to to'qima va to'liq organizmgacha o'rganadi. Tirik organizmda sodir bo'ladigan turli jarayonlarning murakkabligiga va o'zaro bog'liqligiga qaramasdan, ular ichidan fizik jarayonga yaqinlarini ajratib olish mumkin. Masalan: qon aylanishi, bu jarayon suyuqlikning oqimi (gidrodinamika), tomirlar bo'ylab elastik to'lqinlarning tarqalishi (akustika), yurakning ishi va quvvati (mexanika), biopotensiallar generatsiyasi (elektr), nafas olishda gaz harakati

(aerodinamika), issiqlik uzatish (termodinamika), bug'lanish (fazoviy o'tishlar) va hokoza bo'limlarda o'rganiladi.

Biofizika qo'yidagi maqsad va yo'nalishlarga ega:

- kasallik diagnostikasi va biologik tizimlarni tadqiq qilish;
- davolash maqsadida organizmga turli fizik omillar bilan ta'sir qilish;
- tibbiyot va veterinariyada foydalaniladigan materiallarning fizik xossalari;
- atrof muxitning fizik xossalari va xarakteristikasi; tibbiyot, texnika, hisoblash mashinalari va matematika.

Davolash sohasida ishlovchilarga fizik-matematik bilimlar yana shuning uchun zarurki, ular tirik organizmga va unda sodir bo'layotgan jarayonlarga materialistik nuqtai nazardan yondoshishga o'rgatadi.

Moddalar molekularining joylashishiga qarab uch xil agregat holatida bo'lishi mumkin; qattiq, suyuq va gaz holatlarida. Qattiq jismlarning o'zi ham ikki turga bo'linadi: kristall va amorf jismlar. Kristall holati anizotropiya, ya'ni fizik (mexanik, issiqlik, elektr, optik) xossalarining yo'nalishga bog'liq bo'lishidir. Kristallar anizotropiyasining sababi ularni tashkil etgan atom va molekularning tartibli joylashishidir. Odatda kristall jismlarning polikristallari bir-biri bilan tutashib, tartibsiz joylashgan, ayrim kichkina kristallchalar shaklida uchraydi. Bu holda anizotropiya xossasi shu kristallchalar chegarasida kuzatiladi.

Kristallar atom va ionlari bir-biridan bir xil masofada joylashib, panjara hosil qiladi va panjara tugunlarida tebranma harakatda bo'ladi. Har bir kristall modda uchun aniq erish va qotish harorati mavjuddir.

Jism harorati oshishi bilan atom va ionlar tebranma harakati osha boradi va har bir qattiq jism uchun aniq bir haroratda kristall panjara buzila boshlaydi. Tashqi berilayotgan issiqlik energiyasi shu panjarani buzishga sarflanadi. Toki hamma panjaralar buzilguncha kristall harorati o'zgarmaydi. Bu haroratga erish harorati deyiladi. Shunday jismlar borki, ularning na aniq shakli, na aniq erish nuqtasi bor. Bunday jismlarga amorf jismlar deyiladi. Ular izotrop xossaga ega, ya'ni fizik xossalari yo'nalishga bog'liq emas. Amorf jismlarning har qanday haroratda suyuq qismi ham, qattiq qismi ham bo'lishi mumkin. Bunday jismlarga parafin, mum, shisha kiradi. Kristallarda uzoq tartibli joylashuvi o'rinli bo'lsa, suyuq va amorf jismlarda atom va molekularning yaqin tartibli joylashuvi o'rinlidir.

Har qanday qattiq jism tashqi ta'sir tufayli o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirish xususiyatiga ega. Bu hodisaga deformatsiya deyiladi.

Agar tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng jism o'zining boshlang'ich shakliga qaytsa, bunday deformatsiyaga elastik, qaytmasa plastik deformatsiya deyiladi.

Umuman olganda, hamma deformatsiyalar plastikdir. Lekin kuch kichik bo'lganda elastik deformatsiya kuzatilishi mumkin. Deformatsiyaning turli shakllari mavjud: cho'zilish (siqilish), siljish, buralish, egilish. Bularni cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasiga olib kelish mumkin. Jismga tashqi deformatsiyalovchi kuch ta'sir etganda atomlar (ionlar) orasidagi masofa o'zgaradi. Bu esa atomlarni oldingi vaziyatga qaytarishga intiluvchi ichki kuchlarni yuzaga keltiradi. Bu kuchlarning o'lchovi mexanik kuchlanishdir.

Jism ko'ndalang kesimining birlik yuziga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish deyiladi.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1.1)$$

Bu yerda σ – mexanik kuchlanish, F – kuch, S – yuza

Kuch yuzaga normal bo'lsa, ya'ni yuzaga nisbatan perpendikulyar holatda ta'sir qilsa – normal kuchlanish, kuch yuzaga urinma holda bo'lsa, tangensial kuchlanish deyiladi.

Deformatsiya darajasi nisbiy deformatsiya orqali aniqlanadi.

Bo'ylama deformatsiyada $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$ yoki ko'ndalang siqilishda esa

$$\varepsilon' = -\frac{\Delta d}{d} \quad (1.2)$$

Bunda ℓ – sterjenning uzunligi, d - sterjen diametri

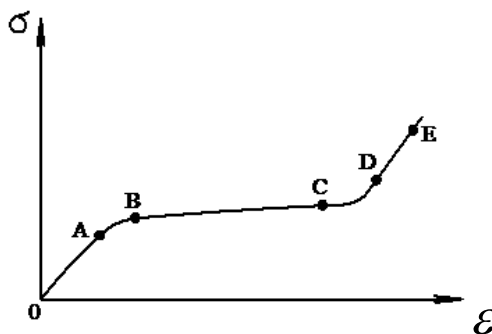
Ingliz fizigi R.Guk kichik deformatsiyalar uchun nisbiy deformatsiya kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini aniqladi.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1.3)$$

Bunda E - Yung (elastiklik) moduli. Yung moduli nisbiy uzayish birga teng bo'lgandagi kuchlanish bilan aniqlanadi. Yuqoridagi formulalardan quyidagi bog'lanish kelib chiqadi.

$$F = \frac{E \cdot S}{\ell} \cdot \Delta \ell = \kappa \cdot \Delta \ell \quad (1.4)$$

k - elastiklik koeffitsiyenti. Rasmda kuchlanish bilan nisbiy deformatsiya orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. OA - elastik deformatsiya, B - elastiklik chegarasi bo'lib, shunday maksimal kuchlanishni harakterlaydiki, bunda tashqi kuch ta'siri olingandan so'ng jismda qoldiq deformatsiya qolmasdan, u yana o'z shaklini tiklay oladi. CD - gorizontaal oraliq kuchlanishning oquvchanlik chegarasidir, ya'ni bu oraliqda kuchlanish oshmasdan deformatsiya oshib boradi. E - nuqta esa jismning buzilishi (uzilishi) oldidan jismga qo'yilgan eng katta kuchlanish jismning mustahkamlik chegarasi deyiladi. Moddalar elastiklik xossalari orasida juda katta farq bor. Masalan, po'lat mustahkamlik chegarasidan 0,3% cho'zilgandayoq uziladi, yumshoq rezinalarni esa 300% cho'zish mumkin. Bunday farq sifat tomondan yuqori molekulyar bog'lanishlar elastikligi mexanizmi bilan bog'liq.



Mexanik kuchlanish va nisbiy deformatsiya orasidagi bog'lanish: σ -mexanik kuchlanish, ε -nisbiy deformatsiya

T. Molekulalari ko'p miqdordagi atomlardan yoki atom gruppalaridan tuzilgan va kimyoviy bog'lanishlar bilan birlashtirilgan uzun zanjir ko'rinishdagi moddalar **polimerlar** deyiladi. Polimerlar izotrop moddalardir. Tirik organizmning ko'p qismini polimer deb qarash mumkin. Ba'zi moddalar mustahkamlik chegarasi va Yung moduli qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

modda	! Yung moduli, GPa	! must. chegarasi, MPa
- Po'lat	! 200	! 500
- Organik shisha	! 3,5	! 50
- Shishali kapron	! 8	! 150
- Elastin	! 0,1 - 0,6 MPa	! 5
- Kollogen	! 10 - 100 MPa	! 100
- Suyak	! 10	! 100

Elastik siqilgan sterjen potensial energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga tengdir

$$\Pi = A = \int_0^{\Delta \ell} F \cdot dx \quad (1.5)$$

Bunda x - absolyut uzayish. Guk qonunidan elastik siqilgan sterjen potensial energiyasi

$$\Pi = \frac{\kappa \cdot (\Delta \ell)^2}{2} \quad (1.6)$$

ya'ni deformatsiya kvadratiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Endi biologik to'qimalarning mexanik xossalari bilan tanishamiz.

Suyak to'qimasining 2/3 qismi (0,5 hajm) noorganik moddadan (gidrosilappatit) lardan tashkil topgan. Qolgan qismi organik moddadan kollogendan (yuqori molekulyar birikmadan) yuksak elastik xossaga ega bo'lgan tolali oqsildan tashkil topgan. Gidrosilappatit kristalchalari kollogen to'qimalari (fibrilar) orasida joylashgan. Suyak to'qimalari zichligi 2400 kg/m^3 , uning mexanik xossasi yoshga va organing qismiga qarab turlicha bo'ladi.

Teri - u kollogen tolalaridan, elastin va asosiy to'qima materialidan iborat. Kollogen quruq massasining 75%, elastin esa 4 % tashkil qiladi.

Elastin - rezina kabi cho'ziladi (300% gacha), kollogen esa kapron tolasiga o'xshash cho'ziladi (10%). Teri yuqori elastik xossaga ega.

Muskullar - tarkibiga kollogen va elastin tolalaridan tarkib topgan tutashtiruvchi to'qima kiradi. Shuning uchun ularning mexanik xossalari polimerlar mexanik xossalari mos keladi.

Qon tomirlari - to'qimasining mexanik xossalari kollogen, elastin va muskul tolasining xossalari orqali aniqlanadi.

Odam va hayvonlarning mexanik ishi ko'pgina sabablarga bog'liq bo'lgani uchun oldindan ishning biror chegaraviy qiymatini ko'rsatish qiyin. Massasi 70 kg bo'lgan sportchi 1 m. yuqoriga ko'tarilsa, u 0,2 s vaqtda 3,5 kVt quvvatga ega bo'ladi. Odam gavdasi bajargan ishni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin.

$$E_{\kappa} = \frac{1 \cdot \omega^2}{2} \quad (1.7)$$

Bunda I - inersiya momenti, ω - burchak tezlik.

Massasi 70 kg bo'lgan odam 5 km/soat tezlik bilan yurganda quvvatini 60 Vt ga oshiradi. Tezlik ortishi bilan bu quvvat yana ortadi, ya'ni 7 km /soat bo'lganda 200 Vt bo'ladi. Velosipedchi 9 km/soat tezlikda 30 Vt, 18 km/soat tezlikda 120 Vt quvvatga ega bo'ladi. Ko'chish bo'lmaganda ish 0 ga teng, lekin muskullar toliqishi ish bajarishdan dalolat beradi. Bunday ish **muskullar statik ishi** deyiladi. Odam bajargan ish ergometrlarda (veloergometrlar) bilan o'lchanadi. Jism gorizontal tekislikda o'zgarmas tezlik bilan harakat qilayotganda ish havo qarshiligi va ishqalanish kuchini yengishga sarflanadi. Chopish paytida ishqalanishning ta'siri kichik, lekin chopishda ko'p energiya sarflanadi. Energiya yuguruvchining yuqoriga va pastga harakatiga, yerdan oyoqlar bilan itarilishga, issiqlik chiqarishga sarf bo'ladi. Bundan tashqari oyoqlarning massasi yuguruvchi massasining 50% tashkil qilib, u doimiy tezlashib, tormozlanib turadi. Shu sababli oyoqlar muskullari bajargan ish katta bo'lib, u

$$A = F \cdot d = \frac{mv^2}{2} \quad (1.8)$$

formula bilan aniqlanadi. Bunda F - muskul kuchi, d - muskulning ish bajarishga mos masofasi, m - oyoq massasi.

Chopuvchi tezligi uning o'lchamidan bog'liq emas. Bu hamma hayvonlar uchun ham o'rinlidir. Odamlar yomon chopuvchilardir, chunki ularning harakatini oyoqlarida to'plangan muskullar bajaradi. Odamning yarim massasi esa oyoqda. Shu sababli eng chopqir jonivorlar oyoqlari ingichka bo'lib, asosiy muskullari gavadada joylashgan. M: straus 23 m/s, bo'ri va quyon 18 m/s, odam 11 m/s. Katta mushuklar oyoqlari baquvvat, shu sababli ular tez chopishga emas, balki sakrashga mo'ljallangan. Ular o'ljani sakrab ushlaydi. Arslon o'zining o'ljasini bir tashlanishda ushlay olmasa, u yugurmasdan yana kutadi.

Yumshoq biologik materiallar xuddi muskul to'qimalari singari elastik xossaga ega. Yumshoq materiallar elastomerlarga kiradi, ular suyak materialidan quyidagilar bilan farq qiladi;

-suyak materiali cho'zilish va siqilish chizig'i to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, elastometrnikiki egri chiziq.

-Yung moduli suyak materiali uchun taxminan 10^{10} Pa va o'zgarmas bo'lsa, elastomerniki kuchlanishga qarab $10^5 - 10^6$ Pa oralig'ida o'zgaradi,

- Suyak cho'zilishi 1% atrofida bo'lsa, elastilin 3 karragacha ham cho'zilishi mumkin.

Deformasiya tirik jonivorlar uchun muhim talablardan biridir.

Barcha tirik jonzod uchun tovushning ahamiyati katta. Ba'zilar uchun bu aloqa vositasi bo'lsa, boshqalar uchun rivojlanishga ham ta'siri bor. Tovush deganda chastotasi 16 Gs.dan 20 kGs.gacha bo'lgan elastik to'lqinlar tushuniladi. Tovush xossalari fizikaning akustika bo'limida o'rganiladi.

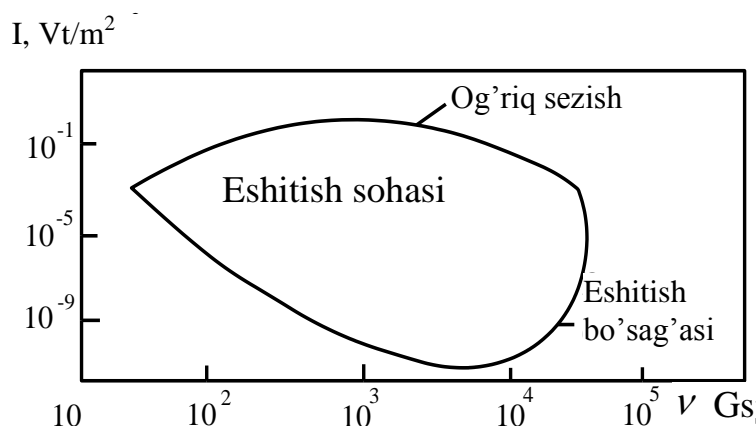
Akustika - eng past chastotali tebranishlardan boshlab, o'ta yuqori ($10^{12} - 10^{13}$ Gs) chastotali elastik to'lqinlarni o'rganuvchi fizikaning bir bo'limiga aytiladi. Umuman olganda akustika tovush haqidagi ta'limot bo'lib, odam qulog'i qabul qila oladigan gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlardagi elastik tebranishlar va

to'lqinlarni o'rganadi. Gaz va suyuqliklarda bo'ylama, qattiq jismlarda esa ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar tarqaladi.

T. Tovush intensivligi (yoki kuchi) deb, tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar birlik yuzadan birlik vaqt ichida olib o'tilgan energiyaga aytiladi.

$$I = \frac{W}{S \cdot t} \quad (1.9)$$

Har bir quloqning eshitish qobiliyati har xil. Har bir chastota uchun eng kichik intensivlik (eshitish chegarasi) va og'riq sezish chegarasi mavjud. Quyidagi rasmda eshitish sohasi ko'rsatilgan



Normal odam qulog'i ancha keng diapozondagi tovush intensivligini qabul qiladi. M: 1 kGs chastotada $I_0 = 10^{-12}$ Vt/m² dan $I_m = 10$ Vt/m² gacha. Bunda I_0 - eshitish chegarasidagi intensivlik, I_m - og'rik sezish chegarasidagi tovush intensivligi. Bu intensivliklar nisbati 10^{13} ga teng. Har qanday tovush oddiy garmonik tebranishlar to'plami emas, balki ma'lum chastotalar to'plamiga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisidan iboratdir.

T. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami **tovushning akustik spektri** deyiladi.

Tovushning rang- barangligini tovush tembri deyiladi. Shuning uchun muzika asboblari ajratish mumkin.

Tovush quloqqa bosim beradi va bu bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$P^2 \equiv 2 \cdot I \cdot \rho \cdot v^2 \quad (1.10)$$

Bunda ρ muhit zichligi, v tovush tezligi. Yuqorida aytib o'tilganidek tovush intensivligi juda keng diapozonga ega. Shu sababli logarifmik shkaladan foydalaniladi. I_0 ning qiymatini shkalaning boshlang'ich darajasi qilib olib, boshka istalgan intensivlikning I_0 ga nisbatan o'nli logarifmi orqali ifodalash mumkin. Bu ishni Veber-Fexner amalga oshirgan va shu sababli unga Veber-Fexnerning psixofizik qonuni deyiladi

$$L = K \lg \frac{I}{I_0} \quad (1.11)$$

Bunda L - tovush qattiqligi deyiladi, K - proporsionallik koeffisienti. Bu qonunga binoan tovush intensivligi 1000 ga o'zgarsa, uning qattiqligi ($\lg 1000 = 3$) 3 marta o'zgaradi. Ikki intensivliklar nisbati Bellarda o'lchanadi. M: 4 B. Qattiqlik

$4 = \lg \frac{I}{I_0}$ yoki $I = I_0 \times 10^4 = 10^{-6} \text{ Vt/m}^2$ Amalda tovush qattiqligi Bellarda emas,

balki undan kichikroq bo'lgan desebellarda (DB) o'lchanadi. U holda

$L_{\text{dB}} = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ Demak $\text{dB } \frac{I}{I_0} = 10^{L_{\text{dB}}/10} = 1,26 \cdot 10^4 \text{ dB}$ - intensivlik 100 marta

kamayishini ko'rsatadi. Intensivlik $10 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}$. bo'lsa, u tovush sifatida eshitilmaydi va quloqda og'riq seziladi. Desebellarga asoslanib eshitish sohasini 0 dan 120 dB oralig'igacha bo'lish mumkin. 120 dB dan yuqorisi shovqin hisoblanadi. Ovoz chiqarish apparati ovoz bo'ylamlari, yumshoq tanglay, lablar tebranishlari tufayli hosil bo'ladi. Tovush hosil qilishda havo yo'llari (yutqim, og'iz va burun bo'shliqlari, o'pka, bronx, traxeya) ishtirok qiladi. Ovozni qabul qiluvchi organ quloqdir. Quloqda membrana mavjud bo'lib, uning asosiy qismi har xil uzunlik va qalinlikda bo'lgan elastik tolalardan iborat, ularning soni 20 mingdan ortiq bo'ladi. Tovushni sezish qattiqlikdan tashqari yuksaklik bilan ham

xarakterlanadi. **Tovush yuksakligi** - tovush sifatini aniqlovchi xarakteristika bo'lib, odamning eshitish organi orqali subyektiv ravishda aniqlanadi va u chastotadan bog'liqdir. Chastota oshishi bilan yuksaklik oshadi, ya'ni tovush "yuqori" bo'ladi. Tembr esa tovush energiyasining chastotaga qarab taqsimlanishini xarakterlaydi.

Tovush ham yorug'lik kabi ko'plab informatsiya manbaidir. Shuning uchun ichki organlarning funksiyasi buzilsa, tovush ham o'zgaradi. Kasallik diagnostikasida tarqalgan tovushiy usuli - **auskultasiya** (bemorni eshitib ko'rish) eramizgacha bo'lgan 2 asrdan beri ma'lum. Auskultasiya uchun stetoskop yoki fanendaskopdan foydalaniladi.

O'pkalar auskultasiyasida nafas shovqinlari, kasallik uchun xarakterli bo'lgan xirillashlarni tinglaydilar. Xuddi shunday yurak faoliyatini eshitish mumkin. Yana bir tovush usuli - **perkussiya** - tiqqillatib ko'rish. Organizmning turli qismlarini bolg'acha yoki qo'l bilan tiqqillatib ko'rishda majburiy tebranishlar yuzaga keladi. Bu tovushga perkuter tovush deyiladi. Yumshoq joyga (muskul, yog', teri) urganda qisqa to'lqin hosil bo'ladi va tez yutiladi. Agar elastik qismiga urilsa rezonans bo'lib, perkuter tovush kuchayishi mumkin va u ancha baland tovush hosil qiladi. Agar organizmda potologik o'zgarishlar bo'lsa tovush o'zgaradi.

Hayvonlar tovush chiqarish organlari turlichadir. Ular tovushdan ov qilish, aloqa vaositalarida ishlatadi. Hamma hayvonlarda ham ovoz chiqarish organlari mavjud emas. Shu sababli ovoz chiqarish uchun ular boshqa organlardan foydalanadi (qanotlar, oyoqlar va hakazo).

Bo'g'in oyoqlilar ishqalanish yoki bir organning ikkinchisiga urilishi, membranalar vibratsiyasi (qanotlar), tirqish orqali havo o'tkazish tufayli tovush chiqaradi. Ularning akustik spektri murakkab, chastotasi yuqori (2 k Gs atrofida). M: pashsha, ari, chibinlar qanotini qoqishi tufayli tovush chiqaradi.

Baliqlar - ularning chiqaradigan tovushi asosan tanasining u darajada silliq bo'lmasligi tufayli suzish vaqtida suv bilan ishqalanishidan paydo bo'ladi. Shu bilan birga har bir baliq o'ziga xos tovush chiqaradi. M: stavrida g'ijirlashga

o'xshash tovush chiqarsa, lesh xurrakga o'xshash, dengiz karasi esa tiqqillashga o'xshash tovushlar chiqaradi. Baliqlar asosan suzuvchi shishiragi yordamida tovush chiqaradi. Uning ichida havosi bor. Buni harakatga keltirish uchun baliqlar yonboshida joylashgan baraban muskullarini ishga soladi.

Qushlar - ularning tarqatadigan tovushlarining ko'pchiligi tovush organlaridan emas, balki qanotlari, tumshuqlari, oyoqlaridan chiqadi. M: turnalar - tiqqillagan tovushni tumshuqlarini yopish va ochish yordamida chiqaradi. Lekin asosiy rolni nafas tovushlari o'ynaydi. Tanglayida 2 ta membrana mavjud - tashqi va ichki. Uning ish prinsipi Bernulli qonuniga asoslangan. Havo tez o'tishida ovoz chiqaradi. Qushlar asosan 20 Gs - 12 kGs chastotali, ba'zilar esa hatto 30 - 50 kGs chastotali ultratovushlar chiqarishi mumkin.

Sut emizuvchilar - ular asosiy tovushni yuqori tanglay orqali hosil qiladi. Bunda, og'iz, burun, hattoki o'pka ham ovoz chiqarishda ishtirok qiladi. Ular chastotasi bir necha gersdan yuzlab kilogerslargacha (ko'rshapalaklar). Ba'zi jonivorlar uchun qabul qilish mumkin bo'lgan eng yuqori chastotalarni keltiramiz: odam 20 kGs, shimpanze 30, it 60, mushuk va delfin 100, ko'rshapalaklar 150, kabutarlar 12 kGs., tovuqlar 12 kGs.

Chastotalari 20 kGs.dan yuqori bo'lgan elastik to'lqinlarga **ultratovushlar** deyiladi (10^9 - 10^{13} Gs tovushlar gipertovushlar). Ultratovushlar asosan 2 yo'l bilan hosil qilinadi. 1 - teskari pyezoeffekt hodisasi, 2 - magnitostriksiya hodisalariga asosan. Ultratovushdan lokasiya, ya'ni kemalarda dengiz chuqurligini, baliqlar to'dasini (suvda ultratovush kam yutiladi) aniqlashda foydalaniladi. Ultratovush defektoskopiyasi, ya'ni defektlarni topishda qo'llaniladi.

Tabiatda ko'rshapalaklar va delfinlar ham ultratovush chiqarib o'zining yo'lini topib oladi, ya'ni chiqargan to'lqinlarning to'siqlardan qaytishiga qarab yo'lni topadi. Ultratovush yordamida bir - biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikni aralashtirish mumkin. Ultratovushning Dopler effekti yordamida yurak klapanlari harakatining xarakterini o'rganadilar. Qon oqimi tezligini o'lchash mumkin. Terapiya maqsadlarida 800 kGs chastotali ultratovushlar ishlatiladi. Ularning o'rtacha intensivligi 1 Vt/sm^2 . nurlovchi qism va teri orasiga biror suyuqlik (m: yog') qo'yiladi, chunki hatto yupqa havo qatlami ultratovushning organizmga o'tishiga to'sqinlik qiladi. To'qimaga qilinadigan mexanikaviy va issiqlik ta'siri ultratovush terapiyasi asosida yotgan birlamchi mexanizmdir. Ultratovush xirurgiyada "skalpel" vazifasini bajaradi. Oddiy skalpeldan farqli o'laroq ultratovush skalpeli juda ingichka qirqsa, ikkinchidan ma'lum energiyali tovush qonsiz kesadi. Bir vaqtning o'zida ultratovush tikib (payvandlab) ketadi. Farmosevtikada dorilar tayyorlashda ishlatiladi, ya'ni suyuqliklar ichidagi jismlarni parchalab emulsiya hosil qiladi. Ultratovush ishtirokida tayyorlangan turli xil dorivorlar emulsiyalari o'pka kasali, yuqori nafas yo'llari qatori, bronxeal astma kabi kasalliklarni davolashda qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda shkastlangan yoki transplantasiyalangan suyak to'qimalarini "payvandlash"ning yangi usuli (ultratovush ostiosintezi) yaratildi. Ultratovushning mikroorganizmlarga halokatli ta'siri moddalarni stirlizasiya qilishda foydalanilmoqda. Ko'rlar uchun "Orentir" asbobi yaratilgan bo'lib u 10 m.gacha uzoqlikdagi jismlarni bilib olish va ularni

qanday xarakterda ekanini aniqlash mumkin. Ultratovushning issiqlik ta'siridan opuxullarni (o'simta) yemirishda ishlatiladi. Kichik intensivli ultratovushlar ($1,5-3 \text{ Vt/sm}^2$) o'simliklarning o'sishiga yordam beradi, bronxial astma, radikulitni davolashda, katta intensivlikli ultratovush (30 Vt/sm) organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Veterinariyada - **ultratovush fonoforez** usuli qo'llaniladi, ya'ni ultratovush yordamida qoramollarga terisi orqali ba'zi dorilarni kiritish (m: gidrokartizon, tetrosiklin va boshqalar) mumkin. Bu elektroforrezga o'xshash, lekin elektr maydoni ta'sirida zaryadlangan zarrachalar harakatlansa, ultratovush yordamida zaryadsiz zarrachalar ham harakatlanadi. Ultratovush nurlantirish fonoforez bilan birgalikda qoramol, echki, qo'ylardagi mastitni davolashda ishlatiladi.

Diagnostikada qoramol va otlarning homiladorligini aniqlash mumkin. Hattoki 25 kunligini aniqlash mumkin. 65 - 70 kunligini 100% aniqlikda aytish mumkin. 1 soatda 200 qo'yning homiladorligini aniqlasa bo'ladi.

Infratovush - bu chastotasi 16 Gs.dan kichik bo'lgan elastik to'lqinlardan iborat. Lotinchadan infro- kichik ma'noni anglatadi. Infratovush atmosfera va denegiz shovqinlari tarkibida bo'ladi. Chaqmoq vaqtida, portlashda, to'plar otilganda, Yer qimirlashda paydo bo'ladi. Infrotovush juda kam yutiladi, shu sababli u ancha uzoq masofalarga tarqalishi mumkin. Atmosferaning yuqori qatlamlarini o'rganish mumkin. Infrotovush organizmning bir qator sistemalari funksional holatlariga yomon ta'sir ko'rsatadi. M: charchash, bosh og'rig'i, uyquchanlik, jahl chiqishi va boshqalar paydo bo'ladi. Infrotovushning organizmga birlamchi ta'sir ko'rsatish mexanizmi rezonans xarakterga ega. Xususiy tebranishlar chastotasi bilan tebranishga majbur etuvchi kuchlarning chastotasi bir-biriga yaqin bo'lganda rezonans hodisasi yuz beradi. Odam gavdasining xususiy tebranishlar chastotasi, gavdaning yotgan holatida 3 - Gs, qorin bo'shlig'i uchun 3 - 4 Gs, turgan holda 5- 12 Gs, ko'krak qafasiniki 5 - 8 Gs bo'lib, bu infrotovush chastotalariga mos keladi. Normal faoliyat ko'rsatish uchun ma'lum shovqin bo'lishi kerak. M: normal uxlash va aqliy mehnat uchun shovqin 30 dB.dan past, ko'pchilik korxonalarda 55 dB. dan yuqori bo'lmasligi kerak. Q/x da mexanizasiya darajasining oshishi bilan shovqin ham ko'paydi. M: MTZ - 50 traktori 5 m. masofada 80 - 90 dB, KTU - 10 bilan birga 100 dB.dan oshadi. Chorva binolarida ventilyatorlar ham kuchli shovqin chiqaradi. M: SCh - 70 ventilyator 5m. masofada 85 dB shovqin hosil qiladi. Katta shovqinlar ko'plab jonivorlarning to'planishida ham yuzaga keladi. M: parrandachilik fermalarida 95 dB.gacha. normadagi shovqin foydali hamdir, chunki juda sukunatda odam hatto o'zining yurak urishini ham eshitishi mumkin (kosmonavtlar). 110 dB shovqin vaqtincha eshitishni 10 - 15 % pasaytiradi.

Infro-, ultra va tovush intensivligi darajasini yashash joylarida, ishlab chiqarish va transportda kamaytirish gigiyenaning asosiy vazifasidir.

Xulosa

Biomexanika hozirgi vaqtda turli tirik tabiat uchun, ularda sodir bo'layotgan mexanik xossalarni o'rganish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Yurakning mexanik ishi va quvvati, muskullarning statik ishi va shunga o'xshash hodisalar shu

bo'limda o'rganiladi. Bu bo'limda tirik tabiat uchun zarur bo'lgan deformatsiya hodisasi va uning turlarini ham o'rganish mumkin.

Tovush va uning tirik mavjudod uchun ahamiyati albatta juda kattadir. Eng avvalo u aloqa vositasi hisoblanadi. Ayniqsa keyingi vaqtlarda tovush, infrotovush va ultratovushlar ham diagnostikada, ham davolash maqsadlarida juda keng qo'llanilmoqda. Qishloq xo'jaligining turli sohalarida, jumladan, chorvachilikda bu sohani bilish juda muhimdir. Normadan ortiq bo'lgan tovush qattiqligi qoramollar va parrandalar mahsuldorligini kamaytiradi. Chorva mollari tanasiga dori - darmonlar kiritish ham katta ahamiyatga ega.

Sinov savollari

1. Bimofizika nimani o'rganadi?
2. Qanday deformatsiya turlarini bilasiz?
3. Elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi nimaga teng?
4. Muskul qisqarishida bajarilgan ish va quvvat.
5. Tirik organizmda elastin va kollogenlarning roli nimadan iborat?
6. Ba'zi biologik organlar uchun elastiklik modulining qiymati qanday?
7. Tovushning fiziologik xossalari nimalar ?
8. Veber - Fexnerning psixofizik qonuni nimani ifodalaydi?
9. Bell va desebellar nimaning o'lchov birligi hisoblanadi?
10. Eshitish sohasi nima?
11. Tibbiyot va veterinariyada tovushdan foydalanish haqida nimalarni bilasiz?
12. Ultratovush va uning amalda qo'llanilishi?
13. Infrotovush va uning ahamiyati.
14. Ultra- va infrotovushlarning tirik organizmga ta'siri va ahamiyati.
15. Shovqin va undan himoyalani.

2. GIDRODINAMIKA BIOLOGIK SISTEMALARDA KO'CHISH HODISALARI, TERMODINAMIKA ASOSLARI.

REJA.

Suyuqliklarda oqim turlari. Ideal suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi. Real suyuqliklar va ularning xossalari. Bernulli tenglamasi. Yopishqoqlik koeffitsiyenti va uning o'lchov birligi, uni o'lchash usullari. Viskozimetrlar va ulardan foydalanish. Yurak va qon tomirlari yopiq biofizik sistemaligi va qonning oqimida qon tomirlari elastiklik xususiyatining ahamiyati. Yurakning ishi va quvvati. Qon bosimi va uni o'lchashning biofizik mohiyati.

Ko'chish hodisasining fizik mohiyati va uning turlari. Ko'chish hodisasi sodir bo'lishining zarur shartlari. Fik va Fure qonunlari. Biologik sistemalarida ko'chish hodisalari: o'pka va teri qatlamlarida diffuziya. Tirik organizmda issiqlik almashinishining biofizik asoslari. Chorvachilik binolarida konveksion oqim. Termodinamik jarayonlari va sistemalar. Tirik organizm ochiq termodinamik sistema ekanligining biofizik mohiyati. Biologik sistemalarda energiyaning

saqlanish qonuni. Tirik organizmlarda energiya almashinuvi va unda energetik muvozanat. Tirik organizmning foydali ish koeffitsiyenti. Biologiyada termodinamikaning ikkinchi qonuni. Ochiq sistema uchun entropiya (Prigojin nazariyasi). Vetinariyada termodinamik usullardan foydalanish.

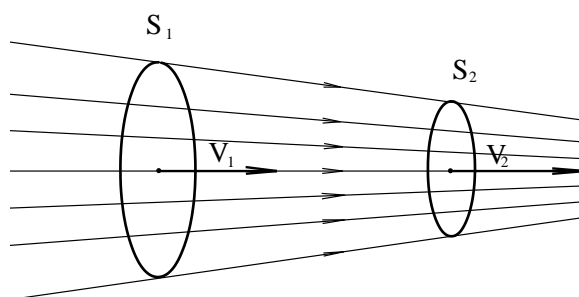
Tayanch iboralar: uzluksizlik, viskozimetriya, sistola, diastola, stasionar, oqim chiziqlari, uyurma. diffuziya, gradiyent, konveksiya, impuls, termos, kopilyar, lipid. Entropiya, ichki energiya, issiqlik miqdori, termodinamik tizim, issiqlik sig'imi.

Suyuqliklar qattiq jismlardan farq qilib, suyuqlikni tashkil qilgan zarrachalar bir - biriga nisbatan ancha siljishi mumkin. Agar suyuqlikning tezligi qaralayotgan hajmning har bir nuqtasida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bu suyuqlik harakati barqaror (stasionar) harakat deyiladi.

T. Yopishqoqlimgi mutloqo bo'lmagan suyuqlikka **ideal suyuqlik** deyiladi.

Suyuqlik harakatini grafik usulda namoyon qilish uchun oqim chiziqlari degan tushuncha kiritiladi.

T. **Oqim chiziqlari** deb, bu chiziqlarning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma zarrachalar tezligi vektori bilan ustma -ust tushadigan chiziqlarga aytiladi. Stasionar harakatda suyuqlik zarrachalarining trayektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi. Agar suyuqlik zarrachalari harakati (oqim chiziqlari) bir - biriga parallel bo'lsa, bunday oqimga **lominar (qatlamli)** oqim deyiladi. Agar zarrachalar harakati bir - biriga aralashib yuz bersa **turbulent (uyurmali)** oqim deyiladi. Real suyuqlikni siqish mumkin: bosim ortishi bilan uning hajmi kamayib, zichligi ortadi. M: bosim birdan 100 atm.ga ortganda uning zichligi atiga 0,5% o'zgaradi. Demak suyuqlikni siqish juda qiyin. Harakatdagi suyuqlik bosimi odatda o'zgarmasa bo'ladi. Real suyuqlik yopishqoqdir. Harakatlanuvchi suyuqlikda hamma vaqt ichki ishqalanish kuchlari bo'ladi. Endi ideal suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasini chiqaramiz. Oqim nayida ikkita ko'ndalang kesim olaylik, S_1 va S_2 . Bulara suyuqlik tezliklari V_1 va V_2 . Δt - vaqt oralig'ida bu kesimlardan bir xil Δm - massali suyuqlik o'tadi (rasm). Keng kesimdan o'tgan suyuqlik hajmi asos S_1



va balandligi $V_1 \Delta t$ - bo'lgan silindr shaklida bo'ladi ya'ni u $S_1 V_1 \Delta t$ ga teng. Ikkinchi kesimdan $S_2 V_2 \Delta t$ hajmli suyuqlik o'tadi. U holda

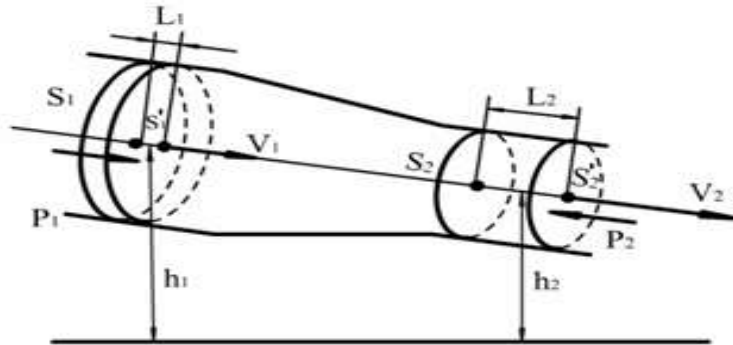
$$S_1 V_1 \Delta t = S_2 V_2 \Delta t \quad (2.1)$$

(1) da kesimlar ixtiyoriy tanlangan va vaqt bir xil bo'lgani uchun

$$SV = \text{const} \quad (2.1')$$

Demak berilgan oqim nayi uchun nay ko'ndalang kesim yuzining suyuqlikning oqim tezligiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir. (1) va (1') munosabatlarga oqimning **uzluksizlik tenglamasi** deyiladi. Nayning tor qismlarida tezlik katta bo'ladi.

Endi faraz qilaylik kesimlari S_1 va S_2 bo'lgan trubkadan suyuqlik oqayotgan bo'lsin. S_1 kesimda tezlik V_1 , bosim P_1 , balandlik h_1 bo'lsin. S_2 kesimda esa bosim P_2 , tezlik V_2 , balandlik h_2 bo'lsin. Kichik Δt vaqt ichida suyuqlik S_1 va S_2 kesimdan S'_1 va S'_2 kesimga o'tadi. Energiyaning saqlanish qonuniga binoan to'la energiyaning o'zgarishi $E_2 - E_1$, m massali suyuqlikni ko'chirishda bajarilgan



A ishga teng.

$$E_2 - E_1 = A \quad (2.2)$$

Bu ish S_1 va S_2 orasidagi suyuqlikni Δt vaqt ichida ko'chirishda bajarilgan ishga teng. m massali suyuqlikni S_1 dan S_1 gacha ko'chirishda $\ell_1 = v_1 \Delta t$ masofa o'tsa, S_2 dan S_2 gacha esa $\ell_2 = v_2 \Delta t$ masofa o'tadi. ℓ_1 va ℓ_2 lar juda kichik bo'lgani uchun

$$A = F_1 \ell_1 + F_2 \ell_2 \quad (2.3)$$

Bunda $F_1 = P_1 S_1$ va $F_2 = -P_2 S_2$ (oqimga qarshi yo'nalgan). To'la energiya esa potensial va kinetik energiyalar yig'indisidan iborat, u holda

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \quad E_2 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \quad (2.4)$$

(2) va (3) ga asosan

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 + P_1 S_1 V_1 \Delta t = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 + P_2 S_2 V_2 \Delta t$$

ikkala kesimdan bir xil miqdordagi suyuqlik o'tadi, u holda

$$\Delta v = S_1 V_1 \Delta t = S_2 V_2 \Delta t$$

Demak oxirgi ifodani Δv ga bo'lsak

$$\frac{\rho V_1^2}{2} + \rho gh_1 + P_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho gh_2 + P_2$$

Kesim ixtiyoriy tanlangani uchun

$$\frac{\rho V^2}{2} + \rho gh + P = \text{const} \quad (2.5)$$

Bu **Bernulli ifodasi**. Bunda P - statik bosim, ρgh - gidrostatik bosim, $\frac{\rho V^2}{2}$ - dinamik bosim.

T. **Yopishqoqlik** deb real suyuqliklar bir qatlamining boshqa qatlamga to'sqinlik qilish qobiliyatiga aytiladi. Bir qatlamning ikkinchi qatlamga nisbatan harakatida sirtga urinma yo'nalgan ichki kuchlar yuzaga keladi. Bu kuchlar qatlamlar tegib turgan yuzaga va tezlik gradiyentiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$F = \eta \left| \frac{\Delta V}{\Delta X} \right| \quad (2.6)$$

Bu yerda η - suyuqlik tabiatiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, **dinamik yopishqoqlik** yoki yopishqoqlik deyiladi. Yopishqoqlik koeffitsientining o'lchov birligi Paskal. sekund bo'lib, bu lominar oqim uchun tezlik gradiyenti 1 m^2 da 1 m/s ga o'zgaradigan va 1 m^2 yuzasida 1 N kuch hosil bo'ladigan modda dinamik yopishqoqligiga teng. Yopishqoqlik qanchalik katta bo'lsa, unda shuncha katta ichki kuchlar yuzaga keladi va u ideal suyuqlikdan shuncha farq qiladi. Yopishqoqlik haroratdan bog'liq bo'lib, suyuqlik va gazlar uchun turlichadir. Suyuqliklar uchun harorat oshganda η kamayadi, gazlarda esa teskari holat yuz beradi. Suyuqlik yopishqoqligini aniqlash katta ahamiyatga ega bo'lib bir qancha usullar mavjud. Biz Puazeyl usulini qarab chikamiz. Bu usulda suyuqlik kichik kopelyarda oqib o'tish vaqti aniqlanadi va formula yordamida yopishqoqlik aniqlanadi. Suyuqlik yoki gazning nay orqali o'tishi uchun ma'lum bosimlar farqi bo'lishi zarur. Suyuqlik hajmi V nay uzunligi ℓ uchlaridagi bosimlar farqi ΔP va suyuqlikning oqib o'tish vaqti orasidagi bog'lanish Puazeyl formulasi bilan ifodalanadi.

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8\eta \ell} \quad (2.7)$$

Bund r - nay radiusi. (2.7) ifoda yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim lominar bo'lishi kerak. Turbulent oqim uchun Puazeyl formulasi o'rinli emas. Odatdagi hollarda oqim lominar bo'lishi uchun nay diametri kichik bo'lishi zarur. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik **kinematik yopishqoqlikdir**

$$g = \frac{\eta}{\rho} \quad (2.8)$$

Bunda ρ - suyuqlik zichligi. $\tau, \ell, \Delta P$ kattaliklarni aniqlash qiyin, shuning uchun taqqoslash usulidan foydalaniladi. Yopishqoqlikni aniqlovchi qurilmaga viskozimetrlar deyiladi. Bu usulda bir xil hajmdagi yopishqoqligi ma'lum va yopishqoqligi noma'lum suyuqliklar oqib o'tish vaqti taqqoslanadi. U holda kinematik yopishqoqlik

$$g = g_o \frac{\tau}{\tau_o} \quad (2.9)$$

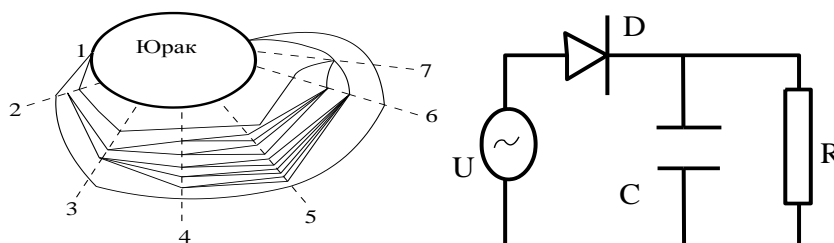
ifoda orqali hisoblanadi. Bunda g va g_o mos ravishda noma'lum va etalon suyuqliklar kinematik yopishqoqligi, τ va τ_o lar esa bu suyuqliklar uchun oqib o'tish vaqti, (3.9) ifoda yordamida kinematik yopishqoqlik aniqlanadi. Ko'pchilik viskozimetrlarda etalon suyuqlik sifatida suv olinadi va uning oqib o'tish vaqti va kinematik yopishqoqligi viskozimetr doimiysi sifatida beriladi. Shu sababli faqat noma'lum suyuqlik oqib o'tish vaqtini aniqlash bilan yopishqoqlikni o'lchash mumkin. Molekulalar harakati temperaturadan bog'liq ekan, u holda yopishqoqlik

ham temperaturadan bog'liqdir. Suyuqliklar uchun yopishqoqlik temperatura oshsa kamayadi. Qonning yopishqoqligi 37°C da $4 \cdot 10^{-3}$ Pa.s ga teng. Qonning oqish tezligi kichik bo'lganligi uchun uni lominar oqim deb olish mumkin. Qon molekulalari va arteriya devorlari orasida ishqalanish tufayli arteriya chetlarida oqim nolga teng. Arteriya markazida tezlik eng katta bo'ladi. Demak arteriya devorlari oldida bosim katta va tezlik kichik bo'lganligi uchun qon to'qimalari arteriya markaziga itariladi. Agarda biror sababga ko'ra arteriya devorlari qalinlashsa kukrak qafasida og'rik paydo bo'ladi. Buning natijasida arterioskliroz yuzaga kelishi mumkin. Bundan qutilish uchun organizmga nitroglisirin yuborish kerak. Yuqorida aytilganidek haroratning o'zgarishi qon yopishqoqligining ham o'zgarishiga olib keladi. Boshqacha aytganda harorat oshsa qonning yopishqoqligi kamayadi, lominar oqim turbulent oqimga o'tadi va qon harakat tezligi oshadi. Lominar oqim oddiy bo'lib tezlik kichik bo'lganda yuz beradi. Agarda tezlik oshsa oqim turbulent holatga o'tadi. bu o'tish chegarasi o'lchamsiz kattalik Reynold soni orqali aniqlanadi.

$$R_e = \frac{DV\rho}{\eta} \quad (2.10)$$

Bunda D - truba diametri, ρ - suyuqlik zichligi, agarda bu son 2000 dan kichik bo'lsa truba orqali oqim lominar, bundan katta bo'lsa turbulent oqim bo'ladi. Arteriyada qon oqimi uchun bu sonning qiymati 800 ga teng, demak Reynold soni 800 dan katta bo'lsa organizmda patologik o'zgarishlar yuz beradi.

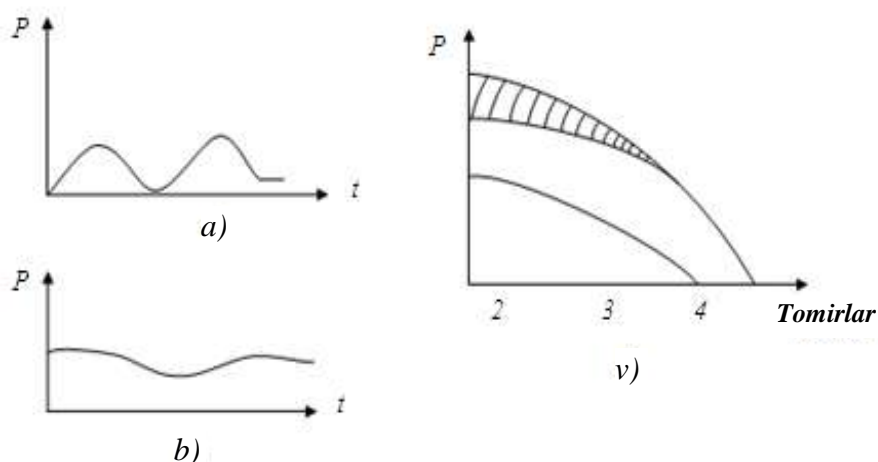
Yurak va qon tomirlari yopiq biofizik sistemadir. Yurak nasos rolini bajaradi.



Yurak va qon tomirlari tuzilishi, hamda yurak faoliyatini o'rganish elektron sxemasi: u-elektr kuchlanish, D-diod, C-kondensator, R- rezistor

Yurakni kuchlanish manbai U deb olsak, yurak klapani D diod rolini o'ynaydi, ya'ni bir tomonga ochiladi xolos. Kondensator yarim davr ichida zaryadlanadi, yarim davr ichida esa R orqali razryadlanadi. Kondensatorning roli qon bosimining tebranishlarini tekislashdir. Qon tomirlarini tarmoqlangan naychalar sifatida olish mumkin. Suratda 1-2 aorta, 2-3 arteriyalar, 3-4 arteriolalar, 4-5 kopelyarlar, 5-6 venulalar, 6-7 venalardan iborat. Yurak muskullarining qisqarishida (**sistolada**) qon yurakdan aortaga va undan tarqalib ketuvchi arteriyalarga siqib chiqarila boshlaydi. Agar bu tomirlar devorlari qattiq bo'lganda edi, qonning yurakdan chiqish paytida vujudga kelgan bosim tovush tezligida qismlarga uzatilgan bo'lar edi. Qon tomirlari elastik bo'lgani uchun sistola paytida

yurak itarib chiqarayotgan qon aorta, arteriya va arteriolalar cho'ziladi. Bunda katta qon tomirlari sistola paytida markazdan chetdagi qismlarga oqib boradigan qonga nisbatan ko'p qonni qabul qiladi. Odamning sistolik bosimi normada taxminan 16 kPa.ga teng. Yurakning bo'shishi (**diastola**) paytida cho'zilgan qon tomirlari pasayadi (bo'shaladi), yurakning qon orqali ularga uzatgan potensial energiyasi qonning oqishidagi kinetik energiyaga aylananib diastolik bosimni taxminan 11 kPa. atrofida tutib turishga madad beradi. Sistolar yuz berishi davrida qonning chap qorinchadan itarilib chiqarilishi tufayli yuzaga kelgan va aorta hamda arteriyalar orqali tarqaluvchi yuqori bosimli to'lqinga puls to'lqini deyiladi. Puls to'lqini 5 - 10 m/s, bu esa (0,3 s da 1,5 - 3 m) sistola davrida yurakdan qo'l va oyoqlargagacha bo'lgan masofadan kattadir. Bu shuni bildiradiki, puls to'lqini fronti qo'l va oyoqlarning oxirgi nuqtalariga aortada bosimning pasayishidan oldin yetib boradi. Ammo qonning tezligi 0,3 - 0,5 m/s, puls to'lqini tezligidan kichikdir. Rasmda yurak atrofidagi , ya'ni aortadagi (a) va arteriolalardagi (b) o'zgarish ko'rsatilgan. Ikkinchi grafikda bosimning o'rtacha qiymatining va qon oqimi tezligining qon harakatlanuvchi tomirlar turiga bog'liq



Qon bosimining qon tomirlaridagi qiymatlarini ko'rsatuvchi chizmalar. holda o'zgarishi ko'rsatilgan. 2-arteriyalar, 3-kopelyarlar, 4-venalar. Shtrixlangan soha bosim tebranishiga mos keladi (puls to'lqini).

Endi yurakning ishi va quvvatini qarab chiqamiz. Yurak bajargan ish bosim kuchlarini yengish va qonga kinetik energiya berish uchun sarflanadi. Chap qorincha bir marta qisqarganda bajargan ishini hisoblaymiz. Qonning zarb hajmi V ni silindr ko'rinishida ifodalaymiz. Yurak bu hajmni ko'ndalang kesim yuzi S bo'lgan aorta bo'ylab o'rtacha P bosim ostida ℓ masofaga siqib chiqaradi. Bunda bajarilgan ish

$$A = F \cdot \ell = PS\ell = PV_3 \quad (2.11)$$

Bu hajmdagi qonga kinetik energiya berish uchun

$$A_2 = \frac{mv^2}{2} = \frac{\rho Vv^2}{2} \quad (2.12)$$

ish bajariladi. To'la ish

$$A = A_1 + A_2 = PV_3 + \frac{\rho V_3}{2} v^2 \quad (2.13)$$

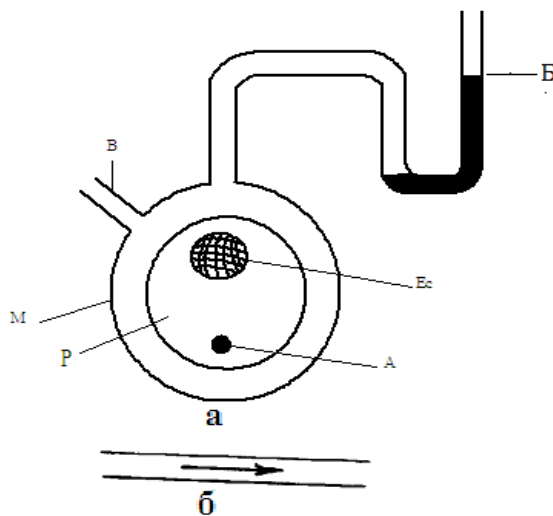
o'ng qorincha bajargan ish chap qorincha bajargan ishning 0,2 qismiga teng deb qabul qilinishi tufayli yurakning bir marta qisqarishida bajargan to'la ish

$$A = A_1 + 0,2A = 1,2(PV_3 + \frac{\rho V_3 v}{2}) \quad (2.14)$$

$P = 13 \text{ kPa}$, $V_3 = 60 \text{ ml} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$, $\rho = 1,05 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $v = 0,5 \text{ m/s}$ bo'lsa tinch holatda yurakning bir marta qisqarishida bajargan ishi $A = 1 \text{ J}$. ekanini topamiz. 1 s da 1 marta qisqarsa 1 sutkada $A = 86400 \text{ J}$ ish bajaradi. Agar sistolalar davomiyligi 0,3 s desak, yurakning bir marta qisqarishdagi quvvati $W = \frac{A}{t} = 3,3$

Vt. Qoramollar uchun $A = 2,93 \text{ J}$, quvvat 11,7 Vt. 70 yil yashagan odam yuragi 2,5 milliard marta qisqaradi. Bajargan ishi 10^9 J . Har qanday davriy nasos 10 mln. taktdan ko'p ishlay olmaydi. Yurak esa bundan yuzlab marta ko'p ishlay oladi. Yurakning siqib chiqargan qon miqdori 1 km uzunlik va paraxod yuradigan kanalni to'ldirgan bo'lar edi.

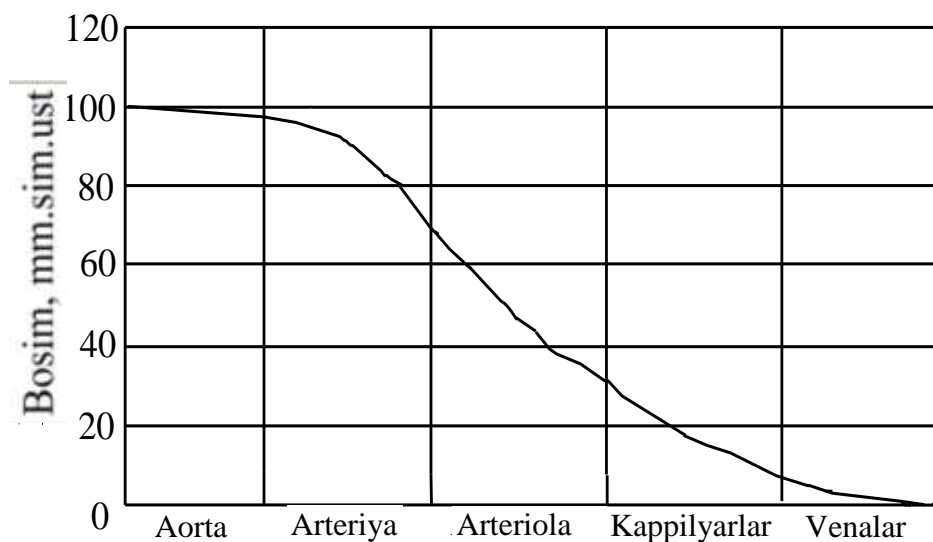
Arteriyalarning birortasidagi sistolik va diastolik bosimlar to'g'ridan-to'g'ri manometrlarga ulangan igna yordamida o'lchanishi mumkin. Tibbiyotda esa Korotkov taklif qilgan qonsiz usuldan keng foydalaniladi. M-manjet



Qon bosimini o'lchash

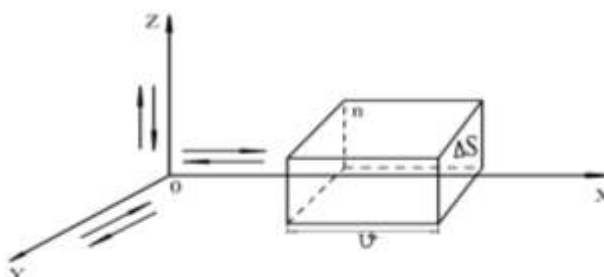
P - qo'lning bir qismi, E - yelka suyagi, A - arteriya, B - shlang orqali manjetga havo yuborilganda manjet qo'lni siqadi. So'ngra shu shlang orqali havo sekin yuboriladi va B manometr yordamida manjetdagi bosim o'lchanadi. Agar muskullar bo'shashtirilgan bo'lsa, elastik devorlardan iborat bo'lgan manjetga tegib yumshoq to'qimalardagi bosimga teng bo'ladi. Bosimni qonsiz o'lchashning asosiy fizik g'oyasi mana shundan iborat. Havo asta sekin chiqarilib bosim kamaytirib boriladi va bosim sistolik bosimga teng bo'lsa, qon qattiq siqilgan arteriya orqali otilib chiqish imkoniyatiga ega bo'ladi, bunda turbulent oqim yuzaga keladi. Vrach bosimni o'lchashda fanendaskopni arteriya ustiga qo'yib turbulent oqimga taaluqli bo'lgan shovqinlarni eshitadi. Manjetdagi bosimni kamaytirib borib lominar oqimni tiklash mumkin, buni eshitib ko'rilayotgan

tonlarning birdaniga pasayib ketishidan bilish mumkin. Arteriyada lominar oqimning tiklanishiga mos keluvchi manjetdagi bosim diastolik bosim kabi qayd qilinadi. Sog'lom kishi organizmi uchun normal sistolik bosim 120 mm.sm.ust, diastolik bosim esa 80 mm.si.ust.ga tengdir. Qon yurakga qaytish davomida bosim kamayib boradi. Katta arteriyada 90 mm.sm.ust.bo'lsa, kichik arteriyalarda 25 mm.sm.ust venada esa hatto 10 mm.sm.ust.gacha kamayadi. Ammo yurak urishi bilan bog'liq bo'lgan bosim 120 - 80 mm.sm.ust.chegarasida o'zgarib turadi. Qon bosimining o'zgarishi



esa organizm faoliyatining o'zgarishi bilan bog'liqdir. Bundan esa diagnostika maqsadlarida keng foydalaniladi.

Bir jinsli bo'lmagan termodinamik tizmlarda o'ziga xos qaytmas jarayon, ya'ni energiyaning, massaning va impulsning ko'chishi yuz beradi. Ko'chish turlariga issiqlik o'tkazuvchanlik (bunda energiya ko'chadi), diffuziya (massa ko'chadi) va ichki ishqalanish (impuls ko'chadi) kiradi. Bir jinsli muhitda ko'chish hodisasi yuz bermaydi. Ko'chish yuz berish uchun albatta ma'lum shart sharoitlar bajarilishi kerak. Masalan: issiqlik o'tkazuvchanlikda energiyaning ko'chishi uchun zaruriy shart bo'lib temperatura gradiyenti mavjud bo'lishi hisoblanadi. Xuddi shunday diffuziya paytida massaning ko'chishi uchun zichlik gradiyenti, ichki ishqalanish paytida impulsning ko'chishi uchun tezlik gradiyenti bo'lishi zaruriy shart hisoblanadi. Bu uchala hodisani umumiy formula orqali ifodalash mumkin. Bu ifodaga ko'chish tenglamasi deyiladi. Malekulyar – kinetik nazariyaga asoslanib ko'chish tenglamasini chiqaramiz (rasm)



Agar bir o'q bo'ylab $1/3$ ta molekula, shundan o'nga $1/6$ ta, chapga $1/6$ ta molekula harakat qilsa. ΔS yuzadan Δt vaqt ichida o'tgan molekular sonini aniqlab olamiz. Vaqt birligi ichida bir tomonga asosi ΔS va balandligi g bo'lgan paralelopipeddagi $1/6 n_0 \Delta S \cdot g$ ta molekula o'tadi. n_0 - hajm birligidagi molekular soni. U holda molekular soni

$$n = \frac{1}{6} n_0 \Delta S \cdot g \cdot t \quad (2.15)$$

ya'ni vaqt birligida bu molekular (massa, energiya yoki harakat miqdori) olib o'tadilar. Agar biz fizik xarakteristikani ξ (massa, energiya, harakat miqdori) desak, u holda bir yo'nalishda o'tuvchi fizik xarakteristika miqdori

$$n\xi = \frac{1}{6} (n_0\xi) \Delta S^1 \cdot g \cdot t \quad (2.16)$$

faraz qilaylik, n_0 - konsentrsiyali gaz hajmi bo'yicha turlicha va ξ ham turlicha bo'lsin. U holda $n_0\xi$ ham turlicha bo'ladi. $(n_0\xi)_1, (n_0\xi)_2$ bo'lsin u holda

$$\Delta(n\xi) = (n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2 = \frac{1}{6} \{ (n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2 \} \Delta S \cdot g t$$

Buning o'ng tomonini 2λ ga ko'paytirib bo'lamiz. U holda

$$\Delta(n\xi) = \frac{1}{6} \{ (n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2 \} \Delta S g t \frac{2\lambda}{2\lambda} = -\frac{1}{3} \frac{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2}{2\lambda} \cdot \lambda g \Delta S \cdot \Delta t$$

yoki

$$\frac{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2}{2\lambda} = \frac{\Delta(n_0\xi)}{\Delta x}$$

gradient – lotinchadan – qadamlovchi, odimlovchi demakdir. U holda

$$\Delta(n\xi) = -\frac{1}{3} \lambda \cdot g \frac{\Delta(n_0\xi)}{\Delta x} \Delta S \cdot \Delta t \quad (2.17)$$

ko'chish tenglamasini hosil qilamiz. ξ - fizik kattalik ko'chish gradiyentiga teskari yo'nalishda bo'lgani uchun «minus» ishora qo'yiladi. (grad ξ - o'ngdan chapga, ξ - ning ko'chishi chapdan o'ngga).

Endi ko'chish tenglamasini alohida fizik hodisalarga qo'llaymiz.

Diffuziya. Biror gaz ichiga ikkinchisini joylashtiraylik. Ikkinchi gaz konsentrsiyasi va zichligi biror o'q bo'ylab o'zgarsin. U holda

$$\frac{d\rho}{dx} \neq 0 \quad (2.18)$$

Shu o'qqa perpendikulyar S^1 yuza orqali o'tuvchi gaz massasini aniqlash uchun ko'chish tenglamasidagi $n\xi$ o'rniga diffuziyalanuvchi gaz massasini qo'ysak, u holda

$$\Delta M = \frac{1}{3} g \lambda \cdot \frac{d\rho}{dx} S \cdot \rho t \quad (2.19)$$

Diffuziyada S yuza orqali Δt vaqt ichida ko'chiriluvchi massa FIK tenglamasi orqali aniqlanadi.

$$M = D \frac{d\rho}{dx} \cdot S \cdot \Delta t \quad (2.20)$$

Bunda

$$D = \frac{1}{3} g \cdot \lambda$$

Diffuziya koeffisienti deyiladi. (2.20) da $S = 1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ s}$. $\frac{d\rho}{dx} = -1 \text{ kg/m}^4$ desak, $M=D$, ya'ni diffuziya koeffisienti son jihatidan zichlik gradiyenti 1 kg/m^4 bo'lganda 1 m^2 yuzadan 1 s , da ko'chib o'tgan massaga teng ekan. D (m^2/s) da o'lchanadi $\lambda - \frac{1}{9}$, $\vartheta - \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ bo'lgani uchun diffuziya koeffisienti gazning sorti (μ) va uning holatlaridan (R va T) bog'liq bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Ko'chishning asosiy tenglamasi (2.17) dan foydalanib $n\xi$ - o'rniga uzatilgan issiqlik miqdori Q . $n_0\xi$ - o'rniga hajm birligidagi molekulalarning kinetik energiyasi $E_k = \frac{i}{2}nKT$ ni qo'yamiz. $n\xi$ - molekulalarning konsentratsiyasi. U holda

$$Q = \frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} nKT \right) S \Delta t \quad \text{yoki} \quad Q = \frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda \cdot \frac{i}{2} nK \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.21)$$

$\frac{i}{2} nK = \frac{i}{2} \frac{R}{N_A} \cdot \frac{\rho}{m_0} = \frac{i}{2M} R \rho = \xi \rho$ ekanini e'tiborga olsak, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$Q = -\frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda CS \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.22)$$

$\chi = \frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda C_V \rho$ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti. U holda

$$Q = \chi \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.23)$$

Bu **Furye tenglamasi**. Demak uzatilgan issiqlik miqdori issiqlikning o'tgan vaqtiga yuzaga temperatura gradiyentiga va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisientiga proporsional ekan. Furye tenglamasi nafaqat gazlar balki suyuqlik va qattiq jismlar uchun ham o'rinlidir. Furye tenglamasida $S=1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ s}$. $\frac{dt}{dx} = 1 \frac{\text{grad}}{\text{m}}$ desak $Q = \chi$ ya'ni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti son jihatidan temperatura gradiyenti 1 grad/m bo'lganda 1 m^2 yuzadan 1 s da ko'chib o'tgan issiqlik miqdoriga tengdir. χ J/m.s.grad larda o'lchanadi.

Ichki ishqalanish. Ko'chish formulasi (2.17)da $n\xi = F \Delta t$ va $n_0\xi = \rho v$ hajm birligidagi molekulalarning harakati tufayli paydo bo'lgan impuls. U holda ko'chish tenglamasi

$$F \cdot \Delta t = \frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda \frac{d(\rho v)}{dx} S \cdot dt \quad \text{yoki} \quad F = \frac{1}{3} \vartheta \lambda \rho \frac{dv}{dx} \cdot S \quad (2.24)$$

Ichki ishqalanish kuchi Nyuton formulasiga binoan aniqlanadi. ya'ni

$$F = n \frac{du}{dx} \cdot S \quad (2.24^1)$$

(2.24) va (2.24¹) ni solishtirsak

$$n = \frac{1}{3} \vartheta \cdot \lambda \cdot \rho \quad (2.25)$$

n - yopishqoqlik koeffisienti. (2.24¹) da $S = 1M^2$, $\frac{du}{dx} = 1c^{-1}$ deb olsak $F = n$

bo'ladi, ya'ni yopishqoqlik koeffisienti son jihatidan tezlik gradiyenti $1s^{-1}$ bo'lganda parallel harakatlanuvchi qatlamlarning $1 m^2$ yuzaga ta'sir qiluvchi ichki ishqalanish kuchiga tengdir. n (kg/m.s) larda o'lchanadi. $n.d.\chi$ orasida quyidagicha bog'lanish bor.

$$\frac{n}{d} = \rho \quad \frac{\chi}{n} = C_v$$

Bosim kamayishi bilan o'rtacha erkin chopish λ masofa idish o'lchamiga tenglashguncha davom etadi.

Biologik sistemalarda ko'chish xodisasi muhim rol o'ynaydi. Kislorod musqul mitaxandriyasiga atrof havodan asosan diffuziya tufayli borib yetadi (-95%). Kilorod bilan taminlash bir necha bosqichda boradi: o'pkada havo almashinuvi, kislorodning qonga diffuziyasi. Kislorodning qonga diffuziyasi o'pkaning alveoli (pufakchalari) orqali amalga oshadi. Fik qonuniga binoan alviolada diffuziya bo'lishiga pufakcha ichida kislorod mavjudligi va kislorodning qonga diffuziya bo'ladigan membrana parda sirtida kislorodning ancha kichik konsentrasiyaga ega bo'lish sabab bo'ladi. Diffuziyani oshirish uchun diffuziya bo'ladigan sirtini oshirish zarur. Shu sababli sut emizuvchilarning o'pkasi amalda ko'plab alviola xaltachalaridan iborat bo'ladi.

Anfibiyalarda gaz almashinish nafaqat o'pka orqali, balkim ularda tananing hamma sirti katta rol o'ynaydi. Shu sababli ular terisi ko'plab tomirlar bilan taminlangan bo'lib, ular orqali kislorod qonga diffuziyalanadi. Ko'plab baliqlar uchun jabra asosiy va yakkayu – yagona nafas olish organidir. Diffuziyalanish qobiliyati jabra sirtining yuzasi bilan aniqlanadi. Aniqlanishicha tunes yoki makrelga o'xshash o'ta aktiv baliqlarning jabrasi katta, sekin harakatlanuvchi igna qorinli qurbaqa baliqlarda jabrasi kichik bo'ladi.

Ko'plab zaryadlanmagan moddalarning hujayra membranasi orqali o'tishi diffuziya qonuniga bo'ysunadi. Lipid suyuqlikda diffuziyalanuvchi sferik zarrachalar uchun diffuziya koeffisienti Stoks – Eynshteyn formulasidan aniqlanadi (lipid – yog' yoki yog'simon modda)

$$D = \frac{kT}{6Tnr} \quad (2.26)$$

Suvdagi mayda molekularlar uchun $D-10^{-9} m^2/s$ -

Biologik membrana orqali moddalarning diffuziyalanishini o'rganish, moddaning kirish qobiliyati bilan ularning lipidlarda erishi orasidagi bog'lanish borligi aniqlandi. Uzoq vaqtlar davomida molekularlar membranalarining lipid qismidan ularda eruvchanlik qobiliyati tufayli o'tadi deb kelindi. Ammo kichik gidrofil molekularlar membranadagi tirqishlar orqali o'tishi mumkin ekan.

Biologik parda orqali turli xil birikmalar o'rtasida, uncha katta bo'lmagan amainakislota molekulari va monosaxaridlar ko'plab hujayra pardalari orqali oddiy diffuziya yo'li bilan o'ta olmaydi. Fiziologik sharoitlarda ba'zi moddalar (suv, siydik) xujayraga tirqishlar orqali erkin diffuziya tufayli o'tadi. Ichakda yog'larning yutilishi kuchli lipofilligi tufayli ro'y beradi. Hujayrada erkin

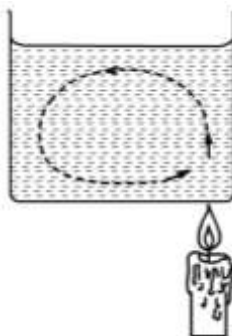
diffuziyaning tezlashuvi ko'chish sirtining oshishi hisobiga bo'ladi. Masalan: ingichka ichak epitelesi ko'plab qatlamlardan tashkil topgan bo'lib, ular sitoplazma pardasi sirtida kichik tuklar hosil qiladi. Organizmda diffuziyalanuvchi moddalar konsentrasiyasining gradiyenti bo'lishi asosan qon va limfo orqali olib o'tilgan moddalarning chiqarilishi tufayli yuz beradi. Masalan: 100g. miya moddasi 1 minutda 10ml kislorod yutadi, bu esa yurakga nisbatan 10 marta ko'p.

Endi tirak organizmlarda **issiqlik almashinishi** jarayonlarini qaraymiz. Parrandalar va sut emizuvchilar atrof muhit harorati o'zgarsa ham tana haroratini doimiy saqlab turadi. Buning uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: issiqlik yo'qotish, issiqlik mahsuldorligiga teng bo'lishi kerak. Hayvon ichida yuzaga kelgan issiqlik teriga qisman to'qimalar orqali atrof muhitga chiqariladi. Issiqlik almashinish jarayoniga quyidagi tashqi faktorlar ta'sir ko'rsatadi: havo harorati, konveksiya, nurlanish va boshqalar. Havo uchun issiqlik o'tkazish koeffitsienti 0,024 Vt/m.K. Yog' to'qimasi uchun 0,025, metall uchun 40-400 Vt/m.K. Tevarak atrof muhit haroratining ko'tarilishi, ya'ni havo va tana haroratlari orasidagi farqning kamayishi, issiqlik o'tkazuvchanlikning oshuvini talab qiladi. Aksincha, havoning ancha past harorati issiqlik o'tkazuvchanlikni ma'lum chegarada o'zgartirishi mumkin. Buning uchun tana sirtiga qonning oqib kelishini o'zgartirish yoki tashqariga qaraganda tana qismlarining sirtini oshirish bilan (qo'l – oyoqlarning jun bilan qoplangan qismini ochish) teriga qonning oqib kelishini cheklash tananing ichki qismidan issiqlikning yuzaga chiqishini chegaralaydi. Junni va patni o'stirish issiqlik himoyani kuchaytiradi. Tanani g'ujum qilish uning ochiq qismi sirtini kamaytiradi va shu bilan issiqlik yo'qotishni kamaytiradi. Havo isiganda tovuqlar, kaftarlar qanotini yoyishadi. Ammo bular ham ma'lum darajada samara beradi. Harorat ma'lum qiymatdan past bo'lganda hayvonlar o'z temperaturasini issiqlik mahsuldorligini oshirishi tufayli saqlab turadi. Tirik organizmdagi to'qimalar issiqlik o'tkazuvchanligi turlichadir. Bu esa organizmning issiqlik rejimi uchun muhimdir. Muskul to'qimasining ancha katta issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi (0,5 Vt/m.K) issiqlik tezda ichki organlardan tashqi organlarga o'tkazilishiga yordam beradi. Masalan: tashqi muhit sovuq bulganda yog' qatlami issiqlikning chiqib ketishiga to'sqinlik qiladi. Shu sababli sovuq yurtlarda yashovchi hayvonlar ancha katta teri osti yog' qatlamiga ega. Masalan: pingvinning yog' qatlami 10-15 kg ga teng bo'lib, uning o'zining og'irligi 30-35 kg. Xuddi shunday jun qatlami qalinligi ham katta rol o'ynaydi.

Bizga ma'lumki, agarda sovuqda qaltirasak, u holda issiqlik mahsuldorligimiz oshadi, chunki himoyalovchi mexanizm yetishmaydi. Katta jonivorlar ancha qulay sharoitda bo'ladi. Birinchidan, ularning tana sirti hajmiga nisbatan kichik bo'lsa, ikkinchidan, ularning juni ancha qalin bo'ladi. Shu sababli tana o'lchami kamayishi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik issiqlik mahsuldorligiga qaraganda tez kamayadi. Natijada katta hayvonlar past haroratlarga chidamliroq bo'ladi.

Molxonalarda tashqi temperatura – 25°C bo'lganda ichkarida harorat 10°C, namlik maksimal 85%, minemal 40% bo'lishi kerak. Agar harorat pasaysa va namlik oshsa, u holda sigirlar suti 30-40%, semirish darajasi 40-50% gacha

kamayadi. Qish vaqtida havo almashtirilib turilishi kerak. 100 kg massaga 17 m³/soat bo'lishi kerak. Shamol tezligi uncha katta bo'lmasligi kerak, ya'ni 0,5 m/s dan 1 m/s gacha, tovuqxonalarda esa 1 kg og'irlik uchun 0,7 m³/soat havo almashtirish zarur. Sur'atda suv to'ldirilgan menzurkada konveksiya ko'rsatilgan.



Konveksion oqimni ifodalovchi chizma

Konveksiya atmosfera va okeanda issiqlik almashinishida muhim mexanizm hisoblanadi.

Termodinamika jismlarning mikroskopik tuzilishini hisobga olmagan holda ular orasida energiya almashinuvi mumkin bo'lgan sistemalarni qarab chiquvchi fizika bo'limidir. Termodinamik sistemaning holati asosan bosim, hajm, temperatura kabi parametrlar bilan aniqlanadi. Shu sababli umumiy holda $f(PVT) = 0$ (2.27) sistemaning holat tenglamasi deyiladi. Sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishiga termodinamik jarayon deyiladi. Energiya bir jismdan ikkinchi jismga 2 xil usulda o'tadi: ish bajargan va issiqlik almashganda. Ish jarayonida uzatilgan energiya o'lchami ish bo'lganidek, issiqlik almashishi jarayonida uzatilgan energiya o'lchami issiqlik miqdori (yoki issiqlik) bo'ladi.

T.Agarda termodinamik sistema tashqi muhit bilan modda almashinuviga (energiya va impuls) ega bo'lsa, bunday sistemaga **ochiq** termodinamik sistema deyiladi.

T.Agar termodinamik sistema tashqi muhit bilan modda almashmasa, bunday sistemaga yopiq termodinamik sistema deyiladi.

T.Agar sistemaga kelgan energiya va sarf bo'lgan energiya o'zaro teng bo'lsa, bu holga **issiqlik muvozanati** holati deyiladi. Har bir oziq ovqatning kalloriyaligi mavjud: Masalan: oqsil 24,3 Mj/kg, uglevodlar 17,6 Mj/kg, yog'lar 38,9 Mj/kg. Anashular hisobida organizmda issiqlik muvozanati saqlanadi. Masalan: Odam organizmi issiqlik muvozanatini keltiramiz.

Issiqlik kelishi	Q (kJ)	Issiqlik sarfi	Q (kJ)
Oqsil(56,8 g)	993	Issiqlik chiqishi	5757
Yog'lar(140 g)	5476	Gaz chiqarish	180
Ugievodlar(79.9)	1404	nafas chiqarish	758
		tanadan bug'lanish	951
		turli tuzatishlar	46
Jami	7873	Jami	7788

Biologik sistemalar ochiq sistemaga kiradi, chunki tashqi muhitdan qabul qilingan mahsulot hisobiga organizm rivojlanadi va yashaydi, ya'ni modda almashinuvi doimo yuz berib turadi. Umuman tirik organizm stasionar holatda bo'lmaydigan rivojlanuvchi sistemadir. Ammo odatda kichik vaqt oralig'ida biologik sistemalar holatini stasionar holat deb olish mumkin. Stasionar holatda bo'lganda sistemaning turli qismlaridagi parametrlarning qiymatlari odatda bir biridan farq qiladi: odam tanasining turli qismlari temperaturasi, biologik membrananing turli qismlaridagi diffuziyalanuvchi molekulalar konsentratsiyasi va hokozolar. Shunday qilib, sistema ayrim parametrlarining gradiyenti doimiy tutib turiladi shu sababli ximiyaviy reaksiyalar o'zgarish tezlik bilan o'tishi mumkin. Har qanday real termodinamik sistema ochiq sistemadir lekin ma'lum vaqt oralig'ida ideal model yopiq sistema deb olish mumkin. Yopiq sistemaning atrofidagi jismlar bilan o'zaro ta'sirini batafsilroq qarab chiqamiz. Issiqlik jarayonlari uchun energiyaning saqlanish qonuni **termodinamikaning birinchi qonuni** kabi ta'riflanadi. T.Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgarishiga va sistema bajaradigan ishga ketadi.

$$Q = \Delta U + A \quad (2.28)$$

Biz sistemaning ichki energiyasi deganda uni tashkil etuvchi zarrachalarning kinetik va potensial energiyalari yig'indisini tushunamiz

$C_p = C_v + R$ **Mayer tenglamasi** deyiladi.

Energiyaning saqlanish qonuni hisoblangan termodinamikaning birinchi qonuni jarayonlarning borishi mumkin bo'lgan yo'nalishlarni ko'rsatmaydi. Masalan: termodinamikaning birinchi qonunga binoan issiqlik almashinishda issiqlikning issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'z – o'zidan o'tishi mumkin bo'lganidek, buning teskarisi, issiqlikning sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'tishi mumkin. Lekin kundalik xayotda ikkinchi

jarayon o'z – o'zidan yuz bermaydi. Masalan: xona ichidagi havoni sovutish hisobiga choynakdagi suv o'z – o'zidan isimaydi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni shu savollarga javob beradi. Termodinamika ikkinchi qonunning bir qancha ta'riflari mavjud.

1. **Klauzius ta'rifi:** issiqlik o'z – o'zidan harorati past jismdan harorati yuqori bo'lgan jismga o'ta olmaydi.

2. **Tomson ta'rifi:** ikkinchi tur abadiy dvigitel bo'lishi mumkin emas, ya'ni bir jismning sovushi hisobiga issiqlikning ishga aylanishi mumkin bo'lgan yagona davriy jarayon bo'lishi mumkin emas.

Issiqlik mashinasida berilgan issiqlik miqdori hisobiga ish bajariladi, lekin bunda issiqlikning bir qismi albatta sovutgichga uzatiladi.

$$\text{Foydali ish koeffisienti } n = \frac{A}{Q_1}$$

T.Ishchi modda tomonidan olingan yoki berilgan issiqlik miqdorining issiqlik almashinish jarayonidagi haroratiga nisbati **keltirilgan issiqlik miqdori** deyiladi,

ya'ni $\frac{Q}{T}$ Demak kichik sikllar uchun $\oint d\frac{Q}{T} = 0$ (2.29) ifodani yozish mumkin.

Jarayon yoki ko'chishga bog'liq bo'lmagan fizik xarakteristikalar odatda sistemaning vaziyatiga yoki boshlang'ich va oxirgi holatiga mos keluvchi biror funksiya ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalanadi. Qaytuvchi jarayon uchun keltirilgan issiqlik miqdorining yig'indisini sistema holatining entropiyasi deb ataluvchi biror funksiya ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalash mumkin:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (2.30)$$

Bu yerda S_2 va S_1 sistemaning oxirgi va boshlang'ich holatlariga mos keluvchi entropiyasi. Shunday qilib, entropiya sistemaning holat funksiyasi bo'lib, ikki holat uchun entropiya qiymatlarining ayirmasi sistemaning bir holatidan boshqa holatiga qaytuvchi o'tishlaridagi keltirilgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng. Molekulyar – kinetik nazariya bo'yicha entropiya sistema zarralari tartibsizligining o'lchovi deb olish mumkin. Sistemadagi tartibsizlik miqdoran termodinamikaviy extimollik W_{map} bilan xarakterlanadi.

Bolsman entropiyaning termodinamikaviy extimollikning logorifmiga proporsional ekanini aniqlanadi:

$$S = K \ln W_{map}$$

K – Bolsman doimiysi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni birinchi qonuni to'latgani kabi, entropiya ham energiya tushunchasini to'ldiradi. Ochiq sistemaning holati termodinamik muvozanatda tekshiriladi. Agarda termodinamik sistemaning holati muvozanat holatidan ozga farq qilsa, uni xuddi muvozanat holatidagiday parametrlar bilan xarakterlash mumkin. Bunday sistemaning tartibsizlik darajasi entropiya bilan aniqlanadi. Ochiq sistemaning entropiyasi muvozanat bo'lmagan holatda sistemaga energiya va modda kelishi munosabati bilan entropiyasi oshadi. Termodinamikaning ikkinchi asosiga binoan yopiq izolyasiyalangan sistema entropiyasi oshib boradi va o'zining maksimumiga intiladi. Ochiq sistemada esa doimiy entropiyali statsionar holat bo'lishi mumkin. Organizm – statsionar sistema uchun $dS = 0$, $S = const$, $dS_1 > 0$, $dS_2 < 0$ deb yozish mumkin. Bunda dS_i - sistemadagi qaytmas jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan entropiyaning o'zgarishi dS_e - sistemaning tashqi muhit jismlari bilan ta'sirlashuvi tufayli yuzaga kelgan entropiyaning o'zgarishi.

$$dS_e = dS_i + dS_e \text{ yoki } dS_e = dS - dS_i < 0$$

Bu esa sistemaga o'tayotgan mahsulotdagi (modda va energiya) entropiya sistemadan chiqayotgan mahsulotdagi entropiyadan kichik ekanligini bildiradi.

Prigojin stasionar holat uchun entropiyaning minimum hosil bo'lish prinsipini ta'riflab ayrim funksiyalarning ekstremal qiymatlarini ko'rsatdi.

Organizm atrof muhit entropiyasi izolyasiyalangan sistemadagi kabi ortib boradi, ammo bunda organizmning entropiyasi o'zgarmas saqlanib qoladi. Entropiya sistema tartibsizligining o'lchovidir. Shu sababli organizmning tartiblilik atrof – muhit tartiblilikining kamayishi hisobiga saqlanadi.

Ayrim kasalliklar holatlarida biologik sistemalar entropiyasi oshishi mumkin ($dS > 0$) bu stasionar holatning bo'lmasligi tartibsizlikning yo'qligi bilan bog'liq.

Masalan: rak kasalliklarida hujayralarning tartibsiz ravishda ko'payib ketishi yuz beradi.

(10) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dSi}{dt} + \frac{dSe}{dt} \quad (2.31)$$

stasionar holat uchun esa

$$\frac{dSi}{dt} = -\frac{dSe}{dt} \quad (S = \text{const} \frac{dS}{dt} = 0) \quad (2.32)$$

Prigojin prinsipiga muvofiq $\frac{dSi}{dt} > 0$ va minemaldir, demak $\frac{dS}{dt}$ ham minemal qiymatga ega.

Bundan quyidagi xulosa chiqadi; atrof muhit entropiyasining o'zgarishi organizmning stasionar holati saqlanib qolgan holda ham minimumga ega. Tirik sistemalar (hujayra, a'zolar, organizm) ishlab turishiing asosi – difuzion jarayonlar bioximik reaksiyalar, osmotik hodisalarning va hakoza shunga o'xshashlarning yuz berishi sharoitida stasionar holatini quvvatlab turishidan iborat.

Tibbiyot va veterinariyada termodinamik davolash usullari keng qo'llanilmoqda. Organizmga issiqlik berish bilan bir qancha kasalliklarni davolash mumkin. Buning uchun o'ziga energiyani (issiqlikni) to'plab so'ng asta – sekin beradigan materiallardan foydalaniladi. Masalan: jadvalda shunday moddalar keltirilgan.

Modda	S_1 kj/kt.k	λ_1 vt/mk
Suv	4,19	0,58
Loyqa	2,09	0,70
Torf	3,85	0,42
Parafin	3,23	0,23
Ozekirit	3,35	0,15

Bu usuldan qishloq xo'jalik hayvonlarini davolashda keng qo'llanilmoqda. Masalan: muskullar shamollashida, revmatizmida va hakoza. Parafin va ozekirit 85°C gacha issitilishi mumkin va u kuydirmaydi, chunki tanaga tekkan qismi tezda 45°C gacha sovuydi va issiqlik o'tkazuvchanligi yomonligi sababli ichki qismlar harorati saqlanib asta – sekin tanaga beriladi. Parafin ozekirit yordamida hayvonlarda mastit, genekologik kasalliklari davolanadi.

Agar organizm tashqi muhit sharoitlarining o'zgarishida stasionar holatini saqlash imkoniyatiga ega bo'lmasa, bu holatdan chetlashsa, bu uning o'limiga olib keladi, chunki organizm bu vaziyatga moslasha olmaydi, ya'ni sharoitning o'zgarishiga mos holda nisbatan tezlik bilan stasionar holatga kelolmaydi. Harorat har qanday fizik hodisaning asosini tishkil qiladi. Haroratni to'g'ridan – to'g'ri o'lchab bo'lmaydi. Ikki xil shkala mavjud. Selsiy – boshlang'ich nuqtasi muzning eirish nuqtasi 0°C va suvning qaynash nuqtasi 100°C. Xuddi shunday absolyut harorat shkalasi boshlang'ich nuqta 0° .K, ya'ni -273,15°C bitta reper nuqtaga ega. Harorat termometrlar yordamida o'lchanadi. (simobli va spirtli) past harorat medisinada konservasiya (kriogen) uchun ishlatiladi. Anistaziya xossasiga ega bo'lgan sovuq yordamida asab kasalliklariga tegishli bo'lgan odam bosh

miyasidagi ayrim hujayralar yadrosini yo'q qilishda ishlatiladi. Masalan: parkinsonizm, mikroxirurgiyada nam to'qimalarning sovuq metallga asboblari yopishib qolishidan bu to'qimalarning boshqa joyga ko'chirishda foydalaniladi. Kirioterasiya, kirioxirurgiya va shu kabi yangi terminlar yuzaga kelmoqda.

Xulosa

Qon va qon zardobi yopishqoqligini o'lchash yo'li bilan tirik organizmda bo'layotgan ko'plab jarayonlar haqida ma'lumotga ega bo'lish mumkin. Yurak ishi va quvvati, qon bosimi bu kundalik hayot uchun zaruriy faktorlardir. Ularni aniqlash va baholash muhim masala hisoblanadi. Ko'chish hodisalarni bilish tirik organizmda va atrof muhitda bo'layotgan jarayonlarni to'liq tushinish uchun muhim hisoblanadi. Tirik organizmda ovqatning hazm bo'lib energiyaga aylanishi, organizmni kislorod bilan ta'minlash diffuziya tufaylidir. Issiqlik mahsuldorlikni aniqlash, uni doimiy saqlash, chorva mollari samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Molxona va parrandaxonalarda haroratni doimiy saqlash, ularni shamollatib turish ham juda muhim masala hisoblanadi. Termodinamik jarayonlar ko'plab fizik va biologik hodisalar asosini tashkil qiladi. Issiqlik energiyaning bir turi bo'lib, ayniqsa tirik mavjudod uchun juda katta ahamiyatga egadir. Inson va hayvonlar hayoti faoliyatida haroratning va holatining ozga o'zgarishi uning rivojiga va borlig'iga katta ta'sir ko'rsatadi. Entropiya esa tirik va o'lik mavjudod uchun tartibsizliklar darajasini ko'rsatuvchi energiya o'lchovidir.

Sinov savollari

1. Suyuqliklarda qanday oqim turlari mavjud?
2. Ideal va real suyuqliklar nima?
3. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari fizik mohiyati nima?
4. Yopishqoqlik koeffitsiyenti va uni o'lchashning ahamiyati nimadan iborat?
5. Viskozimetrlar nima?
6. Qon tomirlari elastiklik xususiyatining mohiyati nimadan iborat?
7. Yurak ishi va quvvati.
8. Sistola va diastila nima?
9. Qon bosimini o'lchashning Korotkov usuli mohiyati nimadan iborat?
10. Kuchish hodisasining qanaqa turlarini bilasiz?
12. Fik, Furye va Nyuton qonunlarini tushuntiring.
13. Biologik sistemalar: o'pka, qon tomirlari, oshqozon, ichak va teri qatlamlarida ko'chish hodisasi qanday ro'y beradi?
14. Tirik organizmda issiqlik almashish jarayoni qanday ro'y beradi?
15. Ko'chish hodisasi tirik organizm uchun qanday ahamiyatga ega?
16. Molxona va parrandaxonalarda namlik va harorat qanday bo'lishi kerak?
17. Biologik sistemalarda energiyaning saqlanish qonuni.
18. Ichki energiya nima?
19. Termodinamikaning ikkinchi qonuni?
20. Tirik organizm ochiq termodinamik sistema
21. Entropiyaning fizik mohiyati.
23. Veterinariyada kriogen texnikasidan foydalanish.

3.BIOELEKTROMagnetizm

REJA:

Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalarini. Moddallarning elektr xossalari: o'tkazgichlar va yarim o'tkazgichlar, dielektriklar, dielektrik kirituvchanlik. To'qimalar kirituvchanligining organizm holatiga bog'liq ravishda o'zgarishi va undan diagnostika maqsadida foydalanish. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar va ularning tirik organizm tarkibidagi hujayralar funksiyasidagi ahamiyati.

Elektr maydondan veterinariya terapiyasida foydalanish. (Franklin nazariyasi)

Tirik organizmga elektr tokining ta'siri. To'qimalarning elektr toki ta'siridauyg'onishi. Uyg'onish tokining ta'sir etish vaqtiga bog'liqligi.

Xronaksiya, reobaza, elektrofarez yordamida dori moddalarini organizmga yuborish. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi. Biopotensiallarni o'lchash. Elektrokardiografiya, uni qayd qilish usullari .

Magnit maydon tabiati. Magnit maydonning asosiy fizik xarakteristikalarini va ularning o'lchov birliklari.

Moddallarning magnit xossalari. (dia, para va ferromagnitlar). Magnit kirituvchanlik. Magnit maydonning tirik organizmga ta'siri. Teomagnit maydonning siklik o'zgarishining tirik mavjudodning populyasiyasini, epizotiyaga va o'simliklar o'sish sur'atiga ta'siri.

Veterinariya terapiyasida magnit maydonning qo'llanilishi (qoramollar yutgan ferromagnitlarni magnit zond yordamida olishlar). Magnitokardiografiya haqida tushuncha. Organizmda hosil bo'lgan paramagnit moddalar (erkin radikallar) ni aniqlashda magnit maydonidan foydalanish.

Tayanch iboralar: xronaksiya, reobaza, elektrofarez, galvanizatsiya, biopotensiallar, elektroliz, tok zichligi, kimyoviy ekvivalent, elektrokimyoviy ekvivalent, galvanoplastika, yarim o'tkazgich, dielektrik, ekvipotensial sirt Magnit maydon induksiyasi, diamagnitlar, paramagnitlar, ferromagnitlar, ferritlar, magnit kirituvchanlik, magnitokardiografiya, magnit kuch chizigi, domenlar, gistrezis

Elektr maydoni materiyaning ko'rinishlaridan biri bo'lib, uning yordamida shu maydonda turgan elektr zaryadlariga kuch ta'siri vujudga keladi. Biologik tuzimlarda hosil bo'ladigan elektr maydonning xossalari organizm holatini aniqlashda axborot beradi.

Qadim zamondan shoyiga ishqalangan yantar o'ziga mayda buyumlarni tortishi aniqlangan. Hozirgi vaqtda hamma moddalar tarkibida ikki xil zaryad bo'lishi mumkinligi aniqlangan. Teriga ishqalangan shishada paydo bo'lgan zaryad musbat, movutga ishqalangan ebonitda paydo bo'lgan zaryad manfiy. Bir xil ishorali zaryadlar o'zaro itarishadi, turli xillari esa tortishadi.

Amerikalik olim Milliken elektr zaryad diskret ekanligini aniqladi. ($e = 1,6 \times 10^{-19}$ kl). Elektron ($M_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg) manfiy va proton ($M_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg) musbat zaryadlardir.

1843 y. Faradey zaryadlar saqlanish qonunini ochdi: har qanday yopiq sistemada elektr zaryadlar algebraik yig'indisi o'zgarmas qoladi.

$$\sum_{i=1}^N Q = \text{const}$$

1795 y. Kulon qo'zg'almas zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini aniqlovchi qonunni ochdi: ikkita zaryad orasidagi o'zaro ta'sir kuchi zaryadlar ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (3.1) \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m elektr doimiysi

Zaryad maydoniga biror boshqa zaryad kiritsak Kulon kuchi ta'sir qiladi. Demak, zaryad atrofida maydon mavjud. Elektr maydonning kuch xarakteristikasi bo'lib kuchlanganlik hisoblanadi.

T.KUCHLANGANLIK - maydonning berilgan nuqtasiga qo'yilgan nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuchning shu zaryadga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$E = \frac{F}{q} \quad (3.2)$$

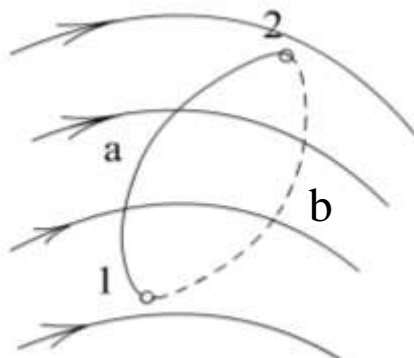
Kuchlanganlik vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi berilgan nuqtada joylashgan nuqtaviy musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Kuchlanganlik grafik usulda kuch chiziqlar yordamida tasvirlanadi.

T.KUCH CHIZIQLARI - uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma kuchlanganlik vektori bilan mos keladigan xayoliy chiziqqa aytiladi. Maydon chiziqlari parallel va bir xil uzoqlikda joylashgan bo'lsa bir jinsli maydon bo'ladi. Nuqtaviy zaryad kuchlanganligi

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad (3.3)$$

Maydon kuchlanganlik birligi N/Kl yoki V/m

Elektr maydonning energetik xarakteristikasi potentsialdir. Elektr maydonida q zaryad 1 a va 1 b trayektoriya bo'yicha 1 dan 2 ga qarab siljiganda maydon kuchlari tomonidan ish bajaradi. Bu ish elektr maydon kuchlanganligi orqali ifodalaniladi.



Elektr maydonida zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblash chizmasi.

$$A = Q \int_1^2 E \cdot dl$$

de – elementar siljish, E_e – E ning **de** yo'nalishidagi proyeksiyasi.

Elektrostatik maydon kuchlarining ishi siljish trayektoriyasidan bog'liq emas. Bunday xossasaga ega maydon **popensial maydon** deyiladi.

T. MAYDON POTENSIALI deb potensial energiyaning birlik zaryadga nisbatiga aytiladi.

$$\varphi = \frac{A}{q} \quad (3.4)$$

Potensial ko'chish trayektoriyasidan bog'liq bo'lmasdan balki zaryadga, ko'chishining boshlang'ich va oxirgi nuqtalariga va maydonning o'ziga bog'liqdir.

T.Son jihatidan kuchlarining birlik musbat zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga teng bo'lgan kattalik maydon ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi deyiladi.

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = q \int_1^2 \frac{Ede}{q} = \int_1^2 E_e de \quad (3.5)$$

bu yerda φ_1 va φ_2 - elektr maydonning 1 va 2 nuqtalariga mos potentsiallari. Demak (6)dan ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi maydonga va tanlangan nuqtalar vaziyatiga bog'liq bo'lar ekan. Nuqtaviy zaryad maydoni potentsiali

$$\varphi = \frac{q}{4 \pi \epsilon \epsilon_0 r} \quad (3.6)$$

Turli nuqtalar potentsiallarini ko'rgazmali ravishda bir xil potentsialli sirtlar (ekvipotensial sirtlar) shaklida tasvirlash mumkin. Potensial va kuchlanganlik orasida quyidagi bog'lanish mavjud.

$$E = - \frac{d\varphi}{dl} \quad (3.7)$$

« - » ishora potentsialining E yo'nalishida tezda kamayib borishi

-E yo'nalishida esa kattalashib borishini ko'rsatadi

E potentsialning teskari ishorasi bilan olingan gradiyentiga tengdir:

$$E = - \text{grad } \varphi \quad (3.8)$$

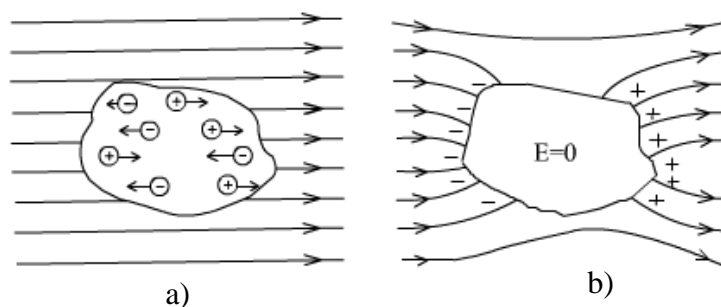
Potensial o'lchov birligi Volt - bu shunday maydon nuqtasining potentsialliki, u yerda 1 Kl li zaryad 1 j potentsial energiyaga ega bo'ladi ($V=1j/Kl$). Agar potentsial bir qancha zaryadlar tomonidan hosil qilinayotgan bo'lsa, u holda maydon potentsiali hama zaryadlar tomonidan hosil qilinayotgan bo'lsa, potentsiallari algebraik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\varphi = \sum \varphi_i = \frac{1}{4 \pi \epsilon \epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i} \quad (3.9)$$

Moddalar o'zlarining elektr o'tkazuvchanligiga qarab 3ga bo'linadi. Elektr tokini yaxshi o'tkazuvchi-o'ikazgichlar, umuman o'tkazmaydigan moddalar - izolyatorlar (dielektriklar) va qisman o'tkazuvchilar (yarim o'tkazgichlar).

Agarda o'tkazgich tashqi elektrostatik maydonga joylashtirilsa uning zaryadlariga maydon ta'sir qiladi va ular harakatga keladi. Zaryadlarning

ko'chishi toki zaryadlar taqsimotida muvozonat yuzaga kelguncha davom etadi. Bu holda o'tkazgich ichidagi elektrostatik maydon nolga teng bo'ladi. Agar shunday bo'lmaganda edi, tashqi maydon ta'sir qilmasa ham zaryadlar ko'chishi va tok oqishi mumkin bo'lar edi. Demak kuchlanganlik o'tkazgich ichidagi hamma nuqtalarda $E = 0$ (3.10). O'tkazgich ichida maydonning nolliigi uning hamma nuqtalarida potensial bir xil bo'lishini ko'rsatadi ($\varphi = \text{const}$), ya'ni elektrostatik maydonda o'tkazgich sirti ekvipotensial hisoblanadi. Bu esa maydon kuchlanganligi vektorining o'tkazgich sirtiga normal bo'lishini ko'rsatadi. Agar shunday bo'lmasa zaryadlar maydon ta'sirida harakatga kelar edi.



Elektrostatik maydonda o'tkazgich a-induksiyalangan zaryadlar hosil bo'lishi, b-kuchlanganlik chiziqlarning uzulishi

O'tkazgich ikki qismi ikki ishorali, zaryadlanib qoladi, demak neytral o'tkazgich elektrostatik maydonga kiritilsa, kuchlanganlik chiziqlari uziladi. Ular musbatda boshlanib manfiy zaryadda tugaydi. Indusirlangan zaryadlar tashqi sirtida taqsimlanadi. T.Sirt zaryadlarining tashqi elektrostatik maydonda qayta taqsimlanish hodisasi **elektrostatik induksiya** hodisasi deyiladi. σ zaryadlar sirt zichligi desak, u holda o'tkazgich sirt yaqinda maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} \quad (3.11)$$

ϵ - o'tkazgichni o'rab turuvchi muhit dielektrik kirituvchanligi. O'tkazgich ichida maydon nol bo'lishiga asoslangan elektrostatik himoya mavjud. Yakkalangan o'tkazgichga berilgan zaryad potensialga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni $q - \varphi$. Agar proporsionallik tenglikka o'tsak, u holda $q = C\varphi$. Bunda C- yakkalangan o'tkazgich elektr sig'imi deyiladi.

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (3.12) \quad (1\text{Kl}/1\text{V}) = \text{farada (f)}$$

T.1. f – deb unga 1 Kl zaryad berilganda potensial 1 V ga o'zgaradigan o'tkazgich sig'imiga aytiladi. Yer shari sig'imi $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R = 700 \text{ mkf}$. Sig'imni oshirish uchun kondensatorlar ishlatiladi.

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} \quad (3.13)$$

Endi izolyatorlar (dielektriklar)ni ko'rib chiqamiz. Dielektrik ham boshqa moddalar kabi atom va molekulalardan tashkil topgan. Musbat va manfiy zaryadlar teng bo'lgani uchun molekula neytraldir.

T.Agar musbat va manfiy zaryadlar og'irlik markazlari tashqi maydon bo'lmaganda ustma-ust tushsa bunday molekulalardan tashkil topgan dielektrikka **qutbsiz** dielektriklar deyiladi. Masalan: N_2 , H_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 . Tashqi maydon ta'sirida manfiy va musbat zaryadlar turli tomonlarga siljishi natijasida dielektrik dipol momentiga ega bo'ladi va qutblanadi. T.Agar tashqi maydon bo'lmagan holda ham dipol momentiga ega bo'lsa, bunday dielektrikka **qutbli** dielektriklar deyiladi. Masalan: H_2O , NH_3 , CO_2 , CO_3 . Tashqi maydon ta'sirida dipol momentlari bir yo'nalishda joylashishga harakat qiladi.

T.Tashqi maydon ta'sirida dipollarning maydon yo'nalishi bo'yicha joylashuvi yoki yo'nalgan dipol momentlarining hosil bo'lish hodisasiga dielektrikning **qutblanishi** deyiladi.

Qutblanuvchanlik

$$P = \chi \varepsilon_0 E \quad (3.14)$$

kabi aniqlanadi.

χ - dielektrik qabul qiluvchanlik deyiladi va har doim musbat $\chi > 0$ masalan: spirt uchun 25, suv uchun 80.

Tashqi maydon ta'sirida dielektrik qutblanadi va bog'langan zaryadlar sirt zichligi paydo bo'ladi. $\varepsilon = 1 + \chi$ - o'lchamsiz kattalik bo'lib tashqi maydonning moddada qanchagacha kamayishini ko'rsatadi.

O'tkazgichlar solishtirma qarshiligi 10^{-7} om.m, dielektrlarda 10^8 om.m va undan ortiq. Ana shu ikki oraliqda mavjud bo'lgan moddalarga yarim o'tkazgichlar deyiladi. Hozirgi vaqtda yarim o'tkazgichlar juda ko'p sohalarda ishlatiladi. Ularning juda ko'p afzalliklari mavjud. Jumladan, harorat oshsa qarshiligi kamayadi, ularda elektr tokini elektronlardan tashqari tirqishlar ham tashiydi, ozgina aralashma uning o'tkazuvchanligini juda oshirib yuboradi.

T.Erkin elektronlar harakati tufayli yuzaga keladigan o'tkazuvchanlikka **elektron o'tkazuvchanlik** deyiladi. Yarim o'tkazgichlar past va normal haroratlarda dielektriklar hisoblanadi. Asosiy material bo'lib Mendeleev davriy sistemasidagi 3,4,5 guruh elementlari hisoblanadi. Eng ko'p ishlatiladigan germaniy va kremniydir. Sof yarim o'tkazgichda xususiy o'tkazuvchanlik bo'ladi. 4 valentli germaniyga, 5 valentli arsenid qo'shilsa 1 ta elektron ortib qoladi. Bunday aralashmaga **donor (beruvchi)** aralashmalar deyiladi, yarim o'tkazgichlar esa elektron yoki n- tip o'tkazuvchanlik deyiladi. 3 valentli indiy qo'shilsa bitta elektron yetishmaydi. Shuning uchun bunday aralashmalar **akseptor** (qabul qiluvchi) deb, yarim o'tkazgichlar esa teshikli yarim o'tkazgich yoki p – tip yarim o'tkazgich deyiladi.

0,0001% mishyak aralashmasi germaniyda erkin elektronlar sonini 1000 marta oshiradi. Temperatura bir gradusga o'zgarganda metallning qarshiligi $0^{\circ}C$ dagi qarshilikdan 0,004 ga ortadi, yarim o'tkazgich qarshiligi esa 0,06 ga kamayadi. Bunday xossadan o'lchamlari kichik bo'lgan va metall elektr qarshilik termometrlariga qaraganda juda katta sezgirlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich

qarshilik termometrlari yasashga imkon beradi. Yarim o'tkazgich qarshilik termometrqa **termistor** deyiladi. Termistor degani yarim o'tkazgich qarshilik, ya'ni issiqlik va aktiv qarshilik demakdir. Termistorning issiqlikka teguvchi qismining o'lchamlari millimetrning o'ndan bir ulushlaricha bo'ladi. Bu termistor yordamida juda kichik obyektlar, masalan o'simlik va jonli organizmlarning ayrim qismlarining temperaturasini o'lchash mumkin. Termistor bilan gradusning milliondan bir ulushlaricha o'zgarishlarini aniqlash mumkin.

Dielektrik kirituvchanlikni bilgan holda tirik organizmda bo'ladigan ba'zi o'zgarishlar haqida xulosa chiqarish mumkin. Organizmdagi hujayra va uni o'rab olgan hujayralardan tashqari biologik muhit tashqi muhitdan yarim o'tkazuvchi hujayra membranasi bilan ajralgan murakkab sistema deb qarash mumkin. Hujayra ochiq termodinamik sistema bo'lib, tashqi muhit bilan uzluksiz energiya, modda va ma'lumot almashinadi va bu almashinuv membranalar orqali amalga oshadi. Membrana oddiy holda lipid qatlamidan iborat lipid qatoriga neytral yog'lar, efirlar kiradi. Hujayrada lipidlar oqsil qatlamlari bilan o'rab olingan. Ko'pchilik membranalar taxminan 40% lipidlardan, 60% oqsillardan iborat. Sitoplazmatik membrananing qalinligi taxminan 5-10 nm. Hujayra membranalarining umumiy yuzasi juda katta. Masalan: kalmer kalamush jigarining massasi atigi 6 g. Uning membranalarining umumiy yuzi 100 m². Membranada lipid qatlami borligi uning dielektrik xossalarini belgilaydi. Membranalar solishtirma qarshiligi juda katta 10⁸ om.m. atrofida bu esa sitoplazma va hujayralararo muhit qarshiligidan o'n millionlab katta. Membranalar dielektrik xarakteristikalari ko'pchilik texnik izolyatornikidan kattadir. Masalan: mitoxandriy membranasi qalinligi 8nm bo'lgan holda sirtlardagi potentsiallar farqi 200 mVga teng. Shunday qilib, membranadiga elektr maydon kuchlanganligi.

$$E = \frac{200 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{8 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 25 \cdot 10^6 \text{ V/m}$$

Shuni aytib o'tish kerakki dielektrik sifatida ishlatiladigan chinni bu kuchlanganlikdan yuz marta kichik kuchlanganlikda «teshiladi». Membrananing nisbiy dielektrik singdiruvchanligi 2 - 6 ga teng. Suyuqliklar ham xuddi qattiq jismlar kabi, o'tkazgich yoki izolyator bo'lishi mumkin. Elektr tokini o'tkazuvchi suyuqliklar biologiyada katta ahamiyatga ega. Masalan: tuzlar, kislotalar, ishqorlarning suvdagi eritmasi va ayrim organik birikmalar shular jumlasidandir.

T.Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga **elektrolitlar** deyiladi. Yuqorida aytilgan moddalar suvda eriganda ionlarga dissosialanadi. Elektrolitik dissosiasiya darajasi $L = \frac{n}{n_0}$

Bunda n- dissosiyalangan malekulalar soni
n₀ - umumiy molekulalar soni

Dissosiasiyaga teskari jarayonga rekombinasiya deyiladi. Birlik yuzadan 1 sekunda o'tuvchi tok zichligi

$$j = j_+ + j_- = q (n_+ v_+ + n_- v_-) \quad (3.15)$$

Agar 1 ta malekula 2 ta ionga dissosiyalansa u holda n_+ va n_- ionlar konsentrasiyasi bir xil bo'ladi. Demak $n_+ = n_- = 1 n$

Elektr maydonida ionga ikkita kuch ta'sir qiladi. $F_e = qE$ va $F_{ish} = 6 \pi \eta r v$ barqaror harakatda $F_e = F_{ish}$ yoki $qE = 6 \pi \eta r v$

Bundan $U = \frac{q}{6\pi\eta r}$ - ionlarning harakatchanligi deyiladi.

Ionlar harakatchanligi juda kichik M ; $25^\circ C$ da vodorod ionlarining harakatchanligi $36,2 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ kaliyniki $7,6 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, xlorniki $7,9 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$. Demak (3.15) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$J = q n (u_+ + u_-) E \quad j = \gamma E$$

Bunda $\gamma = q n (u_+ + u_-)$ - suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi deyiladi. (5) suyuqliklar uchun Om qonunidan iborat

$$\rho = \frac{1}{\gamma} \quad \text{solishtirma qarshilik.}$$

ρ - qon uchun 1,66 om.m, muskul 2 om.m

Ichki organlar 3-5 om.m miya va nerv to'qimasi uchun 15 om.m

Yog' to'qimasi 50 om.m, quruq teri 10^5 om.m, suyak 10^7 om.m

Agar harorat oshsa harakatchanlik oshadi va qarshilik kamayadi (metallarda teskari). Elektrodga yetib kelgan ionlar neytrallashib o'tirib qoladi. Anionlar anodga, kationlar katodga. T. Elektrolidlardan tok o'tganda modda ajralib chiqish jarayoniga **elektroliz** deyiladi.

Faradey 1836 y elektroliz qonunlarini aniqladi.

T. 1 qonun. Elektrodga ajralib chiqqan modda massasi eritmadan o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir.

$$M \approx J \cdot t \quad M = k J t = k q$$

$K = M/q$ - shu moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti deyiladi.

$q=1$ bo'lsa, $K=M$, ya'ni el.xim.ekv. deb eritmadan 1Kl zaryad o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga aytiladi. A/Z - moddaning ximiyaviy ekvivalenti, A - atom massa

$$Z - \text{valentlik u holda} \quad K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \quad (3.16)$$

T. 2-qonun. Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti uning ximiyaviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir.

(6.16) va (6.17) dan birlashgan qonunni olamiz

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \cdot q = \frac{AJt}{FZ} \quad (3.17)$$

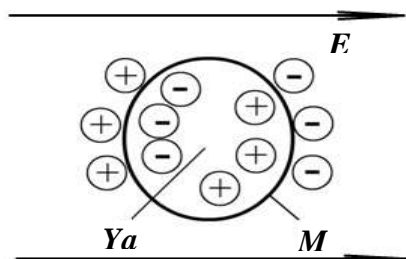
$$m = \frac{A}{Z} \text{ bo'lsa} \quad F = q \text{ bo'ladi.}$$

T. Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganda elektroda 1 kg.ekv. modda ajralib chiqadi.

$$F = 96500 \text{ Kl/kg. ekv}$$

Elektrolizdan mis, alyuminiy olishda, nikellash, xromlashda, nusxa ko'chirishda, galvanoplastikada foydalaniladi.

Biologik to'qimalarning qarshiligi unchalik katta bo'lmagan obyektlardir. Ularning qarshiligi elektr maydoni ta'sirida o'zgaradi. Odam organizimidan o'tuvchi tok kuchi uning qarshiligidan bog'liq. Terining solishtirma qarshiligi 10^3 Om.m. sog'lom teri. Teri quruq bo'lsa, qo'l uchlari orasidagi qarshilik 15000 Om. Ayniqsa otning qarshiligi kichik. Odam uchun havfsiz bo'lgan tok kuchi otni o'ldirishi mumkin. Tajribalarning ko'rsatishicha, sitoplazma, tirik hujayra, ayrim to'qimalarning o'zgarmas tok qarshiligi ancha kattadir. Turli to'qimalar elektr o'tkazuvchanligi bir-biridan ancha farq qiladi. Orqa miya suyuqligi, qon, limfa tokni yaxshi o'tkazadi, muskullar, jigar, yurak, o'pka muskullari tokni yomonroq o'tkazadi. Yog' va suyak to'qimalari, teri ulardan ham yomon o'tkazadi. Hujayraning elektr xossalari ham ancha murakkabdir. Sitoplazmaning solishtirma qarshiligi 0,1 dan 300 Om.m. chegarasida yotadi. Hujayra membranasi 1 sm^2 yuzining qarshiligi 10^3-10^4 Om.m.gacha bo'ladi. Biologik sistemalardan tok o'tishiga hujayrada ro'y beradigan qutblanish hodisalari ancha ta'sir qiladi.



Hujayra elektr maydonida. M-membrana, Ya-yadro

M – membrani, Y – yadro.

Elektr maydon ta'sirida qarama-qarshi yo'nalishda turli ishorali ionlar to'planadi. Bu ionlar konsentrasiyasi ma'lum bir miqdorga teng bo'lgach, dielektrik qatlam «teshiladi», ya'ni hujayra membranasi orqali tok o'ta boshlaydi. Kuchsiz toklarda membrana umuman «teshilmaydi», chunki bunda hujayraning ikki uchida to'planayotgan ionlar issiqlik harakati tufayli sochiladi. Demak to'qimalarning elektr toki tomonidan ta'sirlanish bo'sag'anasi mavjud bo'lib, undan past tokda tirik organizm tok ta'sirini sezmaydi. Tokning ta'siri sezilarli bo'lishi uchun hujayra sirtida ma'lum miqdorda zaryad to'planishi shart, buning uchun ma'lum bir vaqt kerak. Bo'sag'a tokining vaqtga bog'lanishi Veys formulasi orqali ifodalaniladi.

$$J = \frac{a}{t} + \epsilon$$

Tok kuchi kuchlanishiga praporsional bo'lgani uchun Veys formulasini qo'yidagicha yozishi mumkin.

$$U = \frac{A}{t} + B$$

Bunda, A,B,a,b –lar tajribadan topiladigan o'zgarmaslar.

v yoki B - konstanta bo'sag'a tokning ko'p vaqt davomida ta'sir etuvchi minimal kuchini ko'rsatadi va uni **REOBAZA** deb yuritiladi. Ikki reobazaga (2B) teng tok kuchida organizmni ta'sirlashtirishga ketadigan vaqtga **XRONAKSIYA** deyiladi.

Xronaksiya kattaligi to'qimaning qo'zg'aluvchanligini ko'rsatadi va hayvonlar patologik holatini aniqlashga imkon beradi. M: qishloq xo'jaligida parrandalarga 60 dB dan yuqori shovqin bilan ta'sir etilsa qushlarning xronaksiyasida o'zgarish ro'y beradi, shu bilan birga ularning fiziologik holati yomonlashadi va tuxum tug'uvchanligi pasayadi. Shu sababli xronaksiyani o'lchash orqali ayrim kasalliklarni aniqlash mumkin. Kuchsiz toklar terapevtik ta'sirga ega, kuchsiz o'zgarimas toklar bilan davollash usuliga **galyanizasiya** deyiladi. Bu usuldan XIX asr boshlarida foydalanila boshlaganlar. Elektrodlar joylashishi o'rniga qarab ta'sir teridan nerv hujayralari orqali u yoki bu ichki organga uzatiladi. Natijada tok ta'sirida almashish va funksional xossalarda o'zgarishlar ro'y beradi. Teri va ichki organlarning tok ta'siriga javob reaksiyasi tufayli kopelyarlar reflektor tarzda kengayadi, hujayra membranalarining o'tkazuvchanligi o'zgaradi va hokazolar...

Veterinariya klinikasida elektr toki yordamida tirik organizmga dori moddalarni kiritish usuli **ELEKTROFARREZ** keng qo'llanilmoqda. Bunda hayvonga kiritilayotgan dorilar ta'siri o'zgarimas tok ta'siri bilan birga bo'ladi. Bunda elektrod bilan teri orasiga dori eritmasida ho'llangan mato qo'yiladi. Tok o'tishi paytida matodagi dori ionlari teri orqali organizmga o'tadi. Shu vaqtning o'zida teridan matoga hujayralardan K^+ , Na^+ , Cl^- va boshqa ionlar o'tadi.

Tirik organizm turli qismlari orasida mavjud bo'lgan potensiallar farqi **BIOPATENSIALLAR** deyiladi. Biopotensiallar hayvon va o'simliklarning hujayralarida, to'qimalarida va organizmlarida paydo bo'ladi. Ularning ba'zilar doimiy mavjud, ayrimlari tashqi ta'sirlar tufayli paydo bo'ladi.

Elektr impulslari nerv, muskul to'qimalarning faoliyati vaqtida paydo bo'ladi va tirik organizmlarda kechadigan fiziologik va patologik jarayonlarni aks ettirishi mumkin. Bioelektrik hodisalarni o'rganish 1771 yilda L.Galvani tajribalaridan boshlandi. 1838 yilda Matteuchi muskulning tashqi sirti musbat, ichki sirti manfiy zaryadga ega ekanligini aniqladi. Tinch holatdagi muskulning tashqi va ichki sirtlari orasidagi potensialari esa muskulning qisqarishi, bezlar sekresiyasi, hujayralarning ta'sirlanishi paytida hosil bo'ladi.

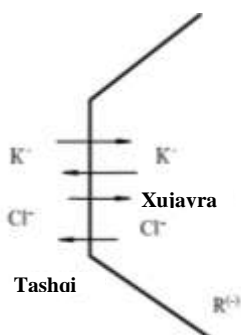
1875 yilda rus fiziologi V.E.Danilevskiy birinchi bo'lib bosh miyaning biopotensialarni aniqladi. Biopotensialarning hosil bo'lishi ancha murakkab masala bo'lib, hozirgacha uning to'liq nazariyasi yo'q. Hozirgi vaqtda 1952 yil Xodjiken, Xakslis, Kachilar nazariyasi ko'p qo'llaniladi.

Shu nazariyasi bilan qisqacha tanishamiz.

Biror to'qimaning potentsiali uning tarkibidagi hujayralar potentsiallari yig'indisi deb qarash mumkin. U holda xujayra tirik organizmning asosiy struktura elementiga emas, asosiy elektrik elementi hamdir. Hujayra va uni o'rab olgan hujayradan tashqaridagi biologik muhitni, tashqi muhitdan yarim o'tkazgichli hujayra membrani bilan ajralgan murakkab sistema deb qarash mumkin. Hujayra ochiq termodinamik sistema bo'lib tashqi muhit bilan uzluksiz energiya, modda va informatsiya almashinadi. Bu almashinuv membranalari orqali amalga oshiriladi. Membrana oddiy holda lipid qatlamidan iboratdir. Lipidlar qatoriga neytral yog'lar efirlari kiradi. Hujayrada lipidlar, oqsil qatlamlari bilan

o'rab olingan. Membrana lipid qatlamida diametri 0,7-0,8 nm.li teshiklar mavjud bo'lib, ular orqali suv va boshqa mayda malekulalar o'tadi, katta malekulalar esa o'ta olmaydi. Teshiklar, elektr zaryadiga ega bo'lganligi uchun, hujayraga ma'lum ishorali ionlar o'tishiga imkon beradi va teskari ishorali ionlarning o'tishiga halaqit beradi. Ayniqsa ko'p valentli ionlar o'tishi qiyin bo'ladi, chunki ularning zaryadi katta bo'lgani uchun gidrat qatlami bilan qoplanadi va effektiv diametri oshadi. Turli ionlar o'tkazuvchanligi har xil bo'lgani uchun membrananing turli tomonida ba'zi bir ionlarning nosimmetrik tarqalishini biopotensiallar paydo bo'lishining asosiy sababi deb qarash kerak.

Hujayra sitoplazmasida va tashqi muhitda eng ko'p miqdorda bo'lgan asosiy ionlar, bu K^+ , Na^+ , Cl^- , va katta diametrli ionlar. M aminakislota ionlari R dir. Hujayra ichida K^+ , Cl^- va R^- ionlari, tashqarisida esa faqat K^+ va Cl^- ionlari bo'lsin. Kaliy va xlor ionlari membrana orqali ikkala yo'nalishda ham diffuziyalanadi, R^- ionlari esa hujayra ichida qoladi.



Hujayra membranasidan ionlarning o'tishi.

Kaliy va xlor ionlarining diffuziyasi har xil ishoralarda o'tadi, chunki xlor ionlarining tashqi muhitdan hujayra ichiga o'tishiga R^- ionlari hosil qilayotgan manfiy zaryad to'sqinlik qiladi. Natijada kaliy va xlor ionlarining hujayra ichida va tashqarisidagi konsentrsiyalari bir xil bo'lmaydi. Bunda Danon tenglamasi deb ataladigan munosabat bajariladi.

$$[K^+]_u * [Cl^-]_u = [K^+]_i * [Cl^-]_i$$

Membrana orqali o'ta olmaydigan R^- ionlari membrana ichki sirti yonida to'planishib manfiy zaryad hosil qilishadi. Bu zaryad hujayra tashqarisidagi ionlarning tortishib, membrana tashqi sirtida musbat qatlam hosil qiladi. Bunda hosil bo'ladigan potensiallar farqi

$$\varepsilon_i = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_1}{C_2} \quad \text{- kaliy ionlari konsentrsiyasining nisbati}$$

$$\frac{[K^+]_i}{[K^+]_u} = \frac{[Cl^-]_i}{[Cl^-]_u}$$

Qo'yidagi jadvalda turli hayvonlar uchun $\frac{C_u}{C_i}$ va φ membrana potensial

keltirilgan.

To'qima turi	Na^+	K^+	Cl^-	Hayvon turi	To'qima	U, mV
Kalmer nervi	0,11	41	0,074	xashorat	kanot muskuli	80-90
Baqa nervi	0,31	44	-	baqa	oyoq muskuli	40-80

Baqa muskuli	0,12	1,2	0,01	ot	nerv	6
Baqa yurak muskuli	0,082	52	-	it	silliq muskul	1-3

Shunday qilib, kaliy va xlor ionlari konsentratsiyasining gradiyenti mavjudligi tinchlikdagi biopotensiyallar paydo bo'lishiga asosiy sabab ekan.

Hujayraga tashqi faktorlar ta'sir etsa unda hujayra membranasi o'tkazuvchanligi o'zgarishi tufayli tinch biopotensial ham o'zgaradi. Bunda hosil bo'ladigan biopotensialga **qo'zg'alish potensiali** deyiladi. Bu potensial paydo bo'lishining sababi biror fizik faktor (mexanik, issiqlik, elektr) ta'sirida hujayra membranasi o'tkazuvchanligi yuz martalab oshadi. Natijada hujayra ichiga musbat zaryadlangan natriy ionlari oqimi yo'qoladi, ular membrana ikki tomonidan potensiallar farqini kamaytiradi, bu o'z navbatida, natriy ionlarining hujayra ichiga kirishini osonlashtiradi. Shu sababli membrana ichki sirti musbat zaryadlanadi va kaliy ionlari membrana tashqi sirtidan ajraladi. Membrana tashqi sirti qo'zg'atilmagan qismlariga nisbatan musbat zaryadli bo'lib qoladi. Masalan: Kalmer gigant aksonining tinchlik potensiali – 45 mV, qo'zg'alish tufayli hujayra ichining potensiali +40 mV, bo'ladi. Potensialning to'liq o'zgarishi yoki harakat potensiali 85 mV, Membrananing natriy ionlari o'tkazuvchanligining oshishi qisqa vaqt davom etadi, so'ngra u kamayadi, shu vaqtda kaliy ionlarining o'tkazuvchanligi oshadi, bu esa tinchlik potensiali tiklanishiga olib keladi.

Harakat potensiali bir joyda yo'q bo'lsada hujayraning qo'shni uchastkasini qo'zg'atadi. Natijada potensial impulsi tola bo'ylab tarqaladi. Harakat potensialining davom etish vaqti 2 ms, tarqalish tezligi esa 100 m/s

Baqaning muskul tolasi harakat potensiali 110 mV, it yurak muskul tolasi uchun 120 mV. Elektr baliqlarda ancha katta qo'zg'alish potensiali paydo bo'ladi. Kichik bo'lsada qo'zg'alish potensiali hamma hayvonlar va o'simliklar hujayralarida paydo bo'ladi. Biopotensiallar mavjudligi hujayra hayotiy faoliyatining xarakterli belgisidir. Shuning uchun tashqi elektr maydoni hujayrada ro'y beradigan jarayonlarga ta'sir etadi.

Masalan; kalamushning kesilgan oyog'iga mikroelektrodlar qo'yilib, kichik tok o'tkazilishi natijasida suyak va muskul tolalarining 5-7 mm ga o'sishi kuzatiladi. Hozirgi vaqtda tibbiyot va veterinariya klinikasida yurak potensiallarini qayd qilish usullari (EKG) va muskul to'qimalarining potensialini qayd qilish usuli (elektromiografiya yoki EMG) keng ishlatilmoqda. Yuqori chastotali elektr toklari va elektromagnit maydonlardan foydalanilmoqda.

Darsanvalizasiya – deb chastotasi 200-300 kGs va kuchlanishi bir necha o'ndan bir necha yuz kV bo'lgan, tok kuchi 10-15 mA bilan davolash usuliga aytiladi. Bu usulni 1822 yilda fransuz fiziologi J.Darsenval taklif qilgan. Veterinariyada bu usul uzoq vaqt bitmagan yaralarni, teri kasalliklarni va perefirik nervlarni davolashda ishlatiladi.

Diatermiya - hayvon tanasining ichki qismlarini 1-1,5 A tok bilan (1-2 MGs chastota va 100-150 V kuchlanish) isitish usuliga aytiladi. Veterinariyada diatermiya bronxopniviyanialarni, jigar kasalliklarini, jinsiy organlarni davolashda ishlatiladi.

UVCh - terapiyada hayvon biror organi 40-50 MGs.li generator elektrodleri orasiga qo'yilib isitiladi. UVCh terapiya mastitni, frunkulni, gaymaritlarni davolash uchun ishlatiladi.

Organizm uchun xavfli tok 100 mA (odamlar uchun) hayvonlar uchun ancha farq qiladi. Buzoqlar uchun 200-300- mA, qo'zilar uchun 150-200 mA, cho'chqalar uchun 170-200 mA, qoramollar uchun 220 mA va 30⁰C da suv va 350 mA - 10⁰C temperaturada. Qanday tok xavfli ekanligi to'g'risida biror qonuniyat mavjud emas. Hattoki 12 V ham odamni o'ldirishi mumkin, Bir fermada mollarni avtomatik sug'aruvchi qurilmaga elektrodvigateldan bir fazaga tegishi tufayli 93 mol halok bo'lgan. Hattoki 3-4 V kuchlanish sigirning sut berish mahsuldorligini kamaytirib yuboradi. Go'sht kombinatida 0,8-1,2 A tok va 220 V kuchlanish beriladi. Bunda u tok o'chirilgandan so'ng 5-minutgacha o'ziga kelmaydiadi

Qadim zamonlardan temir birikmasi (FeO. FerO₃) boshqa temir jismlarni tortishi ma'lum bo'lgan. Erning ham magnit xossalari mavjudligi aniq bo'lgan va o'tkir uchga qo'yilgan magnit sterjen o'z-o'zidan meridian bo'ylab joylashishi aniqlangan. Bu kampa Xitoyda bundan 3000 yil ilgari kashf qilingan. Doimiy magnitlarni 1600 y Gilbert aniqlagan. Ularning ikkita qutbi, ya'ni temir buyumlarni katta kuch bilan tortuvchi chekka sohalari va ular orasida tortmaydigan neytral zonalar mavjuddir. Qutblarning biri doim shimolga, ikkinchisi esa janubga qaragan va shuning uchun shimoliy va janubiy qutblar deyiladi.

Turli ismli qutblar o'zaro tortishadi, bir xillari esa itarishadi. Xuddi zaryadlangan jismlar elektr maydoni orqali ta'sirlashgani kabi magnit jismlar ham bir biri bilan magnit maydoni orqali ta'sirlashadi.

Magnit maydon materiyaning maxsus turi bo'lib, u orqali harakatlanayotgan zaryadlangan zarrachaga boshqa magnit momentga ega bo'lgan jismlarning o'zaro ta'siri o'rganiladi. Tabiatda magnit zarrachalari yo'q. Magnitni qancha bo'lsak ham alohida S qutb va alohida N qutb olib bo'lmaydi. XVIII asrda Daniyalik olim Ersted chaqmoq nazariyasini o'rganishda, chaqmoq ta'sirida temir buyumlarning magnitlanishi va kampa magnitsizlanishini aniqladi. Bu esa magnit va elektr hodisalar o'zaro bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Ersted simdan tok oqayotganda uning atrofidagi magnit strelkasining yo'nalishi o'zgarishini aniqladi. Keyinchalik Fransuz olimi Amper tokli ikki o'tkazgichning o'zaro magnit ta'sirini aniqladi. Magnit maydonni grafik usulda tasvirlash uchun magnit kuch chiziqlari degan tushuncha kiritiladi.

Magnit kuch chizigi deb – uning ixtiyoriy nuqtasiga o'tkazilgan urunma magnit maydonning shu nuqtasidagi musbat magnit qutbiga ta'sir etuvchi kuch bilan bir xil yo'nalgan xayoliy chiziqqa aytiladi. Magnit kuch chiziqlari doimo berk bo'ladi. Tokli o'tkazgich atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon yo'nalishi parma qoidasiga asosan aniqlanadi. Unga binoan agar parma ilgari lanma harakat yo'nalishi tok yo'nalishi bilan mos kelsa, parma dastasining harakat yo'nalishi magnit maydon yo'nalishini ko'rsatadi.

Demak ikkalasi o'xshash. Shuning uchun 1820 y Amper doimiy magnitning sababchisi aylanma toklar ekanligi haqidagi gipotezani ilgari surdi. Aylanma toklar

esa elektronlarning o'z o'qi va yadro atrofida aylanishi natijasida hosil bo'ladi. Magnit maydonni miqdoriy tomondan baholash uchun magnit induksiya vektori degan tushuncha kiritiladi. Bir jisimli **magnit maydon induksiyasi** birlik ramkaga ta'sir etuvchi maksimal magnit momentiga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikdir.

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m} \quad (3.18)$$

Mikrotoklar magnit maydonini magnit maydon kuchlanganligi ifodalaydi, B esa ham makro, ham mikrotoklar magnit maydonini xarakterlaydi. U holda ular orasida qo'yidagi bog'lanish mavjud.

$$B = \mu\mu_0 H \quad (3.19)$$

μ_0 – magnit doimiysi, $4 \pi \times 10^{-7}$ Gn/m

μ – o'lchamsiz kattalik bo'lib magnit kirituvchanlik deyiladi. U makrotoklar maydoni mikrotoklar maydoni hisobiga qanchaga kuchayishini ko'rsatadi.

Magnit maydoni ham superpozitsiya prinsipiga amal qiladi.

Magnit induksiyasi birligi qilib Tesla (t) qabul qilingan.

1 Tl – bu shunday bir jinsli magnit maydon induksiyasiki, agarda undan 1 A tok o'tsa, uning har bir metriga 1 H kuch ta'sir qiladi.

Amper aniqlashicha magnit maydonidagi dl o'tkazgichga maydon tomonidan ta'sir etadigan dF kuch undan o'tuvchi tokka, dl element uzunligiga va magnit maydon induksiyasiga proporsionaldir.

Ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi chap qo'l qoidasiga asosan topiladi.

Agar chap qo'limiz shunday qo'yilsaki, unga normal holda magnit kuch chiziqlari kirs va tok to'rtala barmog'imiz yo'nalishida oqsa, u holda bosh barmog'imiz ta'sir etuvchi kuch yo'nalishini ko'rsatadi. Amper kuchi moduli.

$$dF = IBdl \sin\alpha \quad (3.20)$$

Ikkita parallel tok uchun Amper qonuni qo'yidagicha bo'ladi.

$$dF = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{R} dl \quad (3.21)$$

Harakatlanayotgan zarrachaga magnit maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch Lorens formulasi orqali ifodalanadi.

$$F = QVB \sin\alpha \quad (3.22)$$

Tabiatdagi barcha moddalar o'zlarining magnit xususiyatlariga ko'ra 3 guruhga bo'linadi: dia, para va ferromagnitlarga. Jismlar atom va molekulalardan tashkil topganligi uchun ularning magnit xususiyatini ham shu zarrachalarning magnit xususiyati belgilaydi. Klassik nuqtai nazardan qarasaq elektron orbita bo'ylab V tezlik bilan aylanadi. Bu aylanma tokka o'xshash.

Tashqi maydonga kiritilgan paramagnitdagi magnit momentlar magnit maydon bo'ylab joylashadi. Ular uchun $\mu > 1$. Paramagnit moddalarga misol; alyuminiy, O₂, molebden va boshqalar kiradi.

Diamagnitlar uchun $\mu < 1$. Misol, azot, vodorod, mis, suv va boshqalar.

Bir jismlimas maydonda diamagnit maydondan itariladi. Masalan alanga itariladi. Ferromagnitlarda $\mu \gg 1$.

Ferromagnit tabiati kvant nazariyasi asosida tushuntiriladi. Masalan, Fe, Ni, kobalt, qotishmalar. Ularda gisterezis hodisasi kuzatiladi. Ya'ni magnitlanish darajasi maydon induksiyasiga bog'liq. Ferromagnitlarda domenlar mavjud. Ularda shunday bir temperatura mavjudki, undan past temperaturada ferromagnit, yuqori temperaturada esa paramagnit. Bu nuqtaga Kyuri nuqtasi deyiladi.

Magnit maydonidan amalda ko'p maqsadlarda foydalanadilar. Medisinada kuchli magnit maydoni yordamida ko'zdagi temir buyumlarni operatsiyasiz olishda ishlatiladi. Organizmning ko'p qismi diamagnitdir. Organizmdagi ion va molekulalar paramagnitdir. Organizmda ferromagnit zarrachalar yo'q. Organizmdagi biotoklar kuchsiz magnit maydoni hosil qiladi, magnitokardiografiya.

Magnitobiologiya magnit maydonning organizmga ta'sirini o'rganadi. Qonning xarakteristikasi magnit maydonda o'zgarishi mumkin, o'simliklarning rivojlanishi va hakoza ta'sirlar. Bunga sabab molekulalarning magnit maydonda orentirlanishi. Ionlarning Xoll effekti tufayli siljishidir.

Yaxlit metallarda uyurmali toklar hosil bo'ladi. Bunday toklar biologik organlarda ham hosil bo'lishi mumkin. Fizoterapiyada uyurmali toklar yordamida terining ba'zi qismlarini isitishda foydalanadilar (induktoterapiya).

Magnit maydoni yordamida qoramollar yutgan temir buyumlarni oshqozondan olish mumkin.

Baland kengliklarda qutb yog'dusining ko'plab hosil bo'lishi, Er magnit maydonining ta'siri bilan tushuntiriladi. Kosmosdan yerga uchib kelayotgan zaryadli zarrachalar Erning magnit maydoniga tushadi va maydonning kuch chiziqlari bo'ylab, ularga «o'ralgan» holda harakatlanadi. Er magnit maydonining konfiguratsiyasi shundayki zarralar Erga asosan qutb sohalarida yaqinlashadi va erkin atmosferada yolqin razryad hosil qiladi. Rus olimi Chinovskiy ko'plab biologik jarayonlarning davriy takrorlanishini aniqladi. Bu esa quyoshda aktivlikning o'zgarishi bilan bog'liqdir. Hayvonlar va hashoratlar populyatsiyasi epidemiyalarning takrorlanishi, sezondan boshqa davrda hayvonlarning migratsiyasi, inson va hayvon qon to'qimasi tarkibining o'zgarishi, tug'ilish va o'lish hattoki avtomobil halokatlari va travmatizmning o'zgarishi ham magnit bo'ronlariga bog'liq ekan. Magnitbiologik effektlar asosan quyidagilardan iborat: 1. Doimiy magnit asosan tomirlarga, jigarga, o'pkaga ta'sir qiladi. 2. Lekosit va eritromisetlar ko'payadi. 3. Miyaning elektr aktivligi oshadi. 4. Hayvonlar harakatchanligi oshadi. Baliq va qushlarda 4000×10^{-4} Tl. maydonda to'la harakat to'xtaydi. Erning o'rtacha magnit maydoni $0,7 \times 10^{-4}$ Tl.

Qonning turli tomirlardagi tezligini o'lchash uchun maxsus elektromagnit hisoblagich ixtiro qilingan. Bu qurulma zaryadlangan zarrachalarning magnit maydonida harakatiga asoslangan. Qonda juda ko'p zaryadli ionlar mavjud. Masalan, qon plazmasida 145 mmol/l Na^+ ionlari, 125 mmol/l Cl^- ionlari mavjud.

Boshqa ionlar konsentratsiyasi ancha kam, faraz ma'lum miqdor bir zaryadli ionlar arteriyada V tezlik bilan harakat qilsa va u magnit maydoniga joylashtirilsa, bu ionlar arteriyaning turli tomonlariga harakatlanadi. Arteriyada U potentsiallar farqi hosil bo'ladi. U holda tezlik

$$g = \frac{U}{Bd} \quad (3.23)$$

Demak, qon harakati tezligini o'lchash uchun potentsiallar farqini bilish zarur. d – tomir diametri.

Erkin radikallar – bu molekula yoki molekulaning bir qismi bo'lib, u kompensatsiyalanmagan elektron spinga ega.

Erkin radikalning magnit momenti mavjud, shu sababli to'g'ridan-to'g'ri magnit kirituvchanlikni o'lchash yo'li bilan erkin radikalni aniqlash mumkin. 1944 y Zavayskiy elektron paramagnit rezonans usulini aniqladi. Bunda elektromagnit energiyaning yutilishiga asoslangan. Rezonans yutilish moddaning magnit xossasi bilan bog'liqdir, ya'ni elektron va atom yadrosi magnit xossalariga asoslangan. EPR yordamida biologik sistemalarda erkin radikallarni aniqlash mumkin.

Silliq sirtli urug'larni (beda, zig'ir, yo'ngichka) yovvoyi o'tlarning g'adurbudur sirtli urug'lardan tozalaydigan urug' tozalash magnit mashinasini ishlashi ham ferromagnit xossalariga asoslangan. Bu urug'lar aralashmasiga ferromagnit kukunlar aralastiriladi. Ular yovvoyi o't urug'lari g'adurbuduriga kirib qoladi va elektromagnit barabaniga tortiladi.

Xulosa:

Elektr maydonning tirik organizm qismlari orasida hosil bo'lishi ko'plab ma'lumotlarni, ya'ni organizm faoliyatining o'zgarishlari haqidagi ma'lumotlarni bizga beradi. Elektr toki yordamida ko'plab kasalliklarni davolash hozirgi vaqt davr talabidan kelib chiqmoqda. Fizioterapiyaning dori yordamida davolashga qaraganda zararsiz ekani va arzon ekanligi sababli ham ular keng qo'llanilmoqda, yuqori chastotali toklar va maydonlar yordamida ichki organlarning ma'lum qismlarini boshqa organlarga ta'sir qilmasdan, davolash ancha keng yo'lga qo'yilgan. Biopotensiallarni o'lchash yo'li bilan diagnostika qilish tez va inshonchli usuldir. Bu usullar kelajakda yanada takomillshishi muqarrar.

Magnit maydoni va uning turli moddalarga ta'siri, jumladan, tirik organizmga ta'siri qadim zamonlardan o'rganib kelingan. Ayniqsa hozirgi texnika asrida magnit maydoni yordamida tirik mavjudodning barcha turlariga ta'sirlari o'rganilmoqda. Magnitaterapiya, magnitadiagnostika, magnitakardiografiya va shunga o'xshash ko'plab usullar keng qo'llanilmoqda. Quyoshda bo'ladigan magnit bo'ronlarning tirik organizmga ta'siri hozirgi vaqtda aktual masalalardan isoblanadi.

Sinov savollari:

1. Elektr maydon nima? Maydon kuchlanganligi haqida tushunchalar.
2. Potensiallar farqi, uning o'lchov birligi.
3. Moddalarning elektr xossalari
4. Yarim o'tkazgich va ularning xossalari.
5. Dielektrik kirituvchanlik nimani ko'rsatadi?
6. Tirik organizm dielektrik kirituvchanligining organizm holatiga qarab qanday bog'liq bo'ladi?
7. Termistorlar va ularning qo'llanilish sohalari.

8. Elektrolitlar nima?
9. Elektroliz va uning qonunlari.
10. Tirik organizmga o'zgarish tokning ta'siri.
11. Elektrofarez nima
12. Uyg'onish tokining ta'sir etish vaqti nima?
13. Biopotensiallar nima? Tinchlik va qo'zg'alish biopotensiallari.
14. Biopotensialarni o'lchash (EKG) usullari.
15. Hujayra biopotensial nima?.
16. Magnit maydoni nima?
17. Ersted va Amper tajribalari?
18. Amper qonuni?
19. Tesla nimani ifodalaydi?
20. Magnit kirituvchanlik nima?
21. Moddalar magnit xususiyatiga ko'ra necha xil bo'ladi?
22. Magnit maydonning tirik organizmga ta'siri?
23. Magnit zondlari nima?
24. Magnitoterapiya nima?
25. Erkin radikallarni aniqlashda magnit maydonini roli?

4. Optik hodisalar.

REJA:

Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. Moddalarning sindirish ko'rsatkichini o'lchashning refraktometriya usuli. Refraktometrlarning veterinariyada qo'llash. To'la ichki qaytish hodisasi va undan optik asboblarda foydalanish.

Tola optikasi va uning tibbiyot va veterinariyada ahamiyati. Endoskoplarning ishlash prinsipi va qo'llanilish. Fotometriya asoslari. Yorug'likning yutilishi. Yutilish qonunlari. Kalorimetrik usul va ulardan veterinariyada foydalanish. Polyarimetr va saxarimetrlar, ularning biologik suyuqliklar tarkibidagi uglevodlarni aniqlashda qo'llanilishi. Quyosh nurining biologik ahamiyati Ultrabinafsha nurlar, ulardan parrandaxonalarni sanasiyalashda, sutlarni stirlizasiyalashda, veterinariya orizoterapiyasida ayrim kasalliklarni profilaktika qilishda va diagnostikasida qo'llanilishi. Fotobiologik jarayonlar va ularning tirik mavjudot uchun zarurligi Yorug'likning kvant tabiati. Plank formulasi. Yorug'lik kvant tabiatiga asoslangan optik jarayonlar, yorug'lik bosimi, fotoeffekt hodisasi, uning turlari va qonuniyatlari. Fotoelektron asboblari va fotoelement, ularning ishlatilishi, ko'rish sistemasining tuzilishi va unda bo'ladigan fizik jarayonlar.

Tayanch tushunchalar: Sindirish ko'rsatkichi refraktometriya, to'la ichki qaytish, endoskoplar, svetovodlar, yorug'lik oqimi, yoritilganlik, yorug'lik kuchi, ravshanlik. Yorug'likning yutilishi, kolorimetriya, qutblanish, ikkilanib sinish,

saxarometrlar, fotosintez, zagar. Fotoeffekt, fotoeffektning qizil chegarasi, fotoelement, issiqlik nurlanishi, absolyut qora jism, fotosintez,

Optika – grekcha *optos* – ko’rish degan ma’noni bildiradi.. XVII asrda yorug’likning to’lqin (Gyuygens) va korpuskulyar (Nyuton) nazariyalari paydo bo’ldi. XVIII asrda korpuskulyar nazariya ko’proq g’alaba qilgan bo’lsa, XIX asrda to’lqin nazariyasi oldinda bo’ldi. Lekin to’lqin «Dunyo efirida» tarqaladi degan fikr noto’g’ri edi. Maksvell elektromagnit to’lqinlar nazariyasini yaratgandan so’ng «Dunyo efi»ga hojat qolmadi. Maksvell nazariyasini Fizo (1849 y), Fuko (1850) va Maykelson (1881 y) tajribalari tasdiqladi. Lebedev esa (1899 y) yorug’likning bosimini o’lchadi. Shu davrda yana fotoeffekt, Kompton effekt va boshqa hodisalarning ochilishi elektromagnit to’lqinlar nazariyasi bilan tushuntirib bo’lmadi. Faqatgina 1900 yili Plak kvant nazariyasini yaratgandan so’ng va Eynshteynning yorug’lik kvant nazariyasi e’lon qilingandan so’ng bu qarama-qarshilik barham topa boshladi. Eynshteyn nazariyasiga binoan yorug’lik fotonlar oqimidan iborat deb faraz qilindi. Bu nazariyani N.Bor (1913), Shredenger (1925), Fok (1957), Feyman (1949 y) yoqlab chiqdi. Hozirgi davrda yorug’lik to’g’risidagi ikkala ta’limot ham o’rinli ekani va korpuskulyar – to’lqin dualizmi haqida gap yuritiladi.

Geometrik optikaning to’rtta qonuni mavjud.

1. Yorug’lik bir jinsli optik muhitda to’g’ri chiziq bo’ylab tarqaladi. Bunga yorug’likning to’g’ri chiziq bo’ylab tarqalish qonuni deyiladi.
2. Yorug’lik nurining mustaqillik qonuni. Yorug’lik to’lqinlari bir-biri bilan kesishganda ular bir-biriga halaqit bermaydi.
3. Qaytish qonuni. Qaytgan nur, tushuvchi nur va ikki muhit chegarasiga o’tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir.
4. Yorug’likning sinish qonuni. Tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chagarasiga o’tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun doimiy bo’lib ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko’rsatkichi deyiladi.

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad (4.1)$$

Barcha nuqtalarida yorug’likning tarqalish tezligi bir xil bo’lgan muhitga optik bir jinsli muhit deyiladi.

Muhitning absolyut sindirish ko’rsatkichi deb, yorug’likning vakuumdagi C tezligining moddadagi V tezligiga nisbatiga aytiladi.

$$n = \frac{C}{V} \quad (4.2)$$

U holda (4.1) ga asosan $n_2 = \frac{C}{g_2}$ $n_1 = \frac{C}{g_1}$

Ya’ni, $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{g_1}{g_2}$

Sindirish ko'rsatkichi yorug'likning muhitga tushganda tezligining qanchaga kamayishini ko'rsatar ekan. $i_1 = 0$ bo'lsa, $i_2 = 0$ bo'ladi, demak ikki muhitning ajralish chegarasiga normal tushuvchi nur sinmaydi. Sindirish ko'rsatkichining kattaligi optik zichlikni ko'rsatadi.

Yer atmosferasi bir jinsli emas, shu sababli uning sindirish ko'rsatkichi Yer sirtidan ko'tarilgan sari kamayib bordai. Shuning uchun yorug'lik Yerga kelguncha parallel qatlamlarda sinib qabariqlanadi. Bu hodisaga **refraksiya** deyiladi. Natijada garizant ostida bo'lgan jismlarni ham kuzatish mumkin.

Agarda yorug'lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushsa, u holda $i_2 > i_1$ bo'ladi. Demak.

$$\frac{\text{Sini}_1}{\text{Sini}_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

$$i_2 = 90^\circ \text{ va } \text{Sin } i_2 = 1. \text{ u holda } \text{Sini}_{1,2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4.3)$$

Agar ikkinchi muhit havo bo'lsa

$$\text{Sini}_{1,2} = \frac{1}{n} \quad (4.3^1)$$

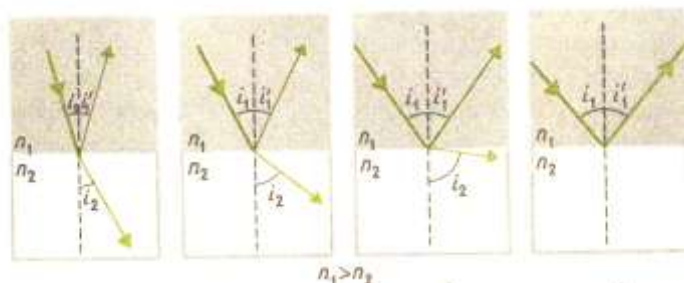
Bu hodisa yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shisha uchun limit burchagi 42° . Shu burchakdan katta bo'lsa to'la ichki qaytish yuz beradi. To'la ichki qaytish hodisidan ko'plab optik asboblarda foydalaniladi.

M: Nurni 90° ga burish, tasvirni teskari burish, nurlarni teskari qilishda hozirgi vaqtda to'la ichki qaytishdan tola optikasida (svetovodlar) keng qo'llanilmoqda. Shisha tola optik zichligiv kamriq modda bilan qoplanadi. Tolaning bir uchiga tushgan nur ikkinchi uchidan bemalol chiqib ketadi. Bulardan aloqada keng qo'llanilmoqda.

* To'la ichki qaytish yordamida bir muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, boshqa muhitning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan asbobga refraktometr deyiladi.

1. Pulfrix refraktometri suyuq va qattiq shaffof jismlarning sindirish ko'rsatkichini aniqlaydi. Bunda prizmadan o'tgan nurlarning sinish burchagini o'lchab, modda sindirish ko'rsatkichi topiladi.

2. Abbe refraktometrining



ishlash prinsipi yorug'likning sindirish ko'rsatkichlari turlicha bo'lgan ikki muhitning ajralish chegarasidan o'tganda sodir bo'ladigan hodisalarga asoslangan.

Refraktometrlar yordamida moddalar tarkibi, turli mahsulotlar sifatini nazorat qilishda, formasevtikada, oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Qattiq va

suyuq moddalar agro va gidrodinamik tadqiqotlari yordamida ularning bir jinsliliigi tekshiriladi.

Endoskoplar to'la ichki qaytish hodisasiga asoslangan bo'lib ingichka naydan iborat. Uning ichida lampochka va linza qo'yilgan. Undan asosan odam va hayvonlar ichki organlarni, asosan oshqozonni tekshirishda ishlatiladi. Endoskopning ikkinchi uchi monitorga ulangan bo'lib, ichki organlar tasvirini ko'rsatib turadi. Undan ichki organlarni jarrohlik usulida davolashda ham ishlatiladi. Endoskop shlangi svetovoddan iboratdir, u har qancha egilib, buralsa ham monitorda tasvir aniq ko'rinadi.

Refraktometrlar yordamida veterinariyada hayvon organizmidan olingan turli suyuqliklar, ayniqsa, siydik sindirish ko'rsatkichini aniqlash yo'li bilan uning kasalliklarini diagnostika qilish mumkin. Qonda, siydikda shakar miqdorini yuqori darajad aniqlikda o'lchash mumkin. Bularni aniqlash esa hayvon organizmi holati haqida to'la ma'lumot olishga imkon beradi. Olingan natijalarga ko'ra davolash usullarini qo'llash mumkin.

Fotometriya optikaning yorug'lik intensivligini o'lchash bilan shug'ullanadigan bo'limidir, fotometriyada ikki xil kattaliklarga qaraladi.

1. Energetik-optik nurlanishni quvvat tomondan xarakterlaydi.

2. Yorug'likning fiziologik ta'siri o'rganiladi.

Nurlanish oqimi Φ_e deb, biror sirdan o'tayotgan yorug'lik nurlanishi elektromagnit to'lqinlarining shu sirdan 1sekundda olib o'tgan energiya miqdoriga aytiladi.

$$\Phi_e = \frac{W}{t} \quad (4.4)$$

Nurlanish oqimi vatt (Vt) larda o'lchanadi.

Nuqtaviy yorug'lik manbai deb, o'lchamlari yorug'lik yetib borgan masofaga nisbatan juda kichik bo'lgan manbaga aytiladi. Yorug'lik kuchi deb, nuqtaviy yorug'lik manbaining birlik fazoviy burchak hosil qiluvchi yorug'lik oqimiga aytiladi.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (4.5)$$

Bunda Ω - fazoviy burchak. Yorug'lik kuchining birligi Vt/sterradian

Yorug'likning turli to'lqin uzunliklarda ko'zga ta'siri har xil bo'lgani uchun faqat yorug'lik uchun maxsus birliklar kiritiladi. SI birliklar tizimida yorug'lik kuchining birligi – kandela asosiy birlikdir.

$$\Phi = I \cdot \Omega \quad (4.6)$$

Bundan yorug'lik oqimi ta'rifi kelib chiqadi.

Yorug'lik oqimi fazoviy burchak bir sterradian bo'lganda 1 kd yorug'lik nurlayotgan nuqtaviy manbaining hosil qilgan oqimi deb qarash mumkin. U holda uning o'lchov birligi 1 lyumen bo'ladi.

$$1\text{лм} = 1\text{кандела} \cdot 1\text{стер}$$

Sirtlarni yoritishni miqdoriy baholash uchun yoritilganlik tushunchasi kiritilgan.

Yoritilganlik deb shu sirtga tushayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuziga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (4.7)$$

Agar sirtning o'lchamlari manbagacha bo'lgan masofaga nisbatan kichik bo'lsa, u holda

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (4.8)$$

Yoritilganlik o'lchov birligi lyuks.

$$1_{\text{лк}} = \frac{1_{\text{лм}}}{1_{\text{м}^2}}$$

Yoritilganlik haqida yaxshiroq tasavvurga ega bo'lish uchun quyidagi kattaliklarga e'tibor beramiz.

Quyosh yorug'ligi tikka tushsa $Y_e \sim 10^5$ lk, o'qish uchun zarur bo'lgan yoritilganlik 40 lk, to'lin oy hosil qilgan yoritilganlik 0,2 lk, o'qish uchun minimal yoritilganlik 10 lk, auditoriya, laboratoriya uchun 150 lk, buzoqxona, cho'chqaxona uchun 10 lk, tovuqxona uchun 20 lk.

Manba nuqtaviy bo'lmasa, u holda yorug'lik kuchi tushunchasi yetarli xarakteristika bo'la olmaydi. Chunki, kuchi bir xil bo'lgan manbalardan sirti kichigi ravshanroq ko'rinadi. Shuning uchun yoyilgan yorug'lik manbalari uchun qo'shimcha xarakteristika ravshanlik tushunchasi kiritiladi.

Ravshanlik yoyilgan manbaning sirtidan chiqayotgan yorug'lik kuchiga teng kattalikdir.

$$B = \frac{I}{S_o}$$

Ravshanlik o'lchov birligi nit (nt) dir.

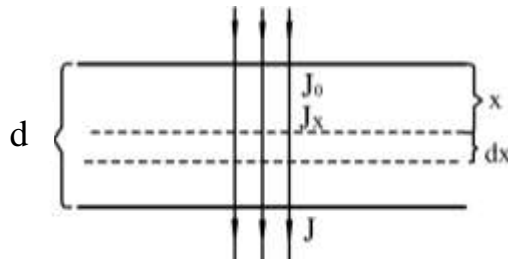
$$1_{\text{nt}} = \frac{1_{\text{шам}}}{1_{\text{м}^2}}$$

Tush vaqtida quyosh sirtining ravshanligi 10^9 nt, cho'g'lanish elektr lampa tolasi 10^6 nt, kerosin lampa alangasi 10^4 nt, tungi osmon ravshanligi 10^{-4} nt. Ko'zning farq qiladigan eng kichik ravshanligi 10^{-6} nt. Geliy – argon lazeri energetik ravshanligi 4×10^{15} nt, ya'ni quyosh ravshanligidan taxminan 2,5 million marta katta.

Bir manba yorug'lik kuchini bilgan holda noma'lum kuchli manba yorug'lik kuchini aniqlovchi asboblarga fotometrlar deyiladi.

Yorug'likning yutilishi deb - uning biror muhitga tushganda energiyaning bir qismini issiqlik va boshqa tur energiyalarga aylanishiga aytiladi. Yutilish natijasida intensivlik kamayadi.

Yorug'lik intensivligi deb – nurga perpendikulyar 1 m^2 yuzaga 1s vaqt davomida olib o'tilgan energiya miqdoriga aytiladi. Moddada dx qalinlikda qatlam ajratamiz. Yorug'likning bu qatlamdan o'tishi tufayli intensivligining o'zgarishi



Yorug'likning yutilish qonunini chiqarish uchun chizma

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (4.9)$$

Bunga **Buger qonuni** deyiladi.

α - yutilish koeffitsienti bo'lib, yorug'lik to'lqin uzunligidan, modda kimyoviy tarkibidan va modda holatidan bog'liq bo'lib, intensivlikdan bog'liq emas.

$x = \frac{1}{\alpha}$ da intensivlik $e -$ marta kamayadi, normal sharoitda xavo uchun 10^{-3} m^{-1} , shisha uchun 1 m^{-1} , metallar uchun 10^6 m^{-1} .

Har qanday modda tanlab yutish xususiyatiga ega. Masalan, suv va suv bug'i infraqizil nurlarni kuchli yutadi. Odatdagi shisha ko'rinadigan nurlarni yaxshi o'tkazadi, infraqizil nurlarni ancha zaiflashtiradi, ultrabinafsha nurlarni deyarli butunlay yutadi. Tirik o'simliklarning barglari ko'rinuvchi spektrning yashil ($0,52 < \lambda < 0,6 \text{ mkm}$) va to'q qizil ($\lambda > 0,7 \text{ mkm}$) sohalaridan tashqari butun sohani kuchli yutadi. Bunday yutishga barglardagi pingment xlorofil sabab bo'ladi.

Yorug'likning yutilish uning molekulalar bilan o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'lgani uchun yutilish qonunini molekulaning ba'zi bir xarakteristikalarini bilan bog'lash mumkin. n - molekula konsentratsiyasi, σ - molekula yutilishining effektiv kesimi.

$$\text{U holda (4.9) } I = I_0 e^{-\sigma n x} \quad (4.12) \text{ yoki } I = I_0 e^{-\chi c x}$$

Bularga **Buger - Lambert - Beyer qonuni** deyiladi.

n - molyar konsentratsiya, χ - yutilishining tabiiy molyar ko'rsatkichi.

$$I = I_0 10^{-\chi c x}$$

Laboratoriya amaliyotida ko'p ishlatiladi.

$$\tau = \frac{I}{I_0} \quad (4.13)$$

o'tkazish koeffitsienti deyiladi.

$$D = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right) \quad (4.14)$$

eritmaning optik zichligi deyiladi.

Buger - Lambert - Beyer qonuniga asoslanib bo'yalgan eritmalarda modda konsentratsiyasini aniqlashning bir qator fotometrik usullari mavjud (konsentrasyon kolorimetriya).

Yorug'likning sochilishi ham ko'rsatkichli qonunga bo'y sunadi:

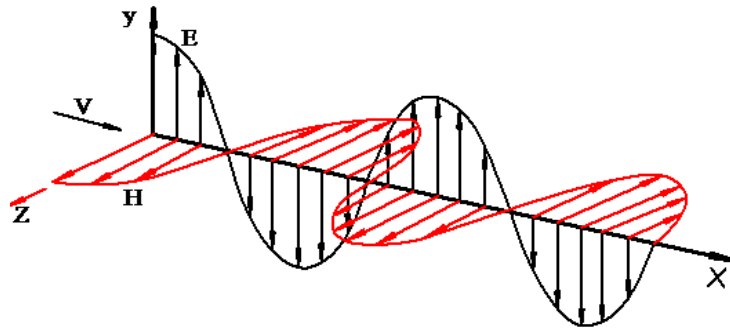
$$I = I_0 e^{-m l} \quad (4.15) \text{ } m - \text{sochilish ko'rsatkichi.}$$

Reley qonuniga binoan sochilgan nur intensivligi to'lqin uzunligi to'rtinchi darajasiga teskari proporsionaldir:

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (4.16)$$

Osmonning zangori rangi ham sochilishdandir. Quyoshning botishidagi qizil rangi – zangori va binafsha nurlarning qiya tushganda biosfera qatlamlari ichida ancha chuqurroq masofaga sochilishi natijasida oq yorug'lik spektrining o'zgarishidir. Infraqizil nurlar yanada kamroq sochiladi.

Maksvel nazariyasiga binoan elektromagnit to'lqinlar ko'ndalangdir. Shuning uchun qutblanish qonunlarini tushuntirish uchun bulardan bittasini, odatda \vec{E} vektorining o'zini tutishini bilish etarli.



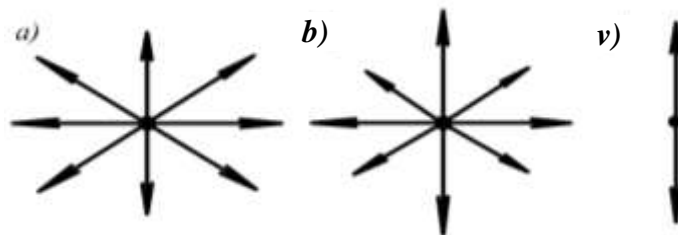
Elektromagnit to'lqinlarning tarqalishi.

Yorug'lik ko'plab atomlar nurlanishi to'plamidan iboratdir. Atomlar esa bir – biridan bog'liq bo'lmagan holda nurlaydi.

- Hamma yo'nalish bo'yicha $\vec{E}(\vec{H})$ tebranish vektorlariga ega bo'lgan yorug'likka **tabiiy yorug'lik** deyiladi.
- Ma'lum yo'nalish bo'yicha $\vec{E}(\vec{H})$ vektorlari tebranishi ajratilgan yorug'likka **qutblangan yorug'lik** deyiladi. Qutblanish darajasi.

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \quad (4.17)$$

I_{max} va I_{min} lar \vec{E} vektorining o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi intensivligi.



Tabiiy (a), qisman qutblangan (b) va to'la qutblangan (v) nurlar.

Tabiiy nurni qutblantiruvchi asboblarga **polyarizatorlar (qutblagichlar)** deyiladi. Tabiiy kristallardan turmalin shunday xususiyatga ega. Kristalning $00'$ optik o'qiga parallel kesilgan 1 turmalin plastinkasi orqali o'tgan tabiiy nur qutblanadi. Unga perpendikulyar qo'yilgan ikkinchi turmalin plastinkasi bu nurni o'tkazmaydi, har bir kristalda shunday bir yo'nalish bo'ladiki, bu yo'nalishga nisbatan kristal panjaraning atomlari (yoki ionlari) simmetrik joylanadi, bu yo'nalish kristalning optik o'qi deyiladi. Polyarizatoridan tabiiy nurning yarim intensivligi o'tadi. Polyarizator bursalsa, qutblanish tekisligi buraladi, lekin

intensivlik o'zgarmaydi. Agar tekis qutblangan E_0 amplitudali nur analizatorga tushsa, undan $E = E_0 \cos \varphi$ qismi o'tadi.

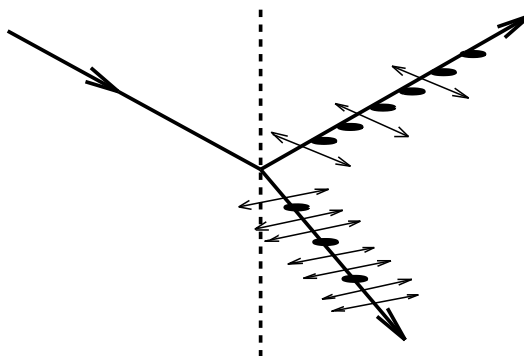
φ - bu polyarizator asosiy o'qi bilan analizator orasidagi burchak.

Intensivlik amplituda kvadratiga proporsional $I \sim E^2$ u holda

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (4.18)$$

Bunga **Malyus qonuni** deyiladi.

Ikki dielektrik chegarasidan qaytuvchi tabiiy nur qisman qutblanadi. Qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishlar ko'p bo'lsa, singan nurda tushish tekisligiga parallel nurlar ko'p bo'ladi.



Yorug'likning qaytish va sinishida qutblanishi: nuqtalar chizmaga tik tebranishlar, chiziqlar chizma tekisligidagi tebranishlar

Agar tushish burchagi i quyidagi shartni qanoatlantirsa, u holda qaytgan nur to'la qutblanadi.

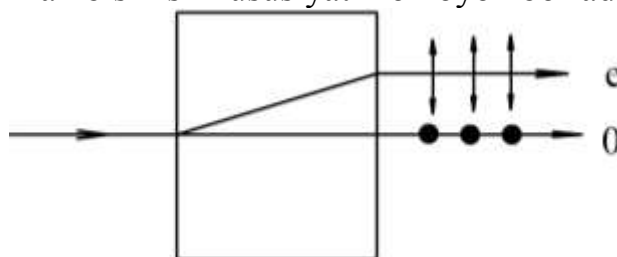
$$\operatorname{tg} i_b = n \quad (4.19)$$

Bu **Bryuster qonuni**.

i_u - Bryuster burchagi deyiladi.

n - nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

Ba'zi kristalllarda ikkilanib sinish xususiyati nomoyon bo'ladi. Bunda



Yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi. ye – odatdagimas nurlar, o – odatdagi nurlar, o – uchun sinish qonuni o'rinli ye – uchun sinish qonuni bajarilmaydi.

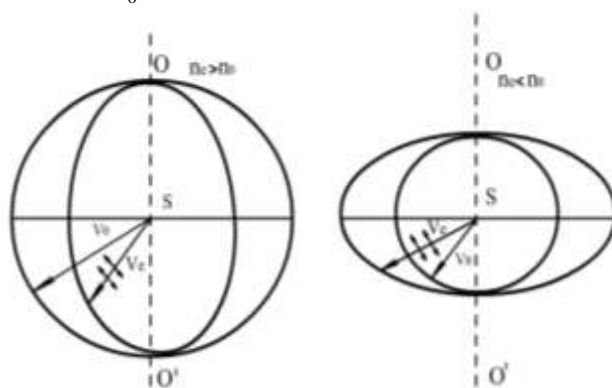
o – odatdagi nurlar o – uchun sinish qonuni o'rinli

e – odatdagimas e – uchun sinish qonuni bajarilmaydi.

o va e nurlarning tarqalishi bir xil bo'lgan o'qlarga kristalning optik o'qi deyiladi. Bunday o'q 1 ta bo'lsa bir o'qli kristal deyiladi.

M: CaCO_3 , kvars, turmalin va boshqalar. Optik o'q va nur tushuvchi yo'nalishdan o'tuvchi o'qqa asosiy o'q deyiladi.

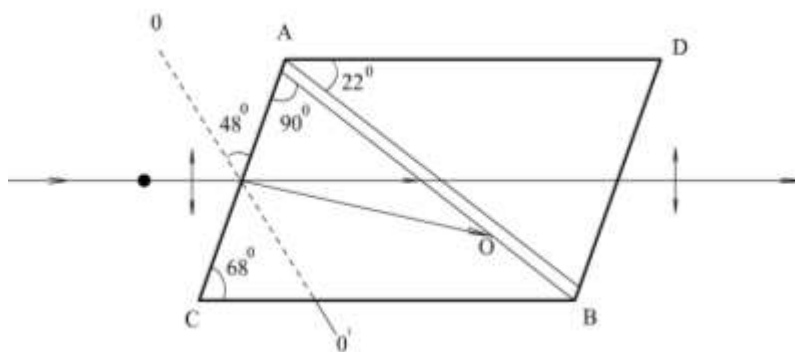
O nurning tebranishi asosiy o'qqa perpendikulyar bo'lsa, e nurning tebranishi shu o'qda yotadi. $V_0 = \frac{C}{n_0}$ - o'q bo'ylab ikkalasi bir xil



Musbat kristall manfiy kristall

Musbat va manfiy kristallar. n_o – oddiy nur uchun sindirish ko'rsatkichi. Island shpati uchun $n_o = 1,6504$
 $n_e = 1,4864$.

Bularda e va o nurlar bir-biridan juda kamga uzoqlashadi, shu sababli ulardan qutblagichlar sifatida foydalanilmaydi. Bulardan maxsus polrizacion prizmalar tayyorlanadi. Eng ko'p tarqalgani Nikol prizmasidir. Ikkita Island shpati kesib Kanada balzami bilan kleylanadi. ($n = 1,55$).

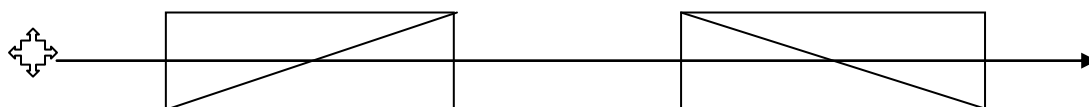


Nikol prizmasida nurning yo'li.

O nur yutiladi. Kvarsda bir marta unga tushgan tekis qutblangan nurning qutblanish tekisligi buraladi

Bunday moddalarg **optik aktiv moddalar** deyiladi.

Agar A va P orasiga kvars plastinka qo'ysak yoruglik kuzatuvchiga boradi. A ni birib yana qorong'ilik hosil qilish mumkin. Bu burchak qutblanish tekisligining buralish burchagi deyiladi.



Polyarizator va analizatorida nurning yo'li.

Aniq to'liq uzunlik uchun $\alpha = \alpha_o \cdot l$

α_o - aylanish doimiysi (Grad/ mm). Optik aktiv moddalarga toza suyuqliklar (M: skapidar), eritmalar (shakarining suvdagi eritmasi), bug'lar (komfora bug'lar) kiradi. Bular uchun

$$\alpha = [\alpha_o] c \times l \quad (4.20)$$

c – modda konsentrasiyasi.

Bu formula yordamida konsentrasiyani aniq o'lchash mumkin. Medisina polerimetrlar va saxorometrlar keng ishlatiladi. Siydikda shakar miqdorini, oziq-ovqat sanoatida lavlagi, uzum, olma sharbatlarida shakar miqdorini aniqlashda qo'llaniladi. Biologik obektlarni mikroskopda qarab ularning tuzilishini aniqlash qiyin, shuning uchun ular polyarizasion mikroskop yordamida o'rganiladi. Bu mikroskop oddiy mikroskopdan kondensor oldiga polyarizator, obyektiv va okulyar orasiga analizator qo'yiladi. Bu holda obekt qutblangan nur bilan yoritiladi. Agar P va A o'qlari o'zaro perpendikulyar bo'lsa, qorong'i stolchaga izotrop modda qo'yib kuzatilsa ham qorong'i bo'ladi. Ammo anizotrop modda qo'yilsa yorug'lik yuzaga kelib, to'qimalar, bakteriyalarni ko'rish mumkin. Polyarizasion mikroskop yordamida suyak to'qimalarida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni kuzatish mumkin. (fotouprugost).

Sun'iy optik anizotropiya ikkilanib sinishi tabiiy moddalarda o'rinli. Ammo optik anizotropiyani sun'iy yo'l bilan ham hosil qilish mumkin. Optik izotrop moddalarni anizotrop qilishning 3 xil usuli mavjud.

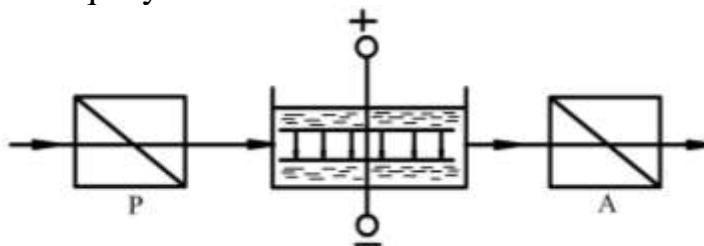
1. Bir tomonlama siqilish va cho'zish (kubik kristallar, shisha va boshqa moddalar.)
2. Elektr maydon yordamida [(Kerr effekti) (amorf jismlar, suyuqliklar, gazlar.)]
3. Magnit maydoni yordamida (suyuqliklar, shisha, kolloidlar).

Bu ta'sirlar natijasida $n_o - n_e = K_{1,b}$ (deformatsiya) optik yo'llar farqi hosil bo'ladi.

$n_o - n_e = K_2 E_2$ (elektr maydoni), $n_o - n_e = K_3 H^2$ (magnit maydon).

b – normal kuchlanish. $K_1 K_2 K_3$ – koefitsientlar.

Elektr maydoni holini qaraymiz.



Kerr effektini suyuqlikda ko'rsatuvchi qurilma.

Kerr yacheykasiga suyuqlik (m: nitrobenzol) solingan elektr maydon bo'lmasa, nur A va P perpendikulyar bo'lganda o'tmaydi. Agarda shu holda elektr maydoni ulansa nur o'tadi, ya'ni $\Delta = L(n_o - n_e) = K_2 L E^2$ yo'llar farqi yuzaga keladi. L – masofa.

$$\varphi = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = 2VE^2 \quad V = K_2/\lambda - \text{Kerr doimiysi.}$$

Bu hodisaga sabab, suyuqlik molekularining turli yo'nalishlar bo'yicha turlicha qutblanishidir. Bu jarayon inersiyasiz 10^{-10} s da yuz beradi. Shuning uchun

u ideal yorug'lik zatvori bo'lib xizmat qilishi mumkin. (ovoz yozishda, ovoz eshittirishda, tez fotografiyada va kinoda yorug'lik tarqalishini o'rganishda va hakazolarda). Bundan tashqari optik lokasiyada, optik telefonda, mashinalar faralariga qutblagich qo'yib, qarama-qarshi yo'nalishda kelayotgan avtomobil chiroqlarini o'zaro perpendikulyar tekislikda qutblash mumkin. Natijada haydovchilar ko'zi qamashmaydi.

Magnit maydoni ta'sirida qutblanish tekisligining buralishini Faradey aniqladi va unga Faradey effekti deyiladi. Bu esa optik va magnit hodisalar bog'liq ekanini ko'rsatuvchi dalildir.

Keyingi yillarda yorug'likni qutblash uchun qutblagichlar keng ishlatilmoqda. Qutblagich qalinligi 0,1 mm ga yaqin bo'lgan shaffof polimer plyonka bo'lib, unda ko'plab mayda sun'iy kristalchalar – qutblovchilar, masalan, gerappatit kristalchalari (yod ximin sulfati) bo'ladi. Gerappatit barcha kristalchalarining optik o'qlari qutblagich (polyaroid)ni tayyorlashda bir yo'nalishda orentirlanadi. Qutblagich plyonkasi unchalik qimmat emas, juda elastik, yuzi katta, ko'rinuvchi yorug'likning barcha to'lqin uzunliklarini deyarli birday (juda oz) yutadi.

Quyosh nuridan fotosintezda foydalanilishi ma'lum, lekin tushayotgan quyosh nurining atiga 5% ni bevosita fotosintezga sarflanadi (bahorgi bug'doy uchun 3,26%, kartoshka uchun 3,02%, makkajuxori uchun 2,35 va h.k). O'simliklarning organik massasi fotosintez jarayonida to'planadi, shuning uchun q/x ekinlarining hosildorligini oshirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish koeffisientini oshirish zarur. Buning uchun sun'iy yorug'lik berish kerak. Bunda o'simliklar karbonat angidrid bilan boyib ildizdan suyuq ozuqa berilgani holda sun'iy ravishda qo'shimcha yoritiladi. Yorug'lik teri qatlamiga ham ta'sir qiladi. Ko'rinadigan va infraqizil nurlar asosan terining sirtini qizdiradi. Ultrabinafsha nurlar tashqi qatlamda fotokimiyaviy reaksiyani vujudga keltiradi, buning natijasida qo'ng'ir pingment hosil bo'ladi (kuyish), bu pingment melanin deyiladi va ultrabinafsha nurlarni kuchli yutib, organizmni ularning haddan tashqari ta'siridan saqlaydi. Ultrabinafsha nurlarning kuchsiz (normal) ta'siri organizmga foydali ta'sir ko'rsatadi, u yuqumli kasalliklarga qarshilik ko'rsatadi va modda almashinuvini yaxshilaydi.

Odam, hayvon va o'simliklar uchun yorug'lik zarurdir, uning etmasligi organizmning normal faoliyatini buzadi. 0,28 mkm dan qisqa to'lqinli ultrabinafsha nurlar kuchli baktrisid ta'sirga ega. Bundan binolarning havosini tozalash, sutni stirlizasiya qilish va h.k larda ishlatiladi. Bu nur kvars lampalar yordamida hosil qilinadi. Yerga etib keladigan quyosh nurlarida 0,29 mkm dan qisqa to'lqinli nurlar bo'lmaydi, chunki bu nurlarni atmosferaning yuqori qatlamlari (12-50 km) ozan batamom yutib qoladi.

Infraqizil nurlar ilonlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Ilonlarda ko'rish, eshitish hid bilish zaif, lekin infraqizil nurlarni o'tkir qabul qiladi. Ilonning boshida ko'zlari bilan burun orasida ikkita chuqurcha bo'lib, ularda o'ziga xos «termolakatorlar» - infraqizil nurlarga sezgir organlar bo'ladi. Bu yordamida turli mayda qushlar va hayvonlardan kelayotgan zaif issiqlik nurlanishlarni ham tutib

oladi va ularning turgan joylarini aniqlaydi. Shuning uchun qorong'ida ham ilon o'z o'ljasiga aniq tashalanadi. 1 yilda quyosh nuri ta'sirida 450 milliard tonna organik modda hosil bo'ladi.

Elektronmagnit nurlanish elektr zaryadlarining xususan moddaning atomlari va molekulalari tarkibiga kiruvchi zaryadlarning tebranishi sababi bo'ladi. Masalan, molekulalar va atomlarning tebranma va aylanma harakati infroqizil nurlanishni, atomda elektronlarning muayyan ko'chishlari, ko'rinadigan va infroqizil nurlanishni, erkin elektronlarning tormozlanishi esa rentgen nurlanishni va h.k larni vujudga keltiradi.

Tabiatda elektromagnit nurlanishning eng keng tarqalgan turi issiqlik nurlanishidir. Bu nurlanish moddaning atomlari va molekulalarining issiqlik harakati energiyasi hisobiga, ya'ni modda ichki energiyasi hisobiga bajariladi va shuning uchun nurlanayotgan jismning sovushiga olib keladi. Issiqlik nurlanish absolyut noldan boshqa har qanday temperaturada bo'ladi va tutash spektrga ega. Har qanday jism nur chiqarish bilan nur ham yutadi. Shu sababi issiqlik muvozanati o'rinlidir.

- Jismning **nur chiqarish qobiliyati** R_e deb (uni ba'zan energetik yorqinlik deyiladi), jism sirtining 1 sek da chiqaradigan energiya kattaligiga aytiladi (j/m^2s).

Har qanday temperaturada o'ziga tushgan nurni to'la yutuvchi jismlarga **absolyut qora jism** deyiladi.

Stefan–Bolsman qonuniga binoan absolyut qora jismning energetik yorqinligi absolyut qora jism haroratining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir.

$$R_e = \sigma T^4 \quad (4.21)$$

Bunda $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Bm}{m^2K^4}$ - Stefan – Bolsman doimiysi.

Vinning siljish qonuniga binoan to'liq uzunligining haroratga bog'liqligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

ya'ni harorat oshsa, to'liq uzunlik λ kamayadi. Bu yerda ϵ – Vin doimiysi.
 $\epsilon = 0,28979 \cdot 10^{-12} m \cdot K$

Vin qonuniga asosan birinchi marta quyosh harorati aniqlangan. Quyosh nurlanishi maksimum energiyasi $\lambda = 0,47$ mkm to'liq uzunligi mos keladi, u holda quyosh harorati

$$T = \frac{0,2898 \cdot 10^{-2}}{0,47 \cdot 10^{-6}} = 6160K$$

Yer yuzasida asosiy issiqlik nurlanishi va ko'rinadigan nurlar manbai quyosh hisoblanadi. Yer sirtida quyosh nurlanishi intensivligi 1382 Wt/m^2 , bunga quyosh doimiysi deyiladi. Yer shari quyoshdan bir yilda $3,84 \cdot 10^{24}$ J energiya oladi. Bu esa insoniyatning boshqa manbalaridan oladigan energiyasidan ancha ko'pdir. (BMT ning xabarlariga ko'ra barcha tur ishlab chiqilgan energiyalar miqdori $2,1 \cdot 10^{20}$ J ga teng).

Quyosh nurlanishi maksimumi 470 nm ga to'g'ri keladi, ammo yerda quyosh nurini tanlab yutilishi, bu maksimumni 555 nm ga siljitadi. Ko'z ham shu to'lqin uzunlikni yaxshi sezadi.

Yer atmosferasi yuqori chegarasida quyosh nurlanishining intensivligi

$8,4 \cdot 10^4 \frac{\text{JK}}{\text{M}^2}$ ga yaqin, yer sirtiga 25 foizi yetib keladi.

Klassik elektrodinamika asosida olingan ifodalar nurlanishning tajriba natijalari bilan to'la mos kelmasligi aniqlandi. 1900 yili nemis olimi Plank tajriba natijalarini to'la tushuntiruvchi nazariyani yaratdi.

Plank gipotezasiga binoan atom ossilyatorlari uzluksiz emas, balki porsiya-kvant shaklida nur chiqaradi va yutadi, uning energiyasi

$$E = h \nu \quad h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} - \text{Plank doimiysi.} \quad (4.22)$$

Demak, energiya diskret qiymatlarni qabul qiladi. $E = nh\nu$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)

1900 yil 14 dekabrda shu masala nemis fiziklar jamiyatida e'lon qilindi va bu kun kvant mexanikasining tug'ilish kuni hisoblanadi. Katta to'lqin uzunliklar uchun energiyaning uzoqligi sezilmaydi, kichik to'lqinlar uchun yaxshi namoyon bo'ladi. Plank nazariyasiga asoslangan holda 1905 yilda Eynshteyn yorug'likning kvant nazariyasini, Bor esa 1913 yilda atom tuzilishining kvant nazariyasini ishlab chiqdi.

Eynshteyn nazariyasiga binoan yorug'lik kvant shaklida chiqariladi va yutiladi. Ularni fotonlar deb atadi. Uning energiyasi $E = h\nu$, massasi

$$m = \frac{h\nu}{c^2} \quad (4.23)$$

impulsi $P = \frac{h\nu}{c}$. Foton kvazizarracha tezligi s , uning tinchlikda massasi yo'q. Agar foton impulsiga ega bo'lsa, yorug'lik yuzaga bosim berishi kerak.

Bu bosim

$$P = \frac{h\nu}{c} N(1 + \rho) \quad (4.24)$$

ifoda orqali aniqlanishi kerak. bunda ρ – qaytarish koeffitsiyenti.

$N - 1$ sekunda tushuvchi fotonlar soni.

Bu bosimni tajribada Lebedev aniqladi. 1899) oynachada bosim, qoraytirilganga qaraganda ikki marta katta bo'ladi.

Plank gipotezasi fotoeffekt hodisasini tushuntirishda ham o'rinli bo'ldi.

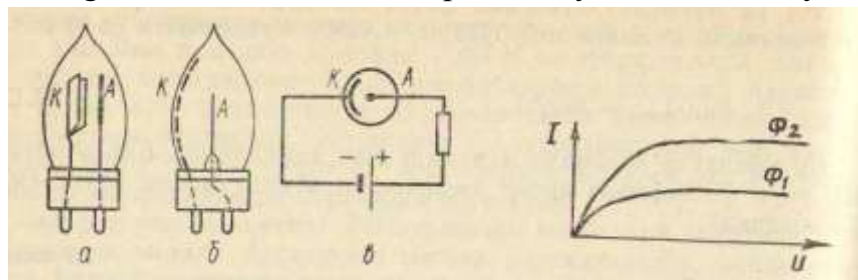
• **Fotoeffekt deb** – yorug'lik ta'sirida elektronlarning metaldan chiqish hodisasiga aytiladi.

1. Agarda yorug'lik ta'sirida elektronlar metallardan tashqariga chiqsa, tashqi fotoeffekt.
2. Agarda elektronlar metaldan chiqmasdan erkin holatiga o'tsa ichki fotoeffekt bo'ladi.

Fotoeffektni 1887 y Gers kuzatgan. Bu hodisa qonuniyatlarini rus olimi Steletov o'rgangan. Katodni turli xil to'lqin uzunlikli nurlar bilan yoritib Steletov qo'yidagi xulosaga keldi.

- 1) Eng effektiv fotoeffekt ultrabinafsha nurlar ta'sirida hosil bo'ladi.

2) Yorug'lik ta'sirida modda faqat manfiy elektronlarni yo'qotadi.



Yorug'lik ta'sirida hosil bo'ladigan tok kuchi yorug'lik intensivligiga proporsionaldir. 1898 yilda Dj.Tomson chiqayotgan zarrachalar solishtirma zaryadini o'lchab, bu zarrachalar elektron ekanini aniqladi. Ichki fotoeffektga o'xshash yana ventill fotoeffekt ham mavjud.

Bu holda ikki yarim o'tkazgich tutashgan joyni yorug'lik bilan yoritganda EYuK hosil bo'ladi. Bu hodisa yorug'likni to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirishda qo'llaniladi.

Metallarda tashqi fotoeffekt uchta jarayondan iborat.

1. O'tkazuvchan elektronning fotonni yutishi natijasida elektronning kinetik energiyasi oshadi.
2. Elektronning metall yuzi tomon harakati yuzaga keladi.
3. Elektronning metall dan chiqishi yuz beradi.

Bu jarayonlarni Eynshteyn o'rgangan va quyidagi tenglamani taklif qilgan.

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \quad (4.25)$$

Bu tenglama Eynshteyn tenglamasi deb yuritiladi. Bunda $E = h\nu$ – foton energiyasi, A – elektronning chiqish ishi. $\frac{mv^2}{2}$ metall dan chiqqan elektronning kinetik energiyasi.

Agar metalni monoxromatik nur bilan yoritsak va uning chastotasini kamaytira borsak, biror chastotadan boshlab fotoeffekt kuzatilmaydi. Bunga fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. Bu holda $E_k = 0$, ya'ni $h\nu_{cheg} = A$ yoki $\nu = \frac{c}{\lambda}$ bo'lganidan, qizil chegara to'liq uzunligi uchun

Ichki fotoeffekt yarim o'tkazgich va dielektriklarni yoritishda kuzatiladi. Foton elektronni valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tkazadi va fotoo'tkazuvchanlik yuzaga keladi. Fotoeffektning quyidagi qonunlari mavjud:

1. To'yinish fototoki kuchi yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional

$$I = kF \quad (4.26)$$

k – yoritiladigan sirt fotosezgirliigi $\left(\frac{mA}{\text{люмен}} \right)$

2. Tushayotgan yorug'lik chastotasi ortishi bilan fotoelektronlarning tezligi orta boradi va u yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.

3. Har bir metall uchun «fotoeffektning qizil» chegarasi mavjuddir, ya'ni eng kichik chastota, undan past chastotalarda fotoeffekt kuzatilmaydi.

Fotoqarshiliklar (fotorezistorlar) juda yuqori integral sezgirlikka ega asboblardir. Ularni yasash uchun P_6S , CdS , P_6Se va boshqa elementlardan foydalaniladi.

Fotoqarshiliklar spektrning infraqizil sohalarida ham (3 - 4 mkm) o'lchash olib borishga imkon beradi. Ularning o'lchami kichik, lekin kamchiligi – inersiyali bo'lganligi uchun tez o'tuvchi jarayonlarda qo'llab bo'lmaydi.

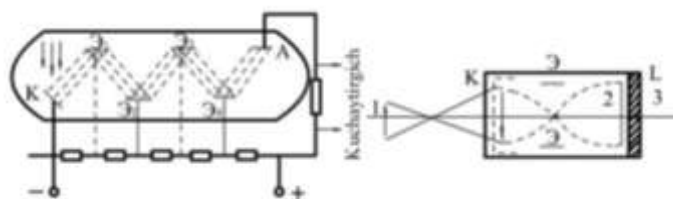
Ventil fotoelementlar integral sezgirliigi 2 - 30 mA/lm bo'lgan selenli, kuproksidli oltingugurt– kumushli va h.k turlari mavjud.

Ayniqsa kremniyli fotoelementlar quyosh batareyalarida ishlatiladi, ularning FIK ~ 10 % atrofida bo'lib, uni 22 % gacha oshirish mumkin. Ular turli jarayonlarni nazorat qilishda, avtomatlashtirishda, harbiy texnikada, ovozli kinoda, lokasiyada, aloqa tizimida, boshqaruv tizimida ishlatiladi.

Fotoeffekt hodisasi asosida ishlaydigan asboblari fotoelementlar deb ataladi. Fotoelementlar anod va katoddan iborat bo'lib asosiy xarakteristikasi sezgirliigi, ya'ni tushgan yorug'lik oqimi ta'sirida paydo bo'ladigan fototok kuchining (I)

oqimga (Φ) nisbatidir: $\frac{I}{\Phi}$. Uning birligi esa $\frac{mA}{\mu M}$ o'lchanadi.

Vakuu fotoelement sezgirliigi ~ 100 mkA/lm atrofida bo'ladi.



Fotokuchaytirgichning sxematik tasviri

Fototokning kuchini oshirish uchun gaz bilan to'ldirilgan fotoelementlar qo'llaniladi. Ularda mustaqil bo'lmagan razryad mavjud bo'lib, ya'ni metall yuzi birlamchi elektronlar bilan bombardimon qilinadi va bunda ikkilamchi elektronlar chiqadi. Fototok miqdorini oshirish uchun fotoelektron kuchaytirgichlardan (FEK) foydalaniladi. Ularda ikkilamchi elektronlar emissiyasidan foydalaniladi. Kuchaytirish koeffitsiyenti ~ 10^7 , kuchlanish 1 - 1,5 kV, sezgirliigi ~ 10 A/lm.

Ushbu asboblari kichik nurlanishlarni o'lchash uchun ishlatiladi. Masalan; juda kichik biolyuminessensiyalarni qayd qilishda ishlatiladi.

Tibbiyotda rentgen nurlarining yoritilganligini oshirish uchun qo'llaniladi. Bu esa nurlanish dozasini kamaytiradi.

Odam uchun elektron optik aylantirgichlar yordamida infraqizil nurlar ko'rinadigan holatga o'tkazishda ishlatiladi.

Ko'z – o'ziga xos optik asbob bo'lib, u optikada alohida o'rin tutadi. Ko'z o'ziga taaluqli bo'lmagan kasalliklar to'g'risida axborot manbaidir. Ko'z kosasi uncha to'g'ri bo'lmagan shar shaklida. Katta odamlarda uning old – orqa o'lchami o'rtacha 24,3 mm, vertikal o'lchovi 23,4 mm. va gorizantal o'lchovmi 23,6 mm. muguz parda ko'zning eng kuchli sindiruvchi qismidir.

Moddasining sindirish ko'rsatkichi 1,38. Ko'z gavhari ikki tomonlama qobariq linza diametri 8 – 10 mm, oldini egrilik radiusi 10 mm, orqasining egrilik radiusi 6 mm, uning sindirish ko'rsatkichi 1,4 dan kattaroq. Shishasimon massa,

sindirish ko'rsatkichi suvnikiday, to'r parda bir necha qatlamdan iborat bo'lib, qatlamlarning qalinligi va yorug'likka sezgirligi turlicha. Unda yorug'likni sezuvchi ho'jayralar mavjud. Ularning cho'zinchoq uchlariga tayoqchalar, kolbasimon uchlariga kolbachalar deyiladi.

Ko'zning asosiy vazifasi ko'zga tushgan yorug'lik energiyasini (fotoresptor to'qimalar yordamida) elektr energiyasiga aylantirib ko'rish nervlari yordamida markaziy miyaga yetkazishdir. Fotoresptor to'qimalar sezgirligi juda kuchli. Odam ko'zi albatta eng mukammal sistemadir. Hayvonlarda esa turlicha. Masalan, chualchaglarda ko'rish faqat yorug' va qorong'ulikni farqlashdan iborat bo'lib, ularda fokuslovchi qism yo'q. Malyuskalarda chuqurcha mavjud bo'lib, u yorug'likning tushish yo'nalishini aniqlay oladi. Chayonlarda esa endi ancha rivojlangan bo'lib, fokuslovchi linzasi ham bor. Tayoqchalar hayvonlarda turlichadir. Masalan, chumolida 100 ta bo'lsa, ninachida 28 mingta, lekin ularda ajrata olish qobiliyati kichik. Sochish burchagi 1-8° atrofida. Tayoqchalar ko'zning hamma sirtida bir tekisda joylashgan bo'lib, asosan oq-qora reseptor rolini o'ynaydi. Kolbachalari esa markazda to'plangan bo'lib, asosan rang uchun javobgardir. Tayoqchalar sezgirligi kolbachalarnikidan katta. Masalan, tayoqchalar 10⁻⁶ lk. da ko'rish imkonini beradi. Kolbachalar esa 10⁻² lk. da rangni ajrata oladi. Yorug'likni sezish ham Veber-Fexner qonuniga bo'ysunadi. Ko'zga kesimi 4 mm² bo'lgan ko'rish nervi keladi, u esa million nerv tolalariga bo'linadi. Odam ko'zida 10 ta qatlam bo'lib, fotoresptor to'qima eng oxirgisi hisoblanadi. Fotoresptor yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi va kuchaytirish koeffisiyenti 10⁵ – 10⁶ ga teng. U hatto 3-4 foton tushsa ham ishlaydigan qurilmadir. Kishi ko'zning tur qatlamida 130 million tayoqcha va 7 million kolbachalar joylashgan. Yorug'likning asosiy sinishi miguz pardaning tashqi chegarasida yuz beradi. Uning optik kuchi 40 dioptr, gavharniki 20 dp, butun ko'zning optik kuchi 60 dp. Ko'z turli uzoqlikdagi jismlarni bir xil ravshanlikda ko'rish kerak. Buning uchun ko'z gavhari egriligi o'zgaradi. Bunga «keskinlikka to'g'rilanish» - akkomodasiya deyiladi, jism cheksizda bo'lsa, uning optik kuchi nolgacha kamayadi. Jism yaqinlashsa gavhar radiusi kattalashadi va 60 dp bo'ladi. 25 – sm zo'riqishsiz eng yaxshi ko'rish masofasi hisoblanadi.

$$B = L\beta \quad \beta = B/L$$

Bu ko'zning ajrata olish qobiliyati taxminan 1¹¹ ga teng. Bu esa eng yaxshi ko'rish masofasi uchun ikki nuqta orasidagi masofa 70 mkm ga teng bo'lishini ko'rsatadi.

Bu holda to'r pardada 5 mkm tasvir hosil bo'ladi. Yaqindan ko'rishda akkomodasiya yo'g'oladi va tasvir orqa fokus parda olidida bo'ladi. Uzoqdan ko'rishda esa fokus pardadan orqada bo'ladi. Yaqindan ko'ruvchi ko'zni tuzatish uchun sochuvchi (manfiy), uzoqni kuruvchi ko'zni tuzatish uchun yig'uvchi (musbat) linzalar ishlatiladi.

Xulosa:

Bu mavzuda biz yorug'lik tabiati bilan bog'liq bo'lgan ba'zi bir hodisalar bilan tanishdik. Moddalarning sindirish ko'rsatkichi refraktometriya to'la ichki qaytish hodisalari nafaqat ilmiy balki amaliy ishlarida ham muhim ahamiyatga ega.

Tola optikasida hozirgi vaqtda amalda keng qo'llanilmoqda. Hayvonlar ichki organlarini tekshirishda va jarrohlik ishlarida svetovodlardan foydalanilmoqda. Fotometriya qonunlari esa kundalik hayot uchun ilmiy va amaliy ishlar uchun ham muhimdir.

Yorug'likning yutilishi inson va barcha tirik mavjudod hayoti faoliyati uchun zarur jarayondir. Undan ma'lum yo'nalishlarni ajratib olish va qutblangan yorug'lik bilan turli tajribalar o'tkazish mumkin. Bundan esa amalda eritmalar konsentrasiyasini aniqlashda foydalanish mumkin. Nurlar yordamida stirlizasiya ham qilish keng qo'llanilmoqda. Yorug'likning kvant tabiati ochilishi ko'plab jarayonlarning mohiyatini ochishda muhim rol o'ynadi. Ayniqsa fotoeffekt hodisasining ochilishi va amalda qo'llanilishi inson va hayvonlar hayotida katta o'zgarishlarga sabab bo'ladi. Bu hodisaning kvant tabiatga ega ekanligi ko'plab tasavvurlarni oydinlashtirdi. Fotoelementlar, fotoqarshiliklar, fotokuchaytirgichsiz hozirgi hayotni tasavvur qilish qiyin

Sinov savollari:

1. Yorug'lik tabiati haqida umumiy ma'lumotlar?
2. Geometrik optika qonunlari?
3. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi?
4. To'la ichki qaytishdan medisina va veterenariyada qo'llanilishi?
5. Refraktometrlar. Ulardan foydalanish?
6. Endoskoplar va ulardan foydalanish?
7. Yoritilganlik va uning o'lchov birligi?
8. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi?
9. Ravshanlik va uning o'lchov birligi?
10. Yutilish nima. Buger, Buger – Lamberg – Beyer qonunlari?
12. Yutilishning qo'llanilishi va ahamiyati?
13. Quyosh nurining biologik ahamiyati nimadan iborat?
14. Qutblanish hodisasini tushuntiring?
15. Malyus, Bryuster qonunlarini tushuntiring?
16. Ikkilanib sinish hodisasini tushuntiring?
17. Keer effekti nima? Optik aktiv moddalar haqida tushuncha bering?
18. Fotobiologik jarayonlarni tushuntiring?
19. Ko'rinadigan, infroqizil va ultrabinafsha nurlardan diagnostika, profilaktika va davolashda qo'llanilishini tushuntiring?
20. Stefon-Belsman va Vin qonunlari?
21. Plank gipotezasi nimadan iborat?
22. Fotoeffekt va uning qonunlari?
23. Fotoelementlar, fotoqarshiliklar va fotokuchaytirgichlar nima?
24. Ko'zning tuzilishi nimalardan iborat?

5.ATOM TUZILISHI VA NUR CHIQARISH,KVANT BIOFIZIKASI

REJA:

Atom haqida tushuncha. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari, rentgen nurlari, turlari, xossalari. Rentgen nurlarining moddalarga ta'siri. Rentgen

nurlari, rentgen struktur analiz, rentgen nurlarining davolash va diagnostikda qo'llanilishi.

Lyuminissensiya, uning turlari va asosiy fizik xarakteristikalari. Lyuminissensiya qonuniyatlarini.

Optik kvant generatorlar (OKG), lazerlar, ularni olish, fizik xossalari va biologik ta'siri, tibbiyot va veterinariyada lazer nurlarining ahamiyati (ko'z jarrohligi, aktiv nuqtalarga ta'siri). Atom yadrosi uning tuzilishi. Yadroning fizik xarakteristikasi. Yadroning bog'lanish energiyasi. Massa defekti. Radioaktivlik, uning turlari va asosiy qonuni, yarim yemirilish davri. Radioaktiv nurlarni qayd qilish usullari. Rentgen va radioaktiv nurlarning tirik organizmga ta'siri. Radioaktiv nurlar va genetika. Belgili atom va uning medisina va veterinariyada qo'llanilishi. α da radioaktiv nurlar. Radioaktiv nurlardan himoyalash. Dozimetriya. Dozimetrik asboblari. Biosferada radioaktiv nurlar va ularning ekologik ta'siri.

Tayanch tushunchalar: rentgenstruktur analiz, rentgenadiagnostika, flyurografiya, rentgonografiya, rentgenotomografiya, lyuminissent analiz, siljish qonuni lazeroterapiya, elektron qobiqlar, atomning nurlanishi, lyuminasiya, siljish qonuni, rentgen nurlari, lazer, spektral seriyalar, massa soni, massa defekti, bog'lanish energiyasi. massaning atom birligi, radioaktivlik, yarim yemirilish davri, termoyadro reaksiyalari.

Atom bo'linmas zarracha ekanligini eramizdan oldingi olimlar (Demokrit, Epikur, Lukresiy) aytib o'tgan edi. O'rta asrda fan rivoji deyarli bo'lmaydi, faqat XVIII asrdagina atom haqidagi ta'limot yana qaytadan rivojlandi (Lavuaze, Lomonosov, Dalton). Bu vaqtda atomning ichki tuzilishi haqida hali gap bormas edi. Atom tuzilishi haqidagi ta'limot 1869 yil D.I.Mendelevning davriy sistemasi e'lon qilingandan so'ng yangi bosqichga kirdi. XIX asrda elektron atom tarkibidagi zarrachalardan biri ekanligi tajribada tasdiqlandi, faqatgina XX asr boshida atomning ichki tuzilishi haqidagi masala o'rta qo'yildi. Birinchi bor bu masalani 1903 yil Dj.Tomson amalga oshirishga urindi. Uning moduli bo'yicha, atom uzluksiz musbat zaryadlangan shardan iborat bo'lib uning ichida o'zining muvozanati atrofida tebranib turuvchi elektronlar joylashgan musbat va manfiy zaryadlar yig'indilari bir-biriga teng bo'lib, shu sababli atom normal holda neytraldir. Atom radiusi 10^{-10} m bo'lgan shardir.

Atom tuzilishi haqidagi ta'limotda Rezerfordning α -zarrachalarning moddada sochilish bo'yicha olib borgan tajribasi muhim rol o'ynaydi. α -zarrachalar radioaktiv yemirilish paytida hosil bo'ladi. Musbat zaryadlangan bo'lib zaryadi $2e$ va massasi $7300 m_e$ ga teng, tezligi 10^7 m/s

Rezerford tajribada qalinligi 1 mkm bo'lgan oltin falgadan α -zarrachalarning o'tishini kuzatdi. Natijada asosiy α -zarrachalar ozroq yo'nalishidan og'gan holda o'tib ketadi, lekin ba'zi (20000 dan 1 tasi) α -zarrachalar o'z yo'nalishidan keskin burilib ketadi (hattoki 180°) elektronlar massasi juda kichik bo'lgani uchun bunday og'dirishga qodir emas va demak qandaydir og'ir musbat zaryad ta'sirida shunday hol bo'lishi kerak. Ana shu

tajriba natijalariga asoslangan holda 1911 yil Rezerford atomning planetar modelini taklif qildi. Bu modelga binoan zaryadi Ze bo'lgan musbat yadro (o'lchashi $10^{-14} - 10^{-15}$) atrofida yopiq orbita bo'ylab elektronlar aylanadi. Atom neytral bo'lgani uchun yadro zaryadi, elektronlar zaryadlari yig'indisiga tengdir. Atomning butun massasi 99.94% yadroda mujassamlangan. Z – kimyoviy element tartib nomeri.

Bu ta'limot klassik fizika qonunlariga mos kelmadi. Klassik elektrodinamikaga binoan elektron yadro atrofida 10^6 m/s tezlik bilan aylanib (tezlanishi 10^{22} m/s²) aylanish chastotasiga mos elektromagnit to'lqinlar chiqarishi kerak. Bu esa energiyaning kamayishiga olib keladi va elektron yadroga tushishi kerak. Elektron yadroga yaqinlashgan sari uning chastotasi oshib boradi. Bu esa atom tutash spektrli nurlanish chiqarishi kerakligini ko'rsatadi. Demak klassik fizika atomning planetar modelini tushuntirib bera olmaydi, chunki

1. Atom turg'un sistema
2. Atom tutash emas, chiziqli spektr nurlaydi.

Turli xil gazlarning spektrini o'rganish shuni ko'rsatdiki, har qanday gaz ma'lum chiziqli spektrni berar ekan. Spektral chiziqlarni grupp (seriya)larga taqsimlash mumkin ekan. Biror seriyaga tegishli spektr o'zaro ma'lum qonuniyatlar bilan joylashgan. Shvesariyalik olim Balmer vodorod atomini o'rgandi va ularning chastotasi quyidagi formula bilan aniqlanishini ko'rsatdi.

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (5.1)$$

Bunda R- Ridberg doimiysi bo'lib, qiymati $R = 3,29 \cdot 10^{15} c^{-1}$, $n = 3,4,5 \dots$

Bunga **Balmer seriyalari** deyiladi. Bundan tashqari ul`trabinafsha sohada Layman, infraqizil sohada Pashen, Brekett, Pfund, Xemfri seriyalari ham mavjud. Balmerning umumlashgan formulasini yozib hamma seriyalarga tadbiiq qilish mumkin.

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (5.2)$$

Bunda $n = m + 1$ va $m = 1,2,3 \dots$

Demak, atomlarning chiziqli spektridan ko'rinadiki atomlar nurlanishi va yutish jarayonlarida istalgan miqdorda emas, balki aniq parsial kvantlarni yutar va chiqarar ekan. Atom ma'lum energetik holatlarda bo'lib, u bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda nur chiqaradi yoki yutadi.

Atomlarning energetik holatlarining diskretligi haqidagi ta'limotga binoan 1913 yilda daniyalik fizik N.Bor atom tuzilishining kvant nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaning asosini quyidagi uchta postulat tashkil qiladi.

1. Elektronlar atomda ixtiyoriy orbitalar bo'ylab emas, balki aniq radiusli orbitalarda harakatlanadi.

2. Elektronlarning stasionar orbitalarda harakatlanishida energiya chiqarish (yoki yutish) ro'y bermaydi.

3. Elektronning bir stasionar orbitadan boshqasiga o'tishida aniq kvant energiyasini chiqarish (yoki yutish) sodir bo'ladi

$$h\nu = E_1 - E_2 \quad (5.3)$$

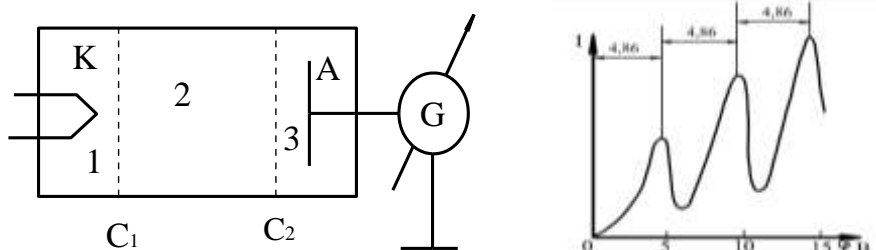
Bu formulaga chastotalar sharti deyiladi.

Elektron quyi energetik holatdan yuqori energetik holatga o'tsa, energiya yutadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, ko'p elektronli atomlarda ham diskret energetik sathlar mavjud. Sathlarning diskretligi atomda aniq radiusli elektron qatlamlar borligi bilan bog'liq. Har bir qatlam stasionar elliptik orbitalar to'plamidan iboratdir. Bu orbitalar fazoda oriyentasiyasi bilan farq qiladi. Shuning uchun bitta elektron qatlamdagi elektronlar ham turli turg'un orbitalarda harakat qiladi.

Hozirgi zamon kvant mexanikasida atomda elektronlarning harakati holatini 4 ta kvant soni xarakterlaydi.

- 1 Bosh kvant soni $n=1 \dots \infty$
2. Orbital kvant soni $\ell=0 \dots n-1$
3. Magnit kvant soni $m_{ye} = -\ell \dots 0 \dots +\ell = 2\ell + 1$
4. Spin kvant son $m_s = \pm \frac{1}{2}$



Frank – Gers tajribalari. Bunda K-katod, A-anod, C₁ va C₂ – to'rlar G-galvanometr, I-tok kuchi, U-kuchlanish

Haqiqatdan ham energetik holatlar diskretligini tajribada 1913 yil nemis fiziklari Frank –Gers aniqladi. Balon havosi so'rilgan bo'lib, 13 Pa. bosimda simob bug'lari solingan. Katoddan chiqqan elektronlar K va C orasida tezlashtiriladi. C₂ va A orasida (0,5 V) ushlab turuvchi kuchlanish qo'yiladi. Elektronlar 2-sohada simob bug'lari bilan to'qnashadi, shu to'qnashuvdan so'ng ushlab turuvchi potensialni yengan elektronlar 3 sohaga o'tadi va anodga tushadi. Urilish noelastik bo'lsa, simob atomlari ma'lum energiyada uyg'onishi kerak, Haqiqatdan ham maksimumlar 4,86 , 2 *4,86, 3*4,86 V .. larda kuzatiladi va bu kuchlanishda simob bug'lari uyg'onadi, elektronlar anodga yetib bormaydi.

Rentgen nurlari deb to'lqin uzunligi 80 nm dan 10⁻⁶ nm gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlariga aytiladi. Uzun to'lqinli rentgen nurlari qisqa to'lqinli ultrabinafsha nurlar bilan qo'shilib ketadi. Qisqa to'lqinli rentgen nurlar esa uzun to'lqinli **gamma** nurlar bilan qo'shilib ketadi. Rentgen nurlar 2 xil bo'ladi. oq (tormozli) va qattiq (xarakteristik) rentgen nurlari va rentgen trubkalarida hosil qilinadi.

Havosi so'rilgan balondagi (10⁻⁷ mm ust.gacha) anod va katod orasiga 10⁵ V kuchlanish beriladi. Bunda katoddan chiqayotgan elektronlar 100000 km/s ga yaqin tezlikka erishadi. Bu elektronlar anodda tormozlanganda undan qisqa to'lqinli elektromagnit to'lqinlar (rentgen nurlar) chiqadi. Bunda turli elektronlar

turlicha tezlikka ega bo'lgani uchun hosil bo'layotgan rentgen nurlarning to'liq uzunligi ham turlicha bo'ladi va u tutash spektorga egadir. Shu sababli ularga oq rentgen nurlari deyiladi. Kuchlanish katta bo'lganda esa xarakteristik rentgen nurlari chiqa boshlaydi va u chiziqli spektorni beradi. Elektronlar anodda tormozlanganda energiyaning faqat bir qismi rentgen nuri hosil qiladi. Qolgan qismi esa anodni qizdirishga sarf bo'ladi. $U_1 < U_2 < U_3$ tutash spektor. λ_{\min} – bu elektron energiyasi foton energiyasiga teng bo'lganda hosil bo'ladi.

$$eU = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} \quad \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} \quad (5.4)$$

Qisqa to'liq uzunlikka ega rentgen nurlari uzun to'liq uzunlikli rentgen nurlariga qaraganda modda ichiga kuchli kirish xususiyatiga ega bo'lgani uchun ularga qattiq rentgen nurlar, uzun to'liq uzunlikli rentgen nurlarga esa yumshoqrentgen deyiladi. Rentgen nurlar oqimi

$$\Phi = k \cdot I \cdot U^2 \cdot Z \quad (5.5)$$

Xarakteristik rentgen nurlar spektori chiziqlidir. Katta tezlikka ega elektronlar atomining ichki elektron qobiqlariga kiradi va undan elektron urib chiqaradi. Bo'sh o'rinlarga yuqori energetik holatlardan elektron o'tadi va rentgen fotoni chiqadi.

Optik spektrlardan farqli holda rentgen spektrlari turli atomlarda o'xshash bo'ladi. Buning sababi turli atomlarning ichki qatlamlari o'xshash bo'lib, faqat energetik jihatdan farq qiladi, ya'ni yadroning ta'siri tartib nomeri ortishi bilan ortib boradi. Bu esa xarakteristik rentgen nurlar spektrining yadro zaryadi ortishi bilan katta chastota tomonga siljishiga olib keladi. Buni Mozli qonuni bilan ifodalash mumkin.

$$\sqrt{\nu} = A(Z - B) \quad (5.6)$$

A va B lar doimiylar.

Xarakteristik rentgen nurlarining optik nurlardan yana bir farqi shundaki, u atomning qanaqa kimyoviy bog'lanishda bo'lishiga bog'liq emas. Masalan: kislorod atomining xarakteristik rentgen nuri O_1 , O_2 , H_2O larda bir xildir, Bularning optik spektrlari farq qiladi, shuning uchun ham xarakteristik rentgen nuri deyiladi. Xarakteristik rentgen nurlanish ichki qatlamlarda bo'sh joy bo'lganda (u qanday hosil bo'lishidan qat'iy nazar) paydo bo'ladi. Rentgen nurlari atomda yutilganda undan elektron chiqishi mumkin va atom ionlashadi. Agar rentgen fotoni energiyasi unchalik katta bo'lmasa, atomning uyg'onishi elektron chiqmasdan ham bo'lishi mumkin. Bu birlamchi effektlar. Bundan tashqari, ikkilamchi, uchlamchi va hokazo hodisalar bo'lishi mumkin. Masalan: ionlashgan atom xarakteristik rentgen nuri chiqarishi mumkin va uyg'ongan atomlar ko'rinadigan nur chiqaradi. Bunga rentgenolyuminessensiya deyiladi. Bundan maxsus yorug'lik ekranlar qurishda va unda rentgen nurlanishni vizual ko'rishda qo'llaniladi. Rentgen nurlarining kimyoviy ta'siri ham mavjud Masalan: vodorod peroksid hosil bo'lishi, ionizasion ta'siri, rentgen nurlari ta'sirida o'tkazuvchanlikning oshishi.

Birlamchi rentgen nurlari moddadan o'tganda quyidagi qonun bo'yicha kamayadi.

$$\Phi = \Phi_0 e^{-mx} \quad (5.7)$$

m - so'nishning chiziqli koeffitsiyenti, ko'pchilik hollarda m -ning o'rniga so'nishning massa koeffitsiyenti μ_m ishlatiladi.

$$\mu_M = \frac{\mu}{\rho} \quad (5.8)$$

Bunda ρ - zichlik

Tibbiyotda rentgen nurlari asosan tashxis qo'yish maqsadlarida ishlatiladi. Buning uchun energiya 60-120 KeV bo'lgan fotonlar to'plamidan foydalaniladi. Bu holda

$$\mu_m = K \lambda^3 Z^3 \quad (5.9)$$

Rentgen nurlarining yutilishi modda atomining qaysi birikmada bo'lishiga bog'liq emas. Shuning uchun so'nishning massa koeffitsiyentini taqqoslash mumkin. Masalan, suyak uchun $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ - μ_o va H_2O suv uchun μ_{cy8}

va ular nisbati $\frac{\mu_o}{\mu_{\text{cy8}}} = 68$ ga teng bo'ladi.

Demak, organizm turli qismlarida yutilishi turlicha bo'lgani uchun ichki organlarning ham soyasini suratda ko'rishimiz mumkin. Bu rentgenotashxis bo'lib-suratini olish mumkin yoki lyuminissent ekranda tasvirini ko'rish mumkin. Agarda tekshiruvchi organ va atrofdagi to'qimalar bir xil yutish qobiliyatiga ega bo'lsa, maxsus kontrast modda yutilib suratga olinadi. Flyurografiya ham rentgen nurlar yordamida suratga olishdir. Davolash maqsadida rentgen nurlaridan o'simtalarni kuydirishda ishlatiladi.

Rentgenli tomografiya va uning mashina varianti – kompyuterli tomografiya metodlari rentgenografiyaning qiziqarli va istiqbolli variantlari hisoblanadi. Oddiy rentgenogramma tananing katta qismini egallaydi va har xil organ va to'qimalar bir-biriga soya tushiradi, tomografiyada esa qatlam-qatlam rentgen tasvirini olish mumkin. Mana shundan tomografiya nomi kelib chiqqan. Bundan foydalanib hattoki miyaning kulrang va oq moddalarini farqlay olish, hamda kichik o'simtalarni ko'rish mumkin.

Birinchi Nobel mukofoti 1901 yilda Rentgenga berilgan bo'lsa, kompyuterli rentgen tomografiyasi ishlab chiqqanlari uchun 1979 yilda Xaunsfild va Mak Kormak Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Lyuminissensiya deb modda atom va malekulalarning yuqori energetik sathdan quyi sathga o'tishida moddaning shulalanishiga, ya'ni ko'rinadigan yorug'lik chiqarishga aytiladi. Modda atom va malekulalari avvaldan uyg'otiladi. Ana shu uyg'atuvchi olingandan so'ng lyuminissensiya modda tibiatiqqa qarab bir necha sekunddan bir necha sutkalargacha davom etishi mumkin. Lyuminissensiyaning davom etish muddatiga qarab 2 turga bo'linadi.

1. Florussensiya- shulalanish vaqti kichik.
2. Fosforissensiya shulalanish vaqti katta .

Lyuminissensiyaning issiqlik nurlanishi va boshqa tur nurlanishlardan farqlash uchun unga yana quyidagi ta'rif berish mumkin.

Lyuminissensiya - bu moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanishidir.

Lyuminissensiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar lyuminiforlar deyiladi.

Lyuminissensiyani uygotish usullariga qarab bir necha turlarga bo'linadi:

1. Fotolyuminissensiya – ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlar bilan uygotiladi. Masalan: soat siferblati va strelkalari.

2. Rentgenolyuminissensiya – rengen nurlari bilan uyg'otiladi. Masalan: rentgen apparati ekranidagi tasvir.

3. Radiolyuminissensiya – radiaktiv nurlanish uyg'otadi. Masalan: sstinsillyasion schyetchik ekranida kuzatish mumkin.

4. Katodolyuminissensiya – elektron dastali uyg'otadi. Masalan: ossilograflar, televizor, radiolakator ekranlarida kuzatiladi.

5. Elektrolyuminissensiya – elektr maydon uyg'otadi. Masalan : gaz razryadi trubkalarida kuzatiladi.

6. Ximolyuminissensiya – kimyaviy proseslar uygotadi, Masalan: oq fosforning, chiriyotgan yogochning, hashorotlar, dengiz hayvonlari va bakteriyalarining shulalanishi.

Lyuminissensiya spektri lyuminissensiyalanuvchi moddaning tabiatiga va lyuminissensiya turiga bog'liq. Yuqorida ko'rib o'tilgan lyuminissensiyalardan fotolyuminissensiya amalda ko'proq ahamiyatga ega, shu sababli uni mufassalroq qarab chiqamiz. Lyuminissensiya spektri va uning maksimumi uyg'otishda foydalanilgan spektorga nisbatan uzunroq to'lqinlar tamonga birmuncha siljigan bo'ladi. Bunga **Stoks** qoidasi deyiladi. Buni kvant nazariyasiga asosan tushuntirish mumkin. Yutilayotgan $h\nu_0$ kvant energiyasining bir qismi boshqa energiyaga aylanadi. Masalan issiqlik energiyasiga. Shuning uchun lyuminissensiya energiyasi $h\nu < h\nu_0$ bo'ladi. Bunda $\nu_0 > 0$ yoki $\lambda_0 < \lambda$

Ba'zida antistaks lyuminissensiya ham bo'ladi. Bunday hol avval uyg'ongan molekulada bo'ladi. Bu holda lyuminissensiya kvantiga yutilgan foton energiyasining bir qismidan tashqari yana malekulaning uyg'onish energiyasi kiradi. Demak $h\nu < h\nu_0$ va $\lambda_0 < \lambda$

Suyuq va qattiq lyuminaforlarning muhim xususiyati, ularning lyuminissensiya spektrining yorug'lik to'lqinlarining uzunligiga bog'liq bo'lmasligidan iborat. Shu tufayli fotolyuminissensiya spektoriga qarab suyuq va qattiq lyuminaforlarning tabiati to'g'risida fikr yuritish mumkin.

Atom yoki malekula ketma-ket oraliq nurlanishlardan asosiy holga o'tadi. Texnikada lyuminissent lampalar, shisha nay ichi yupqa lyuminifor qatlam bilan qoplangan. Ichiga simob va organik bug'lari solinadi. Bosim 10^{-2} mm.sm.ust - 3 mm.sm.us. Ultrabinafsha nurlar ham paydo bo'lib ular lyuminaforda ko'rinadigan holga o'tadi. FIK yuqori, ish muddati 10000 soat. O'simliklar o'sishiga issiqxonada yordam beradi.

Lyuminissent analiz – bunda ultrabinafsha nurlar bilan uyg'otilgan fotolyuminesensiya spektoriga qarab modda tarkibi aniqlanadi. Bu juda sezgir usul 10^{-10} g. moddani aniqlash mumkin, qishloq xo'jalik mahsulotlarining buzila boshlanish etapini aniqlash mumkin. Farmakologik mahsulotlarni sartirovka qilish va kasalliklarni diagnostika qilishda qo'llaniladi. Maxsus mikroskoplar

yordamida obyektning lyuminisent analizi olib boriladi. Bu mikroskoplarda yorug'lik manbai sifatida yuqori bosimli simob lampalari va 2 ta svetofiltrlar ishlatiladi. Bulardan bittasi kondensar oldida joylashtiriladi va u lyuminissensiya uyg'otuvchi nurni ajratadi.

Fotolyuminissensiya yordamida mashinalar detallari va boshqa buyumlar sirtidagi yoriqlarni ham payqash mumkin..

Fotolyuminissensiyada lyuminissensiyalanuvchi moddaning atomlari mutlaqo tartibsiz nurlaydi. Ular har xil vaqtda nurlaydi, chastotalari va fazalar ayirmasi turlicha bo'ladi, yo'nalishlar ham har xil. Ammo keyingi vaqtlarda bir xil yo'nalishli yorug'likning ingichka dastasini hosil qiluvchi monoxromatik nur hosil qiluvchi qurilmalar paydo bo'ldi. Bularga optik kvant generatorlar deyiladi.

«Lazer» degan nom quyidagi inglizcha so'zlarning birinchi harflaridan tuzilgan. Light Amplification by Stymylated Emission of Radiotion. Majburiy nurlantirish yo`li bilan yorug'likni kuchaytirish. Ishlatiladigan modda turiga qarab qattik, suyuq va gaz lazerlari mavjud. Lazerlarni N.G. Basov, L. Proxorov, U.Tauns yaratdi. Lazer ishlay boshlashi uchun uning ishchi moddasidagi ko'p atomlarning metostabil holatlarga o'tishi kerak. Unda atom nisbatan uzoq vaqt yashaydi (10^{-8}). Buning uchun ishchi moddaga maxsus manbadan yetarlicha katta elektromagnit energiya beriladi, metastabil holdan barcha atomlar deyarli bir vaqtda normal holatga o'tadi. Shu masalani to'laroq qarab chiqaylik. Kvant o'tishlar 2 ga bo'lanadi.

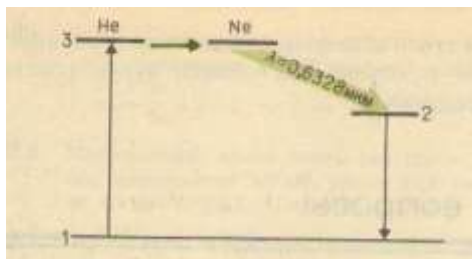
Agar bu o'tish ichki bo'lib o'z-o'zidan quyi holatga o'tsa, bunday o'tishga spontan o'tish deyiladi. Bu vaqt bo'yicha tasodifiy va xaotikdir. Oddiy yorug'lik manbalari spontan nur chiqaradi.

Agar o'tish majburiy bo'lib foton bilan uyg'ongan zarracha ta'sirlanishi natijasida hosil bo'lsa majburiy (indusirlangan) o'tish deyiladi. Majburiy o'tish paytida 2 ta foton tarqaladi: birlamchi va ikkilamchi fotonlar. Majburiy o'tishlar soni birlamchi fotonlar intensivligi va energetik sohalarning to'laligicha bog'liq.

Zarrachalarning energetik sathlar bo'yicha taqsimlanishi Bolsman qonuniga bo'ysunadi. Elektromagnit to'lqinlarning kuchayishini kuzatish uchun hech bo'lmaganda ikki energetik holat uchun Balsman taqsimotiga teskari holat yuzaga keltirish shart (inversiya naselennost). Bu holat Bolsman taqsimotidan farmal $T < 0K$ uchun hosil qilinishi mumkin. Shuning uchun bu holatga manfiy temperaturali holat deyiladi. $n = n_0 e^{(mgh / kT)}$

Bunday moddada yorug'lik tarqalsa uning intensivligi oshadi, ya'ni yutilish kam bo'ladi. Bu degani Buger qonunida ($I = I_0 e^{-x}$). $X < 0$ ya'ni yutish koeffitsiyenti manfiy inversiya neselyonnost holati maxsus uyg'otiladi (elektr yoki yorug'lik bilan). O'z - o'zidan manfiy temperaturali holat ko'p vaqt tura olmaydi. Bu OKGlarning ishlash prinsipidir. Birinchi SVCh diapazonda (lazer) 1955 yilda yaratildi. 1960 yil Rubin kristalida lazer yaratildi. Shu yili geliy - neon lazeri yaratildi, nurlovchi bo'lib neon atomi xizmat qiladi. Geliy atomi esa yordamchi. Elektr razryadi vaqti neon atomlarining bir qismi asosiy 1 holatdan 3 holatga o'tadi, neon uchun 3 holatda yashash davri kam va tezda u 1 yoki 2 holatga o'tadi. Inversiya naselyonnst hosil qilish uchun 3 holatda yashash davrini oshirish zarur.

Geliy atomi esa xuddi shu vazifani bajaradi. Geliyning birinchi uyg'ongan holati neonning 3 holatiga to'g'ri keladi. Agar uyg'ongan geliy uyg'onmagan neon bilan to'qnashsa energiya berish jarayoni bo'ladi.



Ishlatilishi lazerlar monoxromatik nur manbaidir, sochilishi kam. Masalan: Oyga yo'naltirilgan dasta 3 km li dog' hosil qiladi. Oddiy prejektorlarnika 4000 km. Energiya zichligi juda katta millionlaracha $\text{j}/\text{sm}^2\text{s}$ Linzalar yordamida fokuslab energiya zichligini yanada oshirish va o'ta qattiq moddalarni teshish payvandlash mumkin. Aloqada, texnikada, medisinada ishlatiladi. Medisinada 2 xil maqsadda.

1. Lazerlar biologik to'qimalarni buzishi mumkin, bundan operasiyalarda ishlatiladi (qonsiz). Rak to'qimalarini kuydirishda, organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda tishlarni davolashda.

2. Golografiyada. Masalan: geliy neon lazer asosida gastroyekop yaratilgan bo'lib, u oshqazonning hajmiy tasvirini ko'rishda ishlatiladi.. Ko'z xirurgiyasida – oftalmokogulyator- gloukomani davolashda ishlatiladi

Atom yadrosi haqidagi ta'limotlar XX asrning boshida intensiv rivojlanib bordi va hozirgi vaqtda bu sohada juda katta ishlar olib borilmoqda. Yadro energiyasidan tinchlik maqsadlarida ham ko'plab qo'llanishlar amalga oshirilmoqda. 1932-yilda D.D.Ivanenko hamma yadrolar tarkibida ikkita zarrachalar, ya'ni protonlar va neytronlar borligi haqida gipotezani bayon qildi. Rezerford α -zarrachalarning sochilishi bilan o'tkazgan tajribalarida atomning asosiy massasi uning markazida joylashganini aniqladi va uni yadro deb atadi. Yadro tarkibidagi proton musbat zaryadlangan bo'lib, zaryadi elektron zaryadiga tengdir, uning tinchlikdagi massasi $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Neytron zaryadsiz zarracha bo'lib uning massasi $m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27}$ kg. Proton va neytronlar birgalikda nuklonlar deb ataladi. Hamma yadrolar musbat zaryadlangan bo'lib ular zaryadi protonlar zaryadi bilan aniqlanadi. Masalan: yadroda Z ta proton bo'lsa, u holda yadro zaryadi $q_{ya} = Ze$ ga teng bo'ladi. Yadroning massasi atomning massasidan ozgina farq qiladi. Odatda yadro massasi maxsus birlikda (massaning atom birligi m.a .b) da o'lchanadi.

Massaning atom birligi uglerod ${}^6\text{C}^{12}$ izotopi atomi massasining $1/12$ qismi qabul qilingan: $1 \text{ m.a.b.} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. U holda $m_p = 1,00747 \text{ m.a.b.}$ $m_n = 1,00892 \text{ m.a.b.}$

Massa soni – yadrodagi nuklonlar soniga teng, ya'ni Z protonlar va N neytronlar bo'lsa, u holda massa soni

$$A = Z + N \quad (5.10)$$

Yadro quyidagicha belgilanadi A_ZX . Yadroda protonlar soni bir xil, ammo neytronlar soni har xil atomlar izotoplar deyiladi.

Masalan, vodorodning 4 ta izotopi mavjud: 1_1H vodorod, 2_1H deyteriy, 3_1H tritiy va 4_1H 4 ta nuklonli-nomi yo'q.

Bir kimyoviy elementning barcha izotoplari elektron qobiqlarining tuzilishi bir xil bo'ladi. Shuning uchun ularning fizik xossalari ham bir xil bo'ladi. Lekin yadro strukturasi kelib chiqadigan kimyoviy xossalari (massa soni, zichligi radioaktivligi va hokazolar) ancha farq qiladi. Bu farq, ayniqsa, yengil kimyoviy elementlarda yaqqol ifodalanganidir. Shu sababli Mendeleev davriy sistemasidagi ko'p atomlarning atom og'irligi butun son emas. Ya'ni ular ko'p izotoplar aralashmasidan iboratdir.

Rezerford birinchi bor tajribalar natijasiga binoan yadro radiusi $10^{-15} - 10^{-14}$ m degan xulosaga kelgan edi.

Yadro fizikasida uzunlikning femtometr degan o'lchov birligi ishlatiladi.

(1 fm = 10^{-15} m.) Yadro eng zich modda hisoblanadi, uning zichligi taxminan $4,1 \cdot 10^{17}$ kg/m³ ga tengdir.

Yadro kuchlari – bu nuklonlarni bog'lab turuvchi kuchlar bo'lib, zarracha zaryadiga bog'liq emas. Ular $\sim 10^{-15}$ m masofada ta'sirlashadi. Yadro kuchlari to'yinish xususiyatiga ega, ya'ni nuklon o'zini o'rab turuvchi hamma nuklonlar bilan emas, balki bir nechta aniq nuklonlar bilan ta'sirlashadi. Yadro kuchlari elektromagnit kuchlaridan ancha kattadir.

Yadroning massasi uni tashkil etuvchi nuklonlar massalari yig'indisidan kichikdir. Bu farqqa massa defekti deyiladi. Nisbiylik nazariyasiga asosan massa va energiya o'zaro bog'liqdir. $E = mc^2$ (5.11)

Yadro energiyasi ham nuklonlar energiyalari yig'indisidan kichikdir.

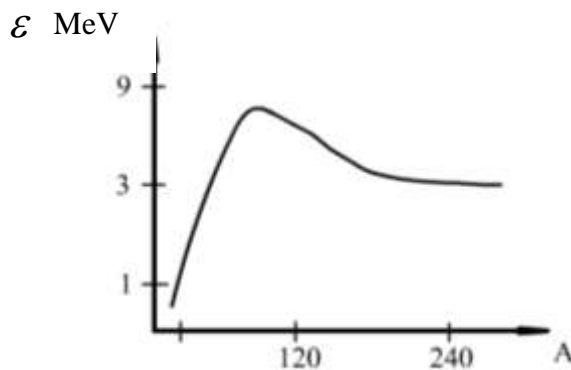
Yadroni alohida nuklonlarga ajratish uchun zarur bo'lgan energiyaga bog'lanish energiyasi deyiladi.

(10.2) ga asosan bog'lanish energiyasi uchun quyidagini yozish mumkin:

$$E_{\text{bog}} = (Zm_p + Nm_n - M_a)c^2 \quad (5.12)$$

Im.a.b.-taxminan 931 meV energiyaga to'g'ri keladi. U holda bog'lanish energiyasi $E_{\text{bog}} = (Zm_p + Nm_n - M_a) 931 \text{ m}$ (5.13)

Amalda bitta yadroni ikki bo'lakka bo'lishda kerak bo'ladigan energiyani hisoblash zarur bo'ladi. Bunday hollarda bitta nuklonga to'g'ri keladigan bog'lanish energiyasi aniqlanadi.



Solishtirma bog'lanish energiyasi(ϵ)ning atom massasi(A)ga bog'liqlik grafigi.

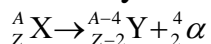
Solishtirma bog'lanish energiyasining atom massasiga bog'lanish grafigidan ko'rinadiki, maksimal bog'lanish energiya 8,6 MeV massa soni $A=50$ ga yaqin bo'lgan yadrolarga to'g'ri keladi.

Agar tizim katta energiya holatidan kichik energiya holatiga o'tsa reaksiyada energiya ajraladi, ya'ni boshqacha aytganda kichik bog'lanish energiya holatidan katta bog'lanishli energiya holatiga o'tganda. Atomdagi jarayonlarga qaraganda yadroda jarayonlarda katta energiya talab qilinadi. Atomdan elektron urib chiqarish uchun bir necha o'n elektron volt energiya kerak bo'lsa, yadrodan nuklonni chiqarish uchun bir necha MeV energiya kerak bo'ladi.

Radioaktivlik deb - muqarrar bo'lmagan yadrolarning o'zidan boshqa yadrolar yoki elementar zarrachalar chiqarib yemirilishiga aytiladi, buning xarakterli tomonlardan biri reaksiyaning o'z-o'zidan bo'lishidir (samoproizvolno). Radioaktivlik ikki turga bo'linadi: tabiiy va sun'iy. Tabiiy radioaktivlikni 1896 y. Fransuz fizigi Bekkerel uranda ochgan. Keyinchalik bu xususiyat boshqa og'ir yadroli elementlarga ham xos ekanligi aniqlandi. M: Aktiniy, toriy, poloniy, radiy va boshqa elementlarda. Poloniy va radiy nurlanishni 1898y. Per va Mariya Kyurilar ochgan. Sun'iy radioaktivlik esa yadro reaksiyalari paytidagi nurlanishlarda yuz beradi.

Tabiiy va sun'iy radioaktivlikda prinsipial farq yo'q. Bular uchun umumiy qonuniyatlar o'rinalidir. Radioaktiv nurlanishlar o'z tabiatiga qarab murakkabdir. Nurlanishlarning uchta turi mavjud, ya'ni alfa, beta, gamma nurlanishlar.

1. **Alfa nurlanish.** Bunda yadro alfa zarrachalar chiqarib boshqa yadroga aylanadi. Buni quydagi ko'rinishda tasvirlash mumkin.



X-onalik yadro, Y-bolalik yadro. M: Uranning toriyga aylanishi.

Ona yadro massasi bola yadro va α zarralar massasidan katta bo'ladi (demak energiyalar ham katta). Bu energiyalar farqi alfa zarracha va bola yadro kinetik energiyasiga teng bo'ladi. Reaksiyadan so'ng bola yadro normal ham, uyg'ongan holda ham bo'lishi mumkin. α zarralar elektr va magnit maydonlarida og'adi. α -zarracha zaryadi +e. ga massa soni 4 ga teng. Alfa zarrachalar radioaktiv moddalardan 10000-20000 km/s. tezlik bilan uchib chiqadi. Bu esa 4-9 MeV kinetik energiyaga tengdir. Alfa zarrachalar moddadan o'tganda ularga o'z maydoni bilan ta'sir qilib ionlashtiradi va ikkita elektron qo'shib olib neytral geliy atomiga o'tadi. Alfa zarraning havoda o'tish yo'li 3-9 sm. va ionlashtirish qobiliyati 250000 juft ionga teng. Alfa zarrachalar qalinligi 0,06 mm bo'lgan Al qatlamida yoki 0,12 mm bo'lgan biologik to'qima qatlamida to'la yutiladi.

2. **Betta yemirilish** – bu yadro ichida neytron va protonlarning o'zaro aylanishiga aytiladi. Buning 3 xil turi mavjud.

A) **Elektron yoki betta yemirilish.** Bunda yadrodan betta zaracha (elektron) uchib chiqadi. Betta zarrachaning energiyasi 0-dan E_m gacha. Spektori tutash. Bu esa yadroning diskret energetik holatlardan tashkil topganligi to'g'risidagi tasavvurlarga to'g'ri kelmaydi. Shuning uchun 1932 y Pauli bu holda betta

zarrachalar bilan kichik massali boshqa zarrachalar ham chiqadi degan gipotezani aytdi. Buni Fermi neytrino deb atadi. Keyinchalik aniqlanishicha neytrino betta minus- yemirilishida hosil bo'lar ekan. Betta yemirilishda esa antineytrino hosil bo'lar ekan.

Betta yemirilish sxemasi quydagicha tasvirlanadi.



M: tritiyning geliyga aylanishi

Betta - yemirilish yadro ichida neytronning protonga aylanishida ham bo'ladi

B) **Pzitrionli yoki betta +** yemirilish sxemasi quyidagicha tasvirlanadi:



Yadroda pozitronning neytronga aylanishi ham beta+ yemirilishga kiradi.

V) **Elektron yoki e-ushlab olish** (zaxvat).

Bunda yadro birorta ichki elektronni qabul qilib atomdagi uning protonini neytronga o'tkazadi.



M: Beriliyning litiyga o'tishi.

β - zarrachalar massasi α - zarrachalarnikidan - 7350 marta kichik, o'rtacha tezligi 160000 km/s energiyasi 0,001-10 MeV oralig'ida. Shuning uchun bularning ionlashtirish qobiliyati α zarrachalarnikidan 100 marta kichik. Moddadan o'tish masofasi esa shuncha kattadir. M: Havoda 40 m.gacha Al da 2 sm va biologik to'qimada 6 sm. gacha kiradi.

3. γ - **nurlanish** – chastotasi juda katta (10^{20} Gs). To'liq uzunligi esa juda kichik (10^{-12} m). bo'lgan fotonlar oqimidan iborat bo'lib, energiyasi 1 MeV atrofida. γ -nurlar eng qattiq elektromagnit nurlar bo'lib, rentgen nurlariga o'xshash. Zaryadi nol, tezligi 300000 km/s – c ga teng. Kristaldan o'tganda difraksiyalanadi. γ - nurlar atom yadrosidan chiqadi. γ - nurlar ionlashtirish qobiliyati kichik, u havoda 100 ta (1sm da 1-2 ga juft) ion hosil qiladi. o'tish qobiliyati katta, havoda yuzlab metr. 5 sm qo'rg'oshinda yutiladi va kishi tanasidan bemalol o'tadi. Radioaktiv nurlanish atomlarning elektron qobiqlaridan emas, balki atom yadrosidan chiqadi.

Radioaktiv nurlanish statistik hodisa bo'lib, berilgan nestabil yadro qachon yemirilishini aytish qiyin. Faqat ehtimolligini aytish mumkin. Juda ko'p yadrolar uchun yemirilmagan yadrolarning vaqtdan bog'liqligini ifodalovchi statistik qonunni chiqarish mumkin. Agar dt vaqt ichida dN ta yadro yemirilsa, u holda quyidagini yozish mumkin:

$$dN = -\lambda N dt \quad (5.17)$$

λ - yemirilish doimiysi, turli yadrolar uchun turlicha.

“-“ har doim $dN < 0$ ekanligini, ya'ni yemirilganda radioaktiv moddalir doim kamayib borishi ko'rsatadi. (12.8). ni intepgrallab quyidagini olamiz.

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (5.18)$$

Bu radioaktiv yemirilishning asosiy qonunidir. Amalda λ o'rniga yarim yemirilish davri qo'llaniladi.

T. Yadroning yarim yemirilish uchun ketgan vaqtga **yarim yemirilish davri** deyiladi. λ va T orasidagi bog'lanishni topish uchun (12.8)da $N=N_0/2$ $t=T$ deb olamiz. U holda $N_0/2=N_0e^{-\lambda T}$ yoki $1/2=e^{-\lambda T}$

Aktivlik vaqtga qarab eksponensial qonun bo'yicha kamayib boradi. Aktivlik birligi Bekkerl (Bk).

T. 1Bk deb, 1s.da 1ta yemirilish bo'ladigan manbaning aktivligidir. Sistemadan tashqari va ko'p ishlatiladigan aktivlik birligi. 1Ku (kyuri) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk = $3,7 \cdot 10^{10} \text{c}^{-1}$.

Yana boshqa birlik

1Rf (rufford) = 10^6 Bk. 1Rf = $1/37000$ Ku.

Radioaktiv manba birlik massasining aktivligini xarakterlash uchun - solishtirma massa aktivligi kiritilgan (Bk/kg)

Atom yadrolarini va yadrodagi ichki jarayonlarni o'rganishda juda ham kichik zarrachalar (elektronlar, protonlar. α -zarrachalar va hokazolar) bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Bu mikrozarrachalarni kuzatish va qayd qilish uchun yadro fizikasida asosan quyidagi asboblardan foydalanadi: ionizasion schyotchik, ssintillyasiya schyotchigi, Vilson kamerasi, pufakli kamera, qalin qatlamli fotografiya emulsiyasi va boshqalar.

1. **Ionizasion schyotchik** - bu harakatlanayotgan zaryadlangan mikrozar-racha gazni ionlashtirishida gazda razryad paydo bo'lishini qayd qiladi.

Bu Geyger - Myuller schyotchigi. U shisha ballondan iborat bo'lib, ichi 100 - 200 mm.sm ust. bosimida gaz bilan to'ldirilgan. Kondensatorga yuqori Omli (10 Om) qarshilik orqali kuchlanish beriladi. Agar kondensatorga zaryadlangan zarra uchib kirs, gazni ionlashtiradi va gaz rozryadi vujudga keladi.

Kondensator zanjiridan o'tadigan qisqa muddatli tok, qarshilikda kuchlanishni hosil bo'ladi. Kuchlanishning bunday tebranishi odatdagi radiotexnik usullarda kuchaytiriladi va so'ngra signal lampochkasining chaqnashi yoki elektrotexnik schyotchik strelkasining harakati bilan qayd qilinadi. Bu schyotchik har sekuntda 10000 zarrachani qayd qila oladi.

Ba'zi detektorlar zarrachalarning trayektoriyasini aniqlashda qo'llaniladi. Bularga Vilson kamerasi, diffuzion va pufakchali kameralar shular jumlasidandir.

2. **Vilson kamerasi.** 1912 y Ingliz Vilson ixtiro qilgan. Havoda uchib o'tayotgan mikrozarraga hosil qiladigan ionlarning o'ta to'yingan bug' uchun kondensatsialanish yadrolari bo'lib qolishiga asoslangan.

Bunda havo tajribadagi suv bug'i o'ta to'yingan holatga o'tadi va kameraga silindr devorining yuqqa qismidan o'tib kirgan mikrozarracha hosil qilgan ionlarda kondensatsialanadi. Zarrachalarning butun yo'lini suv tomchilari qoplaydi. Kameraning ichki hajmini yoritib, bu yo'lni - treklarni kuzatish yoki suratga olish mumkin. Trektning ko'rinishiga qarab ionlashtiruvchi zarachaning tabiati to'g'risida fikr yuritish mumkin (masalan elektronning trekti, α - zarrachasidan ingichkaroq va uzunroq bo'ladi).

Zaryadlangan zarralar moddaga tushganda yadrolar va elektronlar bilan ta'sirlashadi, natijada moddaning va zarrachaning holati o'zgaradi. Bunda asosiy mexanizm α, β zarrachalarning moddada ionizasiyon tormozlanishi natijasida

energiyasining bir qismining yo'qolishidir, uning kinetik energiyasi modda atomlarni ionlashga sarf bo'ladi. Modda bilan ta'siri miqdoran 3 ta kattalik bilan aniqlanadi: solishtirma ionizasiya, solishtirma ionizasion yo'qotish, zarrachaning moddadagi yo'li.

T. **Solishtirma ionizasiya** deb zarrachining moddada 1sm yo'l o'tganda hosil qilgan ionlar soniga aytiladi.

T. **Solishtirma ionizasion yo'qotish** (dE/dx) deb zarrachaning 1sm moddada yurganda energiyasining o'zgarishiga aytiladi.

T. **Zarrachaning moddadagi yo'li** (R) deb bu zarrachaning moddada tezligi issiqlik harakati tezligidan katta tezlikda harakatlanadigan masofaga aytiladi.

α - zarrachalarning muhitda bosib o'tgan yo'l solishtirma ionizasiyadan bog'liqdir.

Bitta molekulaning ionlashtirish uchun 3 -4 eV ga yaqin energiya talab qilingani sababli $dE/dx=0,7$ l/. 2,7 MeV/sm oralig'ida bo'ladi.

α - zarrachaning suyuqlikda va to'qimada ya'ni tirik organizmda o'tish yo'li 10 - 100 mkm.ga teng.

Zarrachaning tezligi molekular issiqlik harorati tezligigacha sekinlashgach, u moddada 2 elektron tutib olib, gely atomiga aylanadi.

Ionizasiya va uyg'anish birlamchi jarayonlardir ikkilamchi jarayonlar esa molekulyarkinetik harakat tezligi oshishi, xarakteristik rengen nurlar chiqishi, radiolyuminissensiya, ximik jarayonlardir.

α -zarrachalarning yadro bilan ta'siri, ionizasiya jarayonidan ancha ehtimolligi kamdir.

β - zarrachalar to'qimalarga 10-15 mm kiradi. Suvning 1,1 mm fosfordan ($_{15}^{32}\text{P}$) chiqqan β - nurlarni 2 marta zaiflashtiradi. γ - nurlar moddaga tushganda rentgen nurlariga xos bo'lgan jarayonlarda (kogerent sochilish, Kompton effekt, foteffekt) tashqi elektron - pozitron juftligi hosil bo'ishi, fotoyadroviy reaksiyalar γ -fotonlar atomlarni ionlashtiradi ham.

Ionlashgan zarrachalarning biologik ta'sirlari turlichadir. M: neytrino biologik ta'sir qilmaydi. α - zarrachalar ham to'qimaning yuza qismida to'la yutiladi. Shuning uchun ham uning ta'siri kuchsizdir. Bu zarrachalarning ta'sirida erkin radikallar yoki suvning ximik almashinuvlari (radioliz) va demak OH radikal va vodorod perekis hosil bo'ladi. Biologik sistema molekulari bilan ximik reaksiyaga kirishadi.

Nurlanish kichik dozasi yutilganda katta biologik buzilishlar yuz berishi mumkin. Nurlanish olgan obyektlarning ta'siri nasilga ham o'tadi. Shuning uchun nurlanishdan himoyalanih katta ahamiyatga ega.

Nurlanishning bir xil dozasi hujayraning turli qismlarining sezgirligi turlichadir, nurlanishning ta'siriga hujayralarning yadrosi eng sezgirdir. Bo'linish qobiliyati hujayralarning eng nozik funksiyasi bo'lgani uchun nurlanishda eng avval o'suvchi to'qimalar jarohatlanadi. Demak nurlanish eng avval bola organizmi uchun (embrionologik davridan boshlaboq) xavflidir. Odam va hayvon organizmi doimiy yoka davriy bo'linib turadigan hujayralardan tashkil topgan

to'qimaga, M: oshqozon va ichakning shilimshiq pardasiga, qon hosil qiluvchi to'qimalarga, jinsiy hujayralarga nurlanish halokatli ta'sir qiladi.

Nurlanish ta'sirida o'simtalarni (tishlarni) davolash mumkin.

Radioaktiv izotoplar medesinada 2 maqsadda ishlatiladi: diagnostika va davolashda. Diagnostika uchun nishonlangan atom usulida organizmning ma'lum qismiga izotop kiritiladi va o'sha qismning aktivligi aniqlanadi. M: izotop $^{53}\text{J}^{125}$ yoki $^{53}\text{J}^{131}$ hisoblagich yodning to'planishiga qarab diagnostika qilish mumkin. Xudi shunday izotopni o'simlik ildizlari yaqinidagi tuproqqa suv yoki havoning oqimiga tirik organizm to'qimalariga dvigatel moyiga kiritiladi. So'ngra hisoblagich yordamida kiritilgan izotopning ko'chishi kuzatiladi. Bu kuzatishlar natijalari analiz qilinib tekshirilgan sistemada o'tadigan jarayonlar to'g'risida ma'lumotlar olinadi. (boshqa birorta usul bilan o'rganib bo'lmaydigan). Nishonlangan atomlar qo'llanishi q/x ekinlarining fosforli oziqlanish jarayonini qarash bilan tushuntirish mumkin. Tekshiriladigan $^{15}\text{P}^{32}$ izotopi tuproqqa ildiz osdiga ko'miladi. Shundan so'ng o'simlik davriy ravishda hisoblagich tekshirilib turiladi. Bunda o'simlikning turli qismlaridan chiqadigan nurlanishga qarab fosforning taqsimlanishi haqida ma'lumot olish mumkin. M: fosforning qachon ildiz sistemasiga kirishi, o'simlik ichkarisida qanday tezlik bilan ko'chishi, o'simlikda taqsimlanishi, modda almashinuvida ishtiroki va hokazolar. Bu tekshirishlar odatda radioavtograflash bilan to'ldiriladi. Ya'ni o'simlik kesilib quritiladi va fotografiya plastinkasiga joylashtirib surati olinadi. Fosfor bor joylar qarayadi. Renozariyada esa J izotopi tirik organizmga (odam yoki hayvon) yuborilib kardigrammasi olinadi va buyrakning ish faoliyati o'rganiladi. Nishonlangan atom usuli yordamida q/x ishlab chiqarishi uchun muhim bo'lgan fotosintez, o'g'itlarni rasional ravishda qo'llash, o'simlaklarni turli elementlarni o'zlashtirishi, q/h hayvonlarining ovqatlanishi, sut yog'ini va muskul oqsillarini sintez qilish, suv va suv bug'ining tuproqdagi ko'chishi, hashoratlarning ko'chib yurishi, insektisidlarning (hasharotni o'ldiradigan) ta'siri, avtotraktor detallarining ishqalanadigan qismlarining yemirilishi va boshqalar muvaffaqiyatli o'rgatilmogda.

Radioaktiv izotoplarning to'planishini organizmda gamma - tipograf (stinsigraf) ishlatiladi. Organizmdagi suyuqlik hajmini aniqlashda ham foydalaniladi. M: Qonning qanchaligini aniqlash mumkin. Davolash maqsadida γ - nurlar qo'llaniladi. Manba sifatida CO^{60} ishlatiladi.

T. Nurlangan moddaga berilgan energiyaning shu modda massasining nisbatiga **nurlanish dozasi** (nurlanishning yutilgan dozasi) deyiladi.

Birligi Grey (Gr) – u 1 kg massali nurlangan moddaga 1j ionlovchi nurlanish energiyasi berilishiga teng bo'lgan nurlanish dozasi tengdir.

T. **Nurlanish dozasi quvvati** sekundiga Greylarda (Gr/s) ifodalanadi. Nurlanish dozasi sistemadan tashqari birligi rad. (Radiation Absorbed Dose so'zlarining bosh xarflari) $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gr} = 100 \text{ erg/2}$ quvvatining birligi (rad/s) .

Yutilgan doza tushunchasi tajribada kam foydalaniladi. Amalda jism yutgan dozani nurlanishning uni o'rab turgan hovoga ionlovchi ta'siri bo'yicha baholanadi. Bunda ekspozision doza deyiladi. SI sistemasida birligi (Kl/kg).

Amalda esa rentgen ishlatiladi. Bunday dozada 1m^3 quruq havoning ionlashishi natijasida 0°C va 760 mm.sm.ust. bo'lgan vaqtda har bir ishorasi 1 birl. SGSE ga teng bo'lgan zaryad toshuvchi ionlar hosil bo'ladi.

T. 1r ekspozitsion dozaning $0,001293\text{ g}$ quruq havoda $2,08 \cdot 10^9$ juft ionlar hosil bo'lishiga barobardir, ya'ni $1r = 2,58 \cdot 10^4\text{ KI/kg}$ ekspozision doza quvvatining SI sistemasidagi birligi 1A/kg , sistemadan tashqari $1r/s.$ dir.

Nurlanish va eksozision dozalar o'zaro proporsionaldir $D = S \cdot X$

S - o'tish koeffisienti.

Suv va odam tanasining yumshoq to'qimalari uchun $S = 1$

Nurlanish uchun odamda nurlanish dozasi qancha katta bo'lsa, biologik ta'sir ham shuncha katta bo'ladi. Lekin turli nurlanishlar aynan bir xil yutilgan dozada ham turli xil ta'sir ko'rsatadi.

To'qimalarda yutilgan doza birday bo'lganda berilgan nurlanish turining biologik ta'siri effektivligining rentgen yoki gamma nurlanish effektivligidan necha marta katta ekanligini ko'rsatuvchi S-koefisient sifat koeffasenti deb ataladi. Radiobiologiyada uni nisbiy biologik effektivligi (NTE) deb ataladi.

Yutilgan doza sifat koeffisienti birgalikda ionlanuvchi nurlanishning biologik ta'siri tug'risidagi ma'lumotni beradi. Shuning uchun ko'paytma bu ta'sirning umumiy o'lchami sifatida ishlatiladi va nurlanishning ekvivalent dozasi (N) deyiladi. $N = D \cdot K$

K-o'lchamsiz koeffisient bo'lgani uchun nurlanishning ekvivalent dozasi yutilgan nurlanish ekvivalent dozasi ega bo'lgan o'lchamga ega bo'ladi, ya'ni **zivert** (Z_v) deyiladi.

Sistemadan tashqari birligi BER (biologicheskiy ekvivalent rentgena) $1\text{ ber} = 10^{-2}\text{ Z}_v$.

Tabiiy radioaktiv manbalar (kosmik nurlar, yer bag'ri hamda suv radioaktivligi, odam gavdasi tarkibidan yadrolar radioaktivligi va hokaszolar) taxmina 125 mber ekvivalent dozaga mos fon hosil qiladi.

Nurlaish bilan ish olib boradigan kishilar uchun bir yillik ruxsat etilgan doza 5 ber. o'limga olib boradigan doza 60 ber

Dozometrik asboblarda deb ionlovchi nurlar dozasi o'lchash yoki dozalar bilan bog'langan kattaliklarni aniqlovchi asboblarga aytiladi. Tuzilishi jihattadan ular yadroviy nurlanish detektori va o'lchov qurilmadan iborat bo'ladi. Odatda ular doza yoki doza quvvati birliklarida darajalangan bo'ladi.

Ishlatiladigan detektor turiga qarab, dozimetrlarni ionizasion, lyuminissent, yarim o'tkazgichli, fodozimetrlar va boshqa turlarga ajratiladi.

Rentgen va gamma nurlanishning ekspozision dozasi (quvvatini) o'lchashga mo'ljallangan dozimetrlarga rentgenometrlar deyiladi.

Ularda detektor sifatida ionzasion kamera qo'llaniladi. Kamera zanjirlardan o'tuvchi zaryad ekspozision doza, tok esa uning quvvatiga proporsionaldir. M:MRM-2-mikroengenometrlar DK-0,2-individual dozimetr.

Detektorlari gaz zaryad schetchiklaridan iborat bo'lgan dozimetrlar ham mavjud. Radiaktiv izotoplar aktivligini yoki konsenratsiyasini o'lchash uchun radiometrlar qo'llaniladi.

Radiasion himoyalanishning. uchta turi mavjud, vaqtdan, masofadan va material bilan.

$$X = K \frac{A}{r^2} \cdot t$$

Vaqt qancha ko'p bo'lib, masofa qanchalik kam bo'lsa ekspozision doza shunchalik katta bo'ladi. Material bilan himoyalanishda nur turiga bog'liq. Alfa nurlanishda himoyalanish sodda bo'lib, bir varaq qog'oz yetarlidir. Ammo nafas yo'li va ovqat orqali ham nurlanish mumkin.

Betta nuridan himoyalanish uchun bir necha sm qalinlikdagi alyuminiy, pleksiglas yoki shisha plastinka yetarli.

Neytral nurlanishlar, rentgen va gamma nurlanishlardan himoyalanish murakkabdir. Bulardan ham qiyini neytronlardan himoyalanishdir. Kosmik nurlar 92,9%, protonlar 6,3%, alfa zarrachalardan iboratdir. Birlamchi kosmik nur energiyasi 10^9 eV, Yerga yetib kelganda quvvati 1,5 GeV.

Xulosa

Rezerford tajribalari va Bor pastulatlari kvant fizikasining rivoji uchun katta turtki bo'ldi. Hozirgi davrda issiqlik nurlanishdan tortib rentgen nurlarigacha barcha nurlanishlar shu qonuniyatlar yordamida tushuntiriladi. Ayniqsa rentgen nurlarining ochilishi fanlarning kelajagini belgilaydi desak xato qilmaymiz.

Hozirgi davrda ko'plab kasalliklarning paydo bo'lishi va ularni diagnostika qilish va davolash oddiy usullar bilan bajarish qiyin, shu sababli tibbiyot va veterinariya xodimlari uchun bu nurlanishlardan amalda foydalanish muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda. Lazerlarning ishlatilish sohasiga e'tibor bersak, u shunchalik keng va samarali ularning qaysi sohada ishlatilayotganini emas, balki ishlatilmagan sohalarni sanash osonroqdir..

Radioaktiv nurlarning tirik organizmga ta'siri turlichadir. Normadan ortiqcha ta'sirlar organizm to'qimalarini buzadi. Shuning uchun ekspozision doza va nurlanish dozasi degan tushunchalar kiritilgan. Radiasiyadan himoyalanish ham muhim ahamiyatga ega. Yadro tuzilishi haqidagi ta'limot yaqindagina o'z rivojini topdi. Lekin shunga qaramasdan hozirgi vaqtda yadroda bo'layotgan jarayonlardan amalda keng foydalanilmoqda. Yadroda bo'linish va sintez reaksiyalari kelajak energetikasining asosini tashkil qiladi. Boshqa energiya zahiralari tugab bormoqda.

Radioaktiv nurlardan qishloq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llanilmoqda (urug'larni nurlantirish, stirlizasiya, hayvonlarni davolash va hokazolar).

Sinov savollari

1. Rezerford tajribasining mohiyati nimadan iborat?
2. Balmer formulasi va seriyalarini tushuntiriring ?
3. Bor pastulatlari nimalardan iborat ?
4. Frans-Gers tajribasining mohiyati nimadan aborat?
5. Rentgen nurlari qanday olinadi?
6. Rentgen nurlarining qanday turlarini bilasiz?
7. Rentgen nurlari qanday maqsadlarda ishlatiladi?
8. Lyuminissensiya nima?
9. Lyuminissensiya turlarini tushuntiring.

10. Lyuminissensiyadan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi?
11. Lazerlar turlari, tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirirng?
12. Lazerlardan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi?
13. Radioaktiv zarrachalarni qayd qilishni Atom yadrosi nimalardan tashkil topgan?
14. Bog`lanish energiyasi nimaga teng?
15. Radioaktivlik deb nimaga aytiladi?
16. Radioaktiv yemirilish turlarini tushuntiring.
17. Rentgen va radioaktiv nurlar tirik organizmga qanday ta'sir qiladi?
18. Nishonli atom va ularning ishlatilishi haqida nimalarni bilasiz?
19. Q/X qaysi sohalarida radioaktiv nurlardan foydalaniladi?
20. Radioaktiv nurlardan qanday himoyalaniish mumkin?
21. Radioaktiv nurlarning qanday ekologik ta'siri mavjud?

Laboratoriya ishi № 2

Turli moddalarning konsentratsiyasini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: elektron torozi, piknometr, distirlangan suv solingan idish, turli konsentratsiyali suyuqliklar solingan idishlar, kartoshka, menzurka, termometr.

Ishning qisqacha nazaryasi.

Konsentratsiyasi berilgan eritmada moddani miqdorini ko'rsatadi. Eritmalar deb keng ma'noda, tashqi ko'rinish va ichki tuzilish jihatidan ikki yoki undan ortiq kimyoviy tabiati turlicha moddalardan tashkil topgan bir jinsli tizimlarga aytiladi.

Eritmalar fanda, texnikada va hayotda katta ahamyatga ega. Kimyoviy reaksiyalar eritmalarda intensivroq boradi. Eritmalar qator ishlab chiqarish sohalarida katta rol o'ynaydi: o'g'itlar, o'simlik zararkunandalariga qarshi kurash vositalari, portlovchi moddalar, ko'pchilik dorilar, qog'oz, charm va turli mahsulotlar ishlab chiqarilishi eritmalar bilan bog'liq. Hamma asosiy fiziologik suyuqliklar (qon, linfa, sekretlar, leykositlar, eritrositlar va hokazolar) eritmalaridan iboratdir. Odam va hayvonlarda ovqatni hazm qilish jarayoni ozuqa moddalarni eritmalariga o'tkazishdan iboratdir. O'simliklar yer qatlamidan ozuqa moddalarni faqat eritma holatida qabul qiladi. Eritmalarning konsentratsiyasi odatda eritma og'irligining 100 qismida erigan modda og'irligi miqdorini ko'rsatadi. Eritmada erigan modda konsentratsiyasiga bog'liq holda eritma zichligi o'zgaradi. Zichlik hajm bir birlik qilib olingan eritmaning massasiga son jihatdan teng bo'lgan kattaligidir. Eritma zichligi SI sistemasida kg/m^3 , SGS da g/sm^3 larda o'lchanadi. Eritma zichligini bilgan holda uning konsentratsiyasini aniqlash uchun jadval yoki grafikdan foydalanadi.

Mashq 1. Eritma konsentratsiyasini piknometr yordamida aniqlash.

Piknometr aniq hajmli idish. Piknometr hajmini bilgan holda, uning ichidagi suyuqlik massasini o`lchab, suyuqlik zichligini aniqlash mumkin:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Piknometr hajmi temperaturaga bog`liq holda o`zgarishi mumkin. Shuning uchun bu idishda tekshirilayotgan suyuqlik zichligi distirlangan suv zichligi orqali topiladi. Buning uchun piknometr avval suv bilan, so`ngra tekshirilayotgan suyuqlik bilan uning belgisiga qadar to`ldirilib, massasi o`lchanadi. Agar bo`sh piknometr massasi m , suyuqlik solingan piknometr massasi m_2 , suv solingan piknometr massasi m_1 bo`lsa, piknometrda suyuqlik massasi $m_2 - m$, suvning massasi $m_1 - m$ bo`ladi. Piknometrda solingan suv va suyuqlik hajmlari bir xil bo`lgani uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$\frac{m_1 - m}{\rho_1} = \frac{m_2 - m}{\rho_2} \quad (2)$$

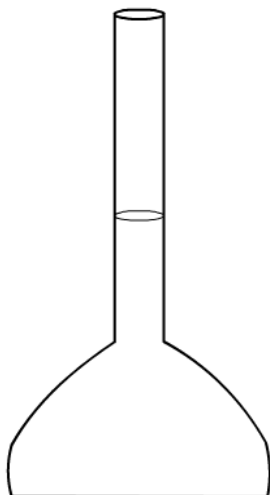
bunda ρ_1 suvning tajriba paytdagi temperatura uchun olingan zichligi (jadvaldan olinadi), ρ_2 suyuqlik zichligidan suyuqlik zichligi uchun quyidagi formulani

keltirib chiqaramiz :

$$\rho_2 = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \cdot \rho_1 \quad (3)$$

Ishni bajarish tartibi.

1. Bo`sh piknometr massasi m aniqlanadi. Piknometr toza va quruq bo`lishiga e`tibor bering.
2. Piknometr bo`ynidagi belgiga qadar distirlangan suv bilan to`ldirilib m_1 massasini o`lchang.
3. Navbat bilan ma`lum konsentratsiyali eritmalar (5%, 10%, 15%, 20% va X% li mis kuporosi eritmaları) solingan piknometrning massasi m_2 aniqlanadi.
4. Suvning temperaturasi o`lchanib, uning zichligi ρ_1 aniqlanadi.
5. (3) formuladan turli konsentratsiyali eritmalarining zichligi hisoblanadi. O`lchash va hisoblash natijalari 1-jadvalga yoziladi.



1 – jadval

T/r	m	m ₁	t	ρ ₁	Konsentratsiya									
					5%		10%		15%		20%		X%	
					m ₂	ρ ₂	m ₂	ρ ₂	m ₂	ρ ₂	m ₂	ρ ₂	m ₂	ρ ₂
1														
2														
3														

6. Absstissa o`qiga konsentratsiyalarni, ordinata o`qiga eritmalarning zichliklarini qo`yib, zichlikning konsentratsiyaga bog`lanish grafigi chiziladi.

7. Grafik yordamida ma`lum zichlikka qarab suyuqlikning noma`lum konsentratsiyasi aniqlanadi

Mashq 2. kartoshkada kraxmal konsentratsiyasini aniqlash.

Kartoshka xalq xo`jaligida oziq-ovqat maxsuloti va xom - ashyo sifatida katta ahamiyatga ega. Kartoshkaning u yoki bu maqsadlarda ishlatilishi undagi kraxmal konsentratsiyasidan bog`liq. Kraxmal konsentratsiyasini aniqlash uchun oldin uning zichligi aniqlanadi va so`ngra 2-jadvaldan konsentratsiya topiladi.

2 – jadval

Zichlik	1,08	1,09	1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16
% Kraxmal	13,9	16	18,2	20,3	22,3	24,3	26,7	28,9	29,2

Ishni bajarish tartibi

1. Kartoshka menzurkaga sig`adigan qilib bo`laklarga bo`linadi.
2. Kartoshkaning har bir bo`lagining massasi tarozida tortilib aniqlanadi.
3. Menzurka yordamida kartoshka hajmi aniqlanadi. Buning uchun menzurkaga biroz suv solinadi va suvning sathi belgilanadi. So`ng kartoshka bo`lakchasi menzurkaga solinadi. Suvning kartoshka solinganda ko`tarilgan balandligi kartoshka bo`lagining hajmiga tengdir
4. O`lchash va hisoblash natijalari 3- jadvalga yoziladi.

3 – jadval

T/r	Kartoshka massasi (m)	Hajmi (V)	Zichligi (ρ)	Kraxmal konsentratsiyasi (n)
1				
2				
3				

Sinov savollari

1. Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi ?
2. Eritma konsentratsiyasi va zichligi orasida qanday bog`lanish bor ?

3. Eritmaning konsentratsiyasi piknometr yordamida qanday aniqlanadi?
4. Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasi qanday aniqlanadi ?
5. Eritmalarning qishloq xo`jaligida qanday ahamiyati bor ?
6. Kraxmal xalq xo`jaligining qaysi sohalarida ishlatiladi ?

Laboratoriya ishi № 7

Matematik mayatnik yordamida jismlarning erkin tushish tezlanishni aniqlash

Kerakli asbob va materiyallar: matematik mayatnik, sekundomer.

Ishning qisqacha nazariyasi

Ma'lum bir fizik kattalik X ning vaqt birligida

$$X = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) \quad (1)$$

qonun bo'yicha o'zgarish jarayoniga shu kattalikning **garmonik tebranishi** deyiladi. Bu formuladagi A - tebranishlar amplitudasi, T - tebranish davri,

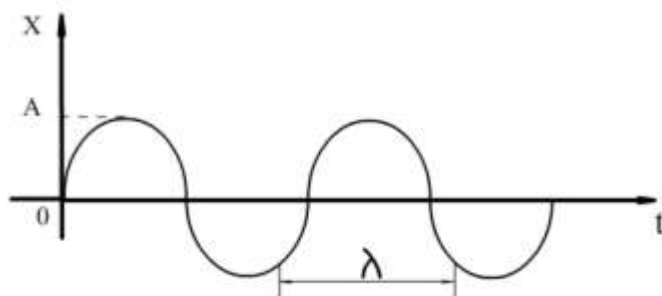
$\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0$ tebranish fazasi, φ_0 boshlang'ich faza. Tebranayotgan jismning muvozanat holatidan eng chetga oqi'shini xarakterlovchi kattalik A ga **amplituda** deyiladi. (1-rasm). Jismning bir to'liq tebranishi uchun ketgan vaqtga **tebranish davri** deyiladi.

Haqiqatdan ham

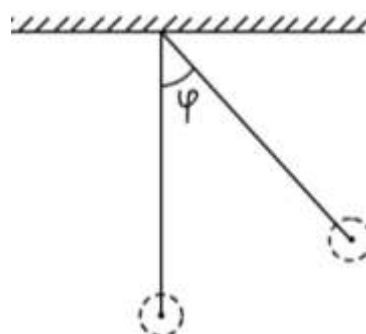
$$X = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = A \sin\left[\frac{2\pi}{T}(t+T) + \varphi_0\right] \quad (2)$$

Bunda $t=T$ bo'lganda bir marta to'liq tebranish sodir bo'ladi. Chunki sinusning argumenti 4π ga tengdir. Bu vaqtda tebranish amplitudasi A X ning katta (maksimal) qiymati bo'ladi. Shuning uchun $t=0$ da φ_0 ga boshlang'ich faza

deyiladi. $\frac{2\pi}{T} = \omega$ bo'lib, bu davriy (siklik) chastota deyiladi. Garmonik tebranishning chastotasi deb vaqt birligi ichidagi tebranishlar soniga aytiladi



1 – rasm



2 – rasm

Bir tomoni berkitilgan yumshoq va cho'zilmaydigan ipga osilgan moddiy nuqtaga matematik mayatnik deyiladi.

Ma'lumki, matematik mayatnikning osilgan nuqtaga nisbatan inersiya momenti

$$I = m\ell^2 \quad (3)$$

formula bilan aniqlanadi. T - ning qiymatini fizik mayatnikning tebranish davri formulasiga (4)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{mg \cos \varphi}} \quad (4)$$

qo'yamiz, u holda (5)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{mgl}} \quad (5)$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, matematik mayatnikning tebranish davri uning massasiga bog'liq emas. (5) formula faqatgina og'ish burchagi kichik bo'lgan matematik mayatnik tebranishi uchun qo'llaniladi. Istalgan og'ish burchagi uchun (5) formula quyidagi ko'rinishga ega

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \varphi\right) \quad (6)$$

Hisoblash murakkab bo'lmasligi uchun tajribada og'ish burchagini 13^0 - 15^0 deb olinadi va (5) formuladan foydalaniladi.

Asbobning tuzilishi: Asbob uchta oyoqqa o'rnatilgan shkalali taxtadan iborat bo'lib, taxtaning yuqori qismida mayatnik ipini osish uchun gorizont taxta maxkamlangan. Matematik mayatnikning uzunligi shu gorizont taxtaga o'rnatilgan g'altak yordamida o'zgartiriladi va vertikal taxta shkalasi bilan o'lchanadi. Mayatnikning ma'lum bir uzunligi tanlangandan keyin g'altak gorizont taxtaga maxkam o'rnatiladi. Agar mayatnikning 2 ta uzunligiga to'g'ri keluvchi davrlarini topmoqchi bo'lsak (5) formulaga binoan quyidagini yozish mumkin:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (7)$$

Ikkinchi hol uchun

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad (8)$$

U holda erkin tushish tezlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g = \frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (9)$$

Demak, yer tortish kuchi tezlanishini topish uchun 2 xil uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranish davrini (T_1 va T_2) va ular uzunliklarining farqini ($l_1 - l_2$) bilish kifoya ekan.

Ishni bajarish tartibi.

1. Taxtadagi belgilar yordamida mayatnikning uzunligini o'lchab oling. Matematik mayatnik muvozanat holatidan 10^0 – 15^0 burchakka og'iriladi, bir qo'lda mayatnikni ikkinchi qo'lda sekudomer ushlab turilib, ikkalasi bir vaqtda harakatga keltiriladi. 30-40 to'liq tebranishlarni sanab, ketgan t_1 – vaqtni sekundlarda aniqlab olinadi. Shu vaqt ichida n ta tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish davri

$$T_1 = \frac{t_1}{n_1} \quad (10)$$

formuladan aniqlanadi.

2. Mayatnik ipi o'ralgan g'altak aylantirilib, uning dastlabki holatiga 10 sm qo'shiladi. Shundan keyin xuddi yuqoridagidek tebranishlar soni n_2 va t_2 ga ketgan vaqt o'lchanadi va ℓ_2 uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri

$$T_2 = \frac{t_2}{n_2} \quad (11)$$

formuladan topiladi. Tajriba kamida 3-4 marta takrorlanadi. Mayatnik uchun quyidagi qiymatlar tavsiya etiladi $\ell_1=40,60,80$ sm, $\ell_2=50, 70, 90$ sm olingan natijalar 1-jadvalga yoziladi va tegishli hisoblashlar o'tkaziladi.

1-jadval

T/r	ℓ_1	t_1	N	T_1	ℓ_2	t_2	T_2	g	g_{or}	Δg	Δg_{or}	$\frac{\Delta g_{or}}{g_{or}} \cdot 100\%$
1												
2												
3												

Sinov savollari.

1. Garmonik tebranishlar va uning tenglamasi.
2. Garmonik tebranishni xarakterlovchi asosiy fizik kattaliklar (amplituda, chastota, davr, faza) .
3. Matematik mayatnikning asosiy tenglamasini yozing va tushuntiring.
4. Erkin va majburiy tebranishlar haqida tushuncha bering.
5. Matematik mayatnik harakatida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishini izohlab bering .
6. Tebranishlarning qishloq xo'jaligida qanday ahamiyati bor?

§ 1.6 Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash.

Mashg'ulotning maqsadi: tovush haqida ma'lumotlarga ega bo'lish, tovushning fizik va fiziologik xossalari bilan tanishish, tovushning havoda tarqalish tezligini tajribada aniqlash.

Ish rejasi:

1. Tajribani o'tkazish qurilmasi bilan tanishish.
2. Tovush tezligini turli chastotalarda o'lchash.
3. Tovush tezligini o'lchashning mohiyatini i'rganish.

Kerakli asbob va jihozlar: qo'zg'aluvchi porshenli shisha nay, telefon, tovush nurlagichi, ossillograf, qabul qiluvchi qurilma.

Ishning qisqacha nazariyasi

Agar elastik muhitning biror joyida zarrachalar tebratilsa, u holda zarrachalarning o'zaro ta'sirlanishi natijasida bu tebranishlar muhitda biror tezlik bilan tarqala boshlaydi. Tebranishning elastik muhitda bunday tarqalish jarayoni **to'lqin** deyiladi. To'lqin tarqalayotgan muhitning zarrachalari to'lqin bilan birga ko'chmaydi, ular faqat o'z muvozanati atrofida tebranib turadi. Agar muhit zarrachalarining tebranishi to'lqin tarqalishi yo'nalishiga normal bo'lsa, bunday to'lqinlar **ko'ndalang to'lqinlar** deyiladi. Bo'ylama to'lqinda muhitning zarrachalari to'lqin tarqalayotgan yo'nalish bo'ylab tebranadi. Mexanik ko'ndalang to'lqinlar faqat siljish qarshiligiga ega bo'lgan muhitda vujudga kelishi mumkin. Shuning uchun suyuqlik va gazlarda faqat bo'ylama to'lqinlar tarqaladi. Qattiq jismlarda esa ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar tarqaladi. X - o'qi bo'ylab tarqalayotgan yassi to'lqin tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$Y = A \cos \omega \left(t - \frac{X}{g} \right) \quad (1)$$

bunda X-manbadan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa, x/g - tebranishning manbadan bu nuqttagacha yetib kelishi uchun ketgan vaqt, A - tebranish amplitudasi,

g - to'lqining tezligi.

To'lqinning bir davr ichida o'tgan masofasi to'lqin uzunligi deyiladi.

$$\lambda = g \cdot T \quad (2)$$

Agar T - ni $\frac{1}{\nu}$ bilan (ν - tebranish chastotasi) almashtirsak (2) ni quyidagicha

$$\varphi = 2\pi \left(\frac{1}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = \omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \quad (3)$$

yoza olamiz va $\lambda = g \cdot T$ larni (1) ga qo'yib, to'lqin tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$Y_1 = A \cos \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{X}{g} \right) = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{X}{gT} \right)$$

yoki

$$Y_1 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{X}{\lambda} \right) \quad (4)$$

(-X) yo'nalishida tarqalayotgan to'lqin tenglamasi esa quyidagicha bo'ladi:

$$Y_2 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{X}{\lambda} \right) \quad (4^1)$$

Kosinusning argumentiga to'lqin fazasi deyiladi va φ bilan belgilanadi. Agar muhitda bir vaqtning o'zida chastotalari bir xil bo'lgan bir necha to'lqin tarqalayotgan bo'lsa, interferensiya hodisasi kuzatiladi. Bir - biriga qarab yo'nalgan to'lqinlar qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan to'lqin bilan undan qaytgan to'lqin bir-biriga qo'shilganda turg'un to'lqin hosil bo'ladi. Turg'in to'lqin tenglamasini topish uchun (4) va (4¹) larni qo'shamiz .

$$Y = Y_1 + Y_2 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{X}{\lambda} \right) + A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{X}{\lambda} \right)$$

Bu ifodani kosinuslar yig'indisi formulasiga asosan o'zgartirsak

$$Y = 2A \cos 2\pi \frac{X}{\lambda} \cos \omega t$$

hosil bo'ladi. Bu turg'un to'lqin tenglamasidan ko'rinib turibdiki, to'lqinning har bir nuqtasida uchrashayotgan to'lqinlarning chastotasiga teng chastotali tebranishlar sodir bo'lar ekan. Bu tebranishlarning amplitudasi B esa X siljishga bog'liqdir:

$$B = 2A \cos 2\pi \frac{X}{\lambda} \quad 2\lambda \frac{X}{\lambda} = t \cdot n \cdot \pi \quad (6)$$

tenglikni qanoatlantiruvchi nuqtalarda tebranishlar amplitudasi maksimal yangi qiymatga erishadi. Bu nuqtalar turg'un to'lqin do'ngliklar deyiladi.

$$X_{do'ng} = \pm n \frac{\lambda}{2} \quad 2\pi \frac{X}{\lambda} = \pm (n + \frac{1}{2})\pi \quad (7)$$

Tenglikni qanoatlantiruvchi nuqtalarda tebranish amplitudasi nolga aylanadi. Bu nuqtalar turg'un to'lqinning tugunlari deyiladi, uning koordinatalari

$$X_{turg'} = \pm (2\pi + 1) \frac{\lambda}{2}$$

(7) va (8) formulalardan ko'rinadiki, qo'shni do'ngliklar orasidagi masofa $-\lambda/2$ ga teng bo'lib, to'lqin uzunligi deyiladi. $X_{turg'} = \lambda/2$

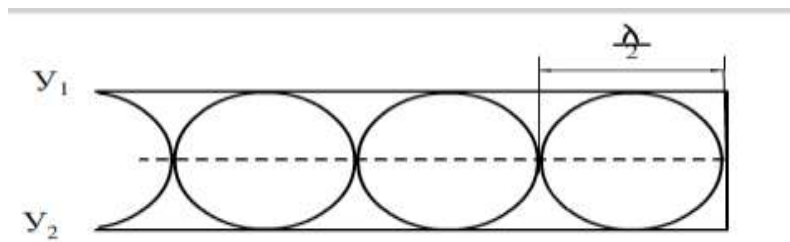
Akustik rezonans.

Agar qisqa muddatda ta'sir etgan tashqi kuchdan so'ng sistema faqat ichki kuchlar ta'sirida tebranayotgan bo'lsa, bunday tebranish erkin tebranish deyiladi. Agar sistemaga davriy o'zgaruvchan tashqi kuch doimo ta'sir etib tursa, tebranishlar majburiy tebranishlar deyiladi. Tebranish chastotasi esa xususiy tebranish chastotasi deyiladi. Tashqi kuchning o'zgarish chastotasi sistemaning xususiy tebranish chastotasiga yaqin bo'lsa, tebranish amplitudasi o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Bu hodisa mexanik rezonans hodisasi deyiladi.

Silindrik naydagi havo ustunida tovushning nayning oxirdagi to'siqdan ko'p marta qaytishi natijasida aniq chastotali erkin tebranishlar, ya'ni turg'un to'lqinlar hosil bo'ladi. Xususiy tebranish chastotasi havo ustunining uzunligi bilan aniqlanadi. Tebranish chastotasi to'lqin uzunligi orqali ifodalanadi.

$$\omega = \frac{2\pi\nu}{\lambda}$$

Havo ustunida majburiy tebranish hosil qilish uchun tovushni uzluksiz chiqarib turadigan manba bo'lishi kerak. Bu tovush chastotasi havo ustunining xususiy tebranish chastotalaridan biriga teng bo'lganda amplitudasi katta bo'lgan turg'un to'lqin hosil bo'ladi. Bu hodisaga akustik rezonans deyiladi. Bir tomoni ochiq, ikkinchi tomoni elastik porshen bilan berkitilgan trubkaning havo ustunida turg'un to'lqin hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Manba qisqa muddatda tovush chiqarsa yuguruvchi to'lqinni sinusida kesmasi bilan ifodalash mumkin. 1- rasmda tushayotgan y_1 – to'lqin ifodalangan.



1a – rasm

1a – rasmda tushayotgan toʻlqindan (yaʼni y_1 toʻlqindan) qolgan toʻlqin va porshendan qaytgan y_2 toʻlqin ifodalangan. Rasmda faqat qaytgan y_2 toʻlqin ifodalangan. 1b – rasmda esa y_2 toʻlqin trubkaning ochiq uchidan qaytib y_3 toʻlqin hosil qiladi. y_2 va y_3 toʻlqinlarining qoʻshilishidan turgʻun toʻlqin hosil boʻladi. Trubkaning ochiq uchidan qaytishda toʻlqinning fazasi oʻzgarmaydi (chunki toʻlqin zichligi kichik muhitdan qaytayapti). Shuning uchun nayning ochiq uchida turgʻun toʻlqin doʻngligi hosil boʻladi. Porshendan qaytganda esa toʻlqin fazasi φ ga oʻzgaradi (zichroq muhit boʻlgani uchun) va toʻlqin uzunligi yarim toʻlqin uzunligini yoʻqotadi. Natijada porshen yaqinida toʻlqin tuguni hosil boʻladi.

Keyingi tugunlar porshendan $\frac{\lambda}{2}, 2\frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2}, \dots, n\frac{\lambda}{2}$ masofalarda, doʻngliklar esa

$\frac{\lambda}{4}, 3\frac{\lambda}{4}, 5\frac{\lambda}{4}, 7\frac{\lambda}{4}, \dots$ masofalarda hosil boʻladi. Agar havo ustuni shunday tanlab

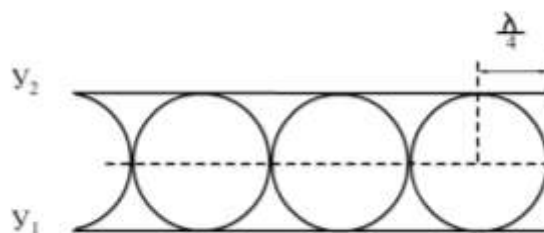
olinsaki, unga yarim toʻlqinlarning butun soni toʻgʻri kelsa, yaʼni $h = n\frac{\lambda}{2}$ boʻlsa,

barqaror turgʻun toʻlqin hosil boʻlmaydi, chunki bir-birini almashtiruvchi turgʻun toʻlqinlar turli koʻrinishga ega boʻlib oʻzgarib turadi. Havo ustuni L ga chorak

toʻlqinlarning toq soni toʻgʻri kelsa $L = (2n + 1)\frac{\lambda}{4}$ boʻlsa, u holda $y_1 + y_2$ turgʻun

toʻlqin nayning ochiq uchida doʻnglik porshen yaqinida esa tugun hosil qiladi.

Ulardan keyin hosil boʻlgan $y_3 + y_2$ toʻlqinlarning koʻrinishi huddi $y_1 + y_2$ toʻlqini kabi boʻladi (1b-rasm)



1b – rasm

Bir tomonga yoʻnalgan y_1, y_3, y_5 – toʻlqinlarning fazasi hamma nuqtalarda bir xil boʻladi, unga qarama – qarshi yoʻnalgan y_2, y_4, y_6 toʻlqinlar ham bir xil fazaga ega. Shuning uchun natijaviy toʻlqin amplitudasi bu toʻlqinlar amplitudalarining yigʻindisiga teng boʻladi, yaʼni:

$$A_{o'ng} = a_1 + a_3 + a_5 + \dots$$

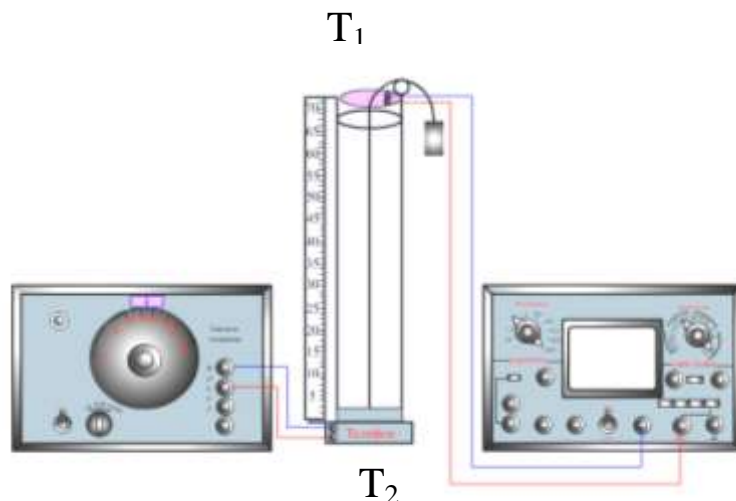
$$A_{chap} = a_2 + a_4 + a_6 + \dots$$

Ularning yig'indisi katta bo'lgan turg'un to'lqin hosil qiladi

$$A_{\text{turg}} = 2A_{\text{chap}}$$

Havoning nay devoriga ishqalanishi va tovushning nurlanishi natijasida energiya kamayib boradi, turg'un to'lqin amplitudasi kamayib, tebranish so'nib boradi $\alpha_1 > \alpha_3 > \alpha_5$, y_2, y_3 qo'shilib turadi. Bu berilayotgan energiya yo'qolayotgan energiyaga teng bo'lib qolgan, tebranishlar o'zgarmas amplituda bilan davom etaveradi. Bu hodisa akustik rezonansdir.

Asbobning tuzilishi va ishlash usuli: Asbob qo'zg'aluvchi porshenli naydan, tovush nurlagichi hamda T_1 va T_2 telefonlardan iboratdir.



2 – rasm

Telefonlar tovush manbai va qabul qilgich sifatida foydalaniladi. Tovush nurlagichi telefon membranasini aniq chastotasi bilan tebrantiradi. Tovush to'lqinining uzunligi λ , bunda $\varrho = \lambda \cdot \nu$. Akustik rezonansni kuzatish uchun porshenni surish bilan havo ustunini shunday tanlab olish kerakki, unga chorak to'lqinlarining toq soni to'g'ri kelsin. Bu vaqtda tovush manbaining chastotasi xususiy tebranish chastotasiga teng bo'ladi va tovushning kuchayishini sezamiz. Agar porshenni nayning ochiq uchidan yuqoriga sursak, tovushning birinchi kuchayishi $L_1 = \frac{\lambda}{4}$, keyingilari $L_3 = 3\frac{\lambda}{4}$, $L_5 = 5\frac{\lambda}{4}$ va hokazo masofalarda kuzatiladi. Ikkita ketma-ket kuchayishlar orasidagi masofa $\frac{\lambda}{2}$ ga teng. Bu ishdan maqsad tovush to'lqinining uzunligi λ – ni aniqlab, undan tovush tezligi ϱ – ni hisoblashdir. Tebranish chastotasi tovush nurlagichidan olinadi. To'lqin uzunligini tovush kuchsiz eshitilgan nuqtalarda ham aniqlash mumkin. Ikkita tovush kuchsiz eshitilgan nuqta orasidagi masofa ham $\frac{\lambda}{2}$ bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tovush nurlagichi zanjirga ulanadi va chiqish kuchlanishining surgichi tovush intensivligi eng katta bo'lgan holatga qo'yiladi.

- Ish uchun kerak bo'lgan chastota tanlab olinadi (1000, 2000, 3000 Gs). Buning uchun nurlagich shkalasining kattasini 1000 Gs soniga, diapazonlar burchagi esa 0-5 kGs ga qo'yiladi.
- Harakatlanuvchi porshenni bir tomonga surish bilan tovush maksimal eshitilgan vaqtdagi porshenning holati aniqlanadi. Chizg'ich yordamida birinchi maksimum uchun havo ustunining uzunligi L_1 (nayning ochiq uchidan porshengacha bo'lgan masofa) yozib olinadi. Shu tarzda ikkinchi, uchinchi va undan keyingi maksimumlar uchun tegishli havo ustunining uzunliklari L_2, L_3, L_4, \dots aniqlanadi.
- Ikki qo'shni maksimumlar orasidagi $L_2 - L_1$ masofa yoki $L_3 - L_2$ va hokazo yarim to'lqi uzunligiga teng, ya'ni $L_n - L_{n-1} = \frac{\lambda}{2}$, bundan λ - ni hisoblar berilgan chastota uchun uning o'rtacha qiymati topiladi.
- Yuqoridagi tajriba 2000 va 3000 Gs chastotalar uchun ham bajarilib, to'lqin uzunligi va uning o'rtacha qiymati aniqlanadi.
- Tovush tezligining xona temperaturasidagi qiymati har bir chastota uchun $\mathcal{G} = \lambda \cdot \nu$ formuladan aniqlanadi va ulardan o'rtacha qiymat topiladi.

$$\mathcal{G}_{o'r} = \frac{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2 + \mathcal{G}_3}{3}$$

- Tovushning 0°C dagi tezligi $\mathcal{G}_0 = \frac{\mathcal{G}}{\sqrt{1 + 0.004t}}$ formuladan aniqlanadi, bunda

t – xona temperaturasi. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi

1 – jadval

T/r	ν, Gs	L_1	L_2	λ	\mathcal{G}	$\mathcal{G}_{o'r}$	$\Delta\mathcal{G}$	$\Delta\mathcal{G}_{o'r}$	$\frac{\Delta\mathcal{G}_{o'r}}{\mathcal{G}_{o'r}} \cdot 100\%$
1	1000								
2	2000								
3	3000								

Sinov savollari

- To'lqin deb nimaga aytiladi? To'lqin tenglamasini yozing.
- To'lqinning tarqalish tezligi va to'lqin uzunligi orasidagi bog'lanish qanday?
- Turg'un to'lqin nima? Turg'un to'lqin hosil bo'lish jarayoni va tenglamasini tushuntiring. Erkin va majburiy tebranishlar nima?
- Shovqin nima? Uning tirik organizm uchun qanday ahamiyati bor?
- Tovush qattiqligi, intensivligi. Eshitish sohasi.
- Ultratovushdan amalda foydalanish.
- Tovush qishloq xo'jaligining qaysi sohalarida ishlatiladi?

Labaratoriya ishi № 10

Mavzu: Stoks usuli bilan suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.

Ishning maqsadi: Suyuqlik ichida jismlarning harakati bilan bogliq bo'lgan hodisalarni kuzatish va ichki ishqalanish koeffitsiyentni aniqlash.

Kerakli asbob va jihozlar: Balandligi 40-50 sm bo'lgan shisha silindr, sekundomer, 0.5-1 mm radiusli po'lat sharcha, mikrometr, o'lchov chizgichi, tekshirilayotgan suyuqlik, pinset, cho'mich.

Qisqacha nazariya

Ma'lumki suyuqlik molekulalarning zichligi gaz molekulalarnikiga qaraganda bir necha barobar katta. Molekulalar orasidagi masofa taxminan bitta molekula diametriga teng bo'ladi, deb faraz qilish mumkin. Binobarin, suyuqlik molekulalari gazlarniki kabi erkin harakat qila olmaydi. Ular qo'shni molekulalar orasida tebranma harakat qilib, "o'troq" xayot kechiradi, vaqti – vaqti bilan tartibsiz ravishda o'z o'rinlarini o'zgartirib turadi. Suyuqlik molekulalarining bunday tabiati ichki ishqalanish hodisasiga ham ta'sir qiladi. Suyuqliklarda ichki ishqalanish vaqti-vaqti bilan o'z o'rnini o'zgartirib, bir qatlamdan ikkinchi qatlamga impul's olib o'tadigan molekulalar hisobiga sodir bo'ladi. Molekulalarning bunday "sakrab" o'tishi kamroq sodir bo'lgani uchun suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyenti gazlarnikiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Past temperaturalarda, ayniqsa, bu farq sezilarlidir. Temperatura ko'tarilishi bilan "sakrab" o'z holatini o'zgartiradigan molekulalarning soni ortadi. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti temperatura oshishi bilan tez kamayadi. Tezliklari har-xil bo'lgan ikki qo'shni qatlam orasidagi ishqalanish kuchi:

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S, \quad (1)$$

bunda η - ichki ishqalanish koeffitsiyenti, $\frac{dv}{dx}$ -tezlik gradiyenti, S- ishqalanish kuchi ta'sir qilayotgan qatlam yuzi, minus ishora kuch, impul'sining kamayishini tomonga yo'nalganligini ko'rsatadi. Yuqorida ko'rsatilgan m – massali suyuqlik ishqalanish koeffitsiyentidan tashqari uning hajm birligidagi nisbati bilan belgilanadigan kinematik ishqalanish koeffitsiyenti ham ishlatiladi, u quyidagicha yoziladi.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentlari viskozimetrlar yordami bilan o'lchanadi. Shuningdek, ishqalanish bilan bogliq bo'lgan yana bir necha usullardan foydalanib ichki ishqalanish koeffitsiyenti tajribada aniqlash mumkin. Ulardan biri kichik sharchalarning suyuqliklardagi harakatiga asoslanadi. Ma'lumki sharcha suyuqlikda vertikal harakatlansa, unga bir vaqtning o'zida uchta kuch ta'sir qiladi. Sharchaning ogirlik kuchi R, Arximed kuchi F_A va suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi F_{ishk} teng ta'sir etuvchi kuch bu kuchlarning vektor yigindisiga teng.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishk} \quad (3)$$

Harakat yo'nalishidagi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi (1-rasm)

$$F = P - (F_A + F_{ushk}) \quad (4)$$

bilan mos tushadi. Harakat boshida $P > F_A + F_{ishq}$ bo'lib, jism tezlanuvchan harakat qiladi. Sharchaning tezligi orta borgan sari ishqalanish kuchi orta boradi. Bu kuch Stoks qonuni asosida aniqlanadi. Suyuqlikda xarakatlanayotgan shar shaklidagi jismlar uchun suyuqlikning qarshilik kuchi xarakat tezligiga, shar radiusiga va suyuqlikning ishqalanish koeffitsiyentiga proporsional.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishq}$$

$$F = P - (F_A + F_{ishq}) = 0$$

$$F_{ishq} = 6\pi\eta v r \quad (5)$$

Harakat yo'nalishidagi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi (1-rasm)

$$P - (F_A + F_{ishq}) = 0 \quad (6)$$

Shu vaqtdan boshlab sharchaning tezligi o'zgarmay qoladi, u to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Bunday harakat kiladi. Bunday harakat ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash imkoniyatini beradi (6) tenglikga Arximed kuch

$$F_A = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_c g$$

ogirlik kuchi $P = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_u g$

va Stoks kuchi (5) qiymatlarni qo'yib ichki ishqalanish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2}{9}(\rho_u - \rho_c) \frac{gr^2}{v} = \frac{1}{18}(\rho_u - \rho_c) \frac{gd^2}{v} \quad (7)$$

bu yerda r-sharchaning radiusi, ρ_c va ρ_u mos ravishda suyuqlik va sharcha materialining zichliklari, d-sharchaning diametri.

Sharcha l masofani vaqtda bosib o'tsa, uning o'zgarmas tezligi $v = \frac{l}{t}$

bo'ladi, u holda (9) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{1}{18}(\rho_u - \rho_c) \frac{gd^2 t}{l} C d^2 \cdot t \quad (8)$$

bu yerda $C = \frac{1}{18}(\rho_u - \rho_c) \frac{g}{l} \quad (9)$

O'lchash natijalarni hisoblash

1. Shisha idish devorlarga qo'yilgan belgilar orasidagi masofa cho'zgich yordamida o'lchanadi, sharcha va suyuqlikning zichligi qurilmadan yozib olinadi.
2. (11) ifodadan muayyan tajribaga bogliq doimiy "S" hisoblanadi.

3. Suyuqlikka tushiriladigan sharchaning diametri 0.01mm aniqlikda o'lchanadi, bu sharcha pinsent yordamida mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin holatda tashlanadi.
4. Sharchaning suyuqlikdagi belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti aniqlanadi.
5. Tajriba 8-10 ta sharcha uchun takrorlanadi.
6. (10) ifodadan ichki ishqalanish koefitsiyenti hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

№	$l,$ M	$d,$ M	$t,$ c	$\eta,$ $\frac{kg}{c \cdot M}$	$\bar{\eta},$ $\frac{kg}{c \cdot M}$	$\Delta\eta,$ $\frac{kg}{c \cdot M}$	$\Delta\bar{\eta},$ $\frac{kg}{c \cdot M}$	$\frac{\Delta\eta}{\eta} \cdot 100\%$

9. $\delta = \frac{\bar{\eta} - \eta_{Ж}}{\eta_{Ж}} \cdot 100\%$ ifodadan tajriba xatoligi hisoblanadi. $\eta_{Ж}$ - ichki ishqalanish koefitsiyentining jadvaldan olingan qiymati.

SINOV SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish koefitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Ichki ishqalanish koefitsiyentini aniqlashda
3. Stoks usulining mohiyatini tushintiring.
4. (10) formulani keltirib chiqaring.
5. Ichki ishqalanish koefitsiyentini qanday parametr ga bogliq?
6. Yopishqoqlik koefitsientining tirik organism uchun ahamiyati.
7. Yopishqoqlik koefitsientining temperaturadan bog`liqligi.

Laboratoriya ishi № 14

Suyuqlikning sirt taranglik kuchini tomchi usuli bilan aniqlash

Asbob uskunalar: Shtativ, bir uchi ingichka byuretk, qisqich, stakan, tekshirilayotgan suyuqlik, tarozi, sekundomer.

QISQACHA NAZARIYA

Suyuqliklarda molekularning tortishish kuchlari va molekularning xarakatchanligi sirt taranglik kuchlarining namoyon bo'lishiga bogliq.

Suyuqlik ichida bitta molekulaga unga qo'shni bo'lgan molekular tomonidan ta'sir qiladigan tortishish kuchlari o'zaro kompensatsiyalanadi. Suyuqlikning sirtida joylashgan va qanday molekulalar suyuqlik ichida joylashgan molekular bilan tortishib turadi.

Bu kuchlar ta'sirida molekular suyuqlik sirtidan suyuqlik ichiga kiradi va suyuqlik sirtidagi molekular soni suyuqlikning erkin sirti shu sharoitda mumkin bo'lgan minimal qiymatlarga erishmaguncha kamayib boradi. Shu xajmdagi jismlar ichida minimal sirtni shar egallaydi. Shuning uchun boshqa kuchlar bo'lmaganda yoki

ular hisobga olinmas darajada kichik bo'lganda suyuqlik sirt taranglik kuchlari ta'sirida shar shaklini oladi. Suyuqlik erkin sirtining qisqarish hossasiga asosan suyuqlik, go'yoki qisqarish intiluvchi yupqa chizilgan elastik plyonka bilan toplangandek ko'rinadi. Suyuqlikning sirti bo'ylab bu sirtini chegaralovchi chiziqqa perpendikulyar holda ta'sir qiluvchi va bu sirtini minimumgacha qisqartirishga intiluvchi kuch sirt taranglik kuchi deyiladi.

I – uzunlikdagi sirt qatlami chegarasiga ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchi modulining shu uzunlikka nisbati uzunlikka bogliq bo'lmagan o'zgarmas kattalikdir. Bu kattalik sirt taranglik koeffitsiyenti deyiladi va grek xarfi «sigma» bilan belgilanadi.

$$G = \frac{F_T}{l} \quad (1).$$

Sirt taranglik koeffitsiyenti metriga N'yuton $\left[\frac{H}{M} \right]$ bilan ifodalanadi. Agar suyuqlik molekularining qattiq jism sirtiga tortishish kuchlari kichik bo'lsa u holda suyuqlik qatlamining sirti qo'llanadi. Agar suyuq va qattiq jism molekularining o'zaro ta'sir kuchlari suyuqlik molekulari orasidagi o'zaro tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, u holda suyuqlik qattiq jism sirtini qo'llamaydi.

Pastki uchi ingichka nayda (1 - rasm) suyuqlik sekin oqib chiqayotganda tomchilar hosil bo'lishiga sabab sirt taranglik kuchi bir tomchini hosil qiluvchi va uni tushirmasdan ushlab turuvchi kuchlarni bilsak, tekshirilayotgan sirt taranglik koeffitsiyenti G aniqlash mumkin.

Kapilyar naychadan tomchi uzilgan paytida sirt taranglik kuchi ogirlik kuchiga teng bo'ladi:

$$P = F_T; \quad P = m_T g; \quad F_T = Gl = T2\pi R; \quad l = 2\pi R; \quad m_T g = G2\pi R \quad (2)$$

bu yerda: m_T – tomchi massasi

R – naycha radiusi.

Bu formuladan sirt taranglik koeffitsiyenti aniqlanadi.

$$G = \frac{m_T g}{2\pi R} \quad (3).$$

Ishni bajarish tartibi

1. Naychaga suv solinadi va kran yordami bilan 1 tomchi/sek tezlikka erishiladi.
2. Shisha stakanni tarozi yordami massasi aniqlanadi. Kapillyarni radiusi o'lchanadi. Natijalar I – jadvalga yoziladi.
3. Shisha stakanga $n = 20$ tomchi tomizilib suvli stakanning massasiga m_0 tarozi bilan o'lchanadi. Tajriba kamida 4 marta takrorlanadi va bitta tomchining massasi aniqlanadi. $m_n = \frac{m_{cy6}}{n}$ (4) $m_{cy6} = m_0 - m_{cm}$ (5). (3)

formula yordamida sirt taranglik koeffitsiyenti aniqlanadi.

4. Jadval qiymatlari bilan solishtirilib nisbiy xato topiladi

$$\eta = \frac{|\sigma_{\text{жсд}} - \sigma_{\text{аман}}|}{\sigma_{\text{жсд}}} 100\% \quad (4)$$

m_{cm}	R	$2\pi R$	m	$m_{cy\theta} = m - m_{cm}$	n	$m_n = m_{cy\theta} / n$	σ_a	$\sigma_{\text{жс}}$	η

Sinov savvollari.

1. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Sirt taranglikni keltirib chiqaruvchi sabablarni tushuntiring?
3. Sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlovchi formulani keltirib chiqaring.
4. Kapillyarlik hodisaning mohiyati va ahamiyatini tushuntiring.
5. Ho`llash va ho`llamsslik hodisalarining ahamiyati.
6. Jyuren, Laplas formulalarini tushuntiring.

Laboratoriya ishi № 23

Termoparani darajalash.

Kerakli asbob va jihozlar: termopara, galvanometr, elektroplitka, 2 ta suvli idish, termometr.

Ishning qisqacha nazaryasi

Ilmiy ishlarda texnologik jarayonlarni kuzatishda turli – tuman jismlarning temperaturasi o`lchashga to`g`ri keladi. Hozirgi zamonda o`lchanadigan temperatura oralig`i juda keng, ya`ni “absolyut nol”ga yaqin temperaturadan bir necha ming graduslargacha. Keyingi vaqtlarda temperaturani o`lchash uchun juda ko`p hollarda elektr termometrlari ishlatilmoqda. Buning sababi asosan quyidagilardan iborat:

1. Elektr termometrlari juda keng o`lchash chegarasiga ega.
2. Elektr termometrlari masofadan turib, ya`ni jismga tegmasdan temperaturasi o`lchashi mumkin.
3. Bu termometrlar texnologik jarayonlarni avtomatik ravishda tekshirish imkoniyatiga ega.
4. Juda kichik ob`yektlar temperaturasi o`lchash qobiliyatiga ega (masalan, to`qimaning temperaturasi o`lchash mumkin).

Past va o`rta temperaturalarni o`lchash uchun kontant metodiga asoslangan termoqarshilik va termoparalardan foydalaniladi. Bularning ichida platinali termoqarshiliklar va kvarts termoo`zgartirgichlar juda katta yuqori o`lchash aniqlikka ega. Yuqori temperaturalarni o`lchashda asbob temperaturasi o`lchanadigan moddadan chiqadigan energiya hisobiga ishlaydi va bularning aniqligi unchalik yuqori emas

Bu laboratoriya ishida termoelektrik termometr – termopara ishi bilan tanishiladi. Termoelektrik hodisalar (Zeebek, Pel`te va Tomson hodisalari) o`tkazgichlarning issiqlik va elektr jarayonlar orasidagi bog`lanishiga asoslangan.

Termoelektr yurituvchi kuchning (termo EYUK) mavjudligini 1821-yili Nemis fizigi Zeebek aniqladi. Bu hodisa quyidagidan iborat: turli jismlardan tuzilgan yopiq konturda ular kontaktlarining temperaturalari turlicha bo'lganda termo EYUK vujudga keladi. Bunda zanjirda termo tok paydo bo'ladi.

1834-yili Fransuz fizigi Pel'te turli metallardan tuzilgan zanjirdan tok o'tganda shu ikki metall kontaktida Joul issiqligidan tashqari qo'shimcha issiqlik ajralib chiqishini va tok yo'nalishi o'zgarsa issiqlik yutilishini aniqladi. Bunga Pel'te issiqligi ham deyiladi. Pel'te hodisasi Zeebek hodisasining teskarisidir. Tajribalarning ko'rsatishicha Pel'te issiqligi kontaktdan o'tuvchi zaryad miqdoriga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$Q_n = \Pi \cdot q = \Pi I t \quad (1)$$

bunda Π - Pel'te koeffitsiyenti, t - temperatura.

Tomson effekti esa bir jinsli o'tkazgich bir jinslimas isitilganda va undan elektr toki o'tganda yuz beradi. Agar tok o'tayotgan o'tkazgichda temperaturalar farqi $\Delta T = T_2 - T_1$ yuzaga kelsa, u holda o'tkazgichdan Joul issiqligidan tashqari issiqlik (tokning yo'nalishiga qarab) chiqadi yoki yutiladi. Bunga Tomson issiqligi deyiladi.

$$Q_t = K_t (T_2 - T_1) I t \quad (2)$$

bunda K_t - material tabiatiga bog'liq bo'lgan doimiy kattalik, ya'ni Tomson koeffitsiyentidir.

Termopara deb 2 ta turli materialdan kavsharlangan tizimga aytiladi. Metallar: bular kristallik jismlar bo'lib, ularning fazoviy panjarasi musbat ionlardan tuzilgan va ular oralig'ida o'z atomlaridan ajralgan elektronlar mavjud. Bu elektronlar metall ichida elektr kuchlari ta'sirida saqlanib turilib, erkin harakatlanadi. Elektronni metalldan chiqarish uchun ma'lum A ish bajarilishi kerak, bunga **chiqish ishi** deyiladi. Agar 2 metall bir-biriga tekkizilsa tartibsiz harakatlanayotgan elektronlar bir metalldan ikkinchisiga turli miqdorlarda o'tishi mumkin. Chegarani birlik vaqt ichida kesib o'tuvchi elektronlar soni chiqish ishi A va birlik hajmdagi elektronlar konsentratsiyasidan (n) bog'liq.

Turli metallar uchun chiqish ishi A va konsentratsiya n turlichadir. Shuning uchun chegaradan o'tuvchi elektronlar soni qaysi metallda chiqish ishi kichik va elektronlar soni katta bo'lsa, shuncha ko'p bo'ladi. Elektronlar soni ko'p bo'lgan metall manfiy zaryadlanib, elektronlarni yo'qotgan metall esa musbat zaryadlanib qoladi.

Elektronlarning keyingi o'tishiga qarshilik qiluvchi maydon yuzaga keladi. Ana shu hosil bo'lgan potentsiallar farqiga kontant potentsiallar ayirmasi deyiladi. Buning qiymati metall xususiyatidan va kontaktdagi temperaturadan bog'liq bo'ladi. Agarda termoparaning kavsharlangan uchining temperaturasi T_2 erkin uchlarining temperaturasi T_1 dan farqli bo'lsa termopara uchlarida termo EYUK hosil bo'ladi.

$$E = \alpha (T_2 - T_1) = \alpha \Delta T \quad (3)$$

Bunda α - termopara materiali tabiatiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, solishtirma termo EYUK deyiladi.

$$\alpha = \frac{k}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}$$

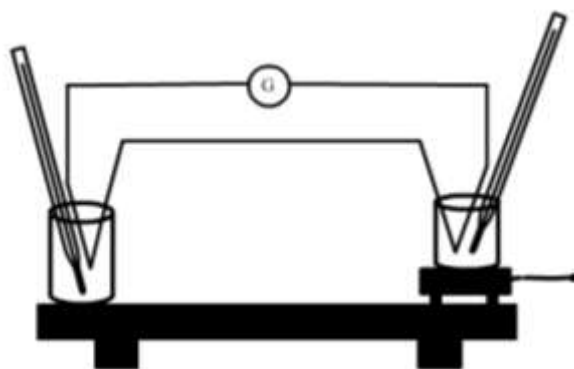
bunda k – Boltsman doimiysi, e – elektron zaryadi n_1 va n_2 1- va 2 metallardagi elektronlar konsentrasiyasi. Demak α – termoparalar farqi bir gradus bo`lganda hosil bo`ladigan EYUK ekan.

Shunday qilib, termo EYUK termopara uchlaridagi temperaturalar farqiga proporsional ekan. Ana shunga asosan termopara yordamida temperatura o`lchanadi. Buning uchun termopara oldindan darajalanadi. Darajalash natijasi termo EYUK ning temperaturaga bog`liq grafigi yoki jadval shaklida beriladi.

$$E = f(\Delta T)$$

Qurilmaning tavsifi

Bu laboratoriya ishida termo EYuKning temperaturaga bog`liqligi konstantan - mis termoparasi uchun o`rganiladi. Konstantan o`tkazgich uchlariga galvanometr ulangan. Termoparaning A kavsharlangan uchiga suvli idishga tushiriladi va elektroplitka yordamida isitiladi. Termoparaning B kavsharlangan uchi esa sovuq suvga solinib doimo birday saqlanib turiladi. Ikkala idishga ham termometr qo`yiladi.



Ishni bajarish tartibi

1. Idishlarga menzurka yordamida 150 ml dan suv oling.
2. 1-rasm asosida qurilma tuzing.
3. A va B idishlardagi temperaturalar T_2 va T_1 ni tekshiring. Bu holda ikkalasida ham temperatura bir - xil bo`lib, galvanometr nolni ko`rsatishi kerak.
4. Elektroplitka 2 ni tok manbaiga ulab A idishdagi suvni isiting.
5. A idishdagi temperaturani aniqlab T_2 bilan belgilang.
6. Galvanometr yordamida termo EYUK ni aniqlang.
7. Tajribani temperatura har 10°C oshganda takrorlang. Tajriba $T_2 = 80^{\circ}\text{C}$ bo`lgunga qadar davom ettiriladi. Olingan natijalarni jadvalga yozib boring.
8. Olingan natijalar asosida $E = f(T_2 - T_1) = f(\Delta T)$ grafik tuzing.

Abssissa o`qiga ΔT ni ordinata o`qiga esa termo EYUK E ni qo`ying grafikdagi chiziqning og`ishiga qarab (α) ni, ya'ni solishtirma termo EYUK ni aniqlang. Buning uchun grafikda kordinatadan ancha uzoqlikda bo`lgan nuqtani tanlab, uning kordinatalardagi proyeksiyalari E_t va ΔT larni aniqlab olib, $\alpha = E_t / \Delta T$ formula yordamida α hisoblang.

1-jadval

T/r	T_1	T_2	$\Delta T = T_2 - T_1$	E	α

1					
2					
3					
4					

Sinov savollari

1. Kontakt potentsiallar ayirmasining hosil bo`lish sabablarini tushuntiring.
2. Termoparalarda temperaturani o`lchashning odatdagi termometrlardan qanday afzalliklari bor?
3. Termoelementlarning ishlatilish sohaslarini asoslang.
4. Nima uchun termopara kontaktlarida temperatura bir xil bo`lsa, termo EYUK nolga teng bo`ladi?
5. Zeebek, Pel'te va Tomson effektlarini tushuntiring.

Laboratoriya ishi №33

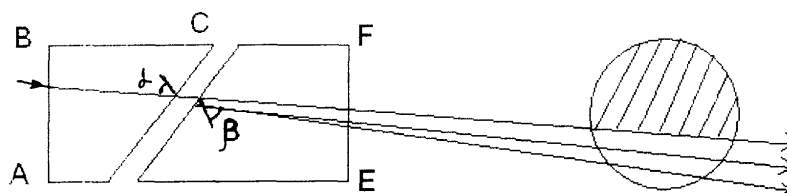
Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko`rsatkichini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: Abbe Refraktometri, tekshiriladigan suyuqliklar to`plami.

Ishning qisqacha nazariyasi

Muhitning sindirish ko`rsatkichini o`lchash uchun xizmat qiladigan asboblarga refraktometr deyiladi. Bu ishda Abbe refraktometridan foydalanadi.

Abbe refraktometri miqdorlari uncha ko`p bo`lmagan suyuqliklarning sindirish ko`rsatkichlarini aniqlash uchun qo`llaniladi. Refraktometrning ishlash usuli tiniq suyuqliklarda sinish burchagining chegaraviy qiymatidan foydalanishga asoslangan. Agar yorug`lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga o`tayotgan bo`lsa, normalga nisbatan tushuvchi nur hosil qilgan nurlar dastasining burchagi ma`lum qiymatga yetganda, yorug`lik dastasining butunlay zich muhit ichiga qaytishi to`la **ichki qaytish hodisasi** deyiladi. Shu paytda tushish burchagi chegaraviy yoki limit burchagi deyiladi. Refraktometrning asosiy qismi o`zaro oshiq-moshiq (sharnir) bilan birlashtirilgan ikkita to`g`ri burchakli prizma kesimlaridan iborat (1-rasm). Prizmalar orasiga tekshiriladigan suyuqlikdan 1-2 tomchi tomozilib, yuqorigi prizma tushurilsa. suyuqlik yupqa qatlam hosil qilib yoyilib ketadi. Yotuvchi prizmaning AC sirti xira qilib yasalgan.



1-rasm

Tiniq suyuqlikning sindirish ko`rsatkichini aniqlash uchun yorug`lik nuri yotuvchi prizmaning AB qirrasiga yo`naltiriladi. Bu nur prizmadan o`tib xiralashtirilgan AC

prizmaga tushadi va hamma tomonga sochiladi. Natijada prizmalar orasidagi suyuqlik qatlamida sochilgan nur sirtga nur turli burchak hosil qilib tushadi. Ular ichiga 90^0 nurning prizmadagi sinish burchagi eng katta bo'lib, unga sinish burchagining chegaraviy qiymati deyiladi. Agar o'lchov prizmaning FE qirrasidagi o'tuvchi nur yo'lga ko'rish trubasi yoki ekran qo'yilsa ko'rish maydonida ikki soha ko'rinadi: ularning biri yorug' ikkinchisi qorong'i soha bo'ladi. Bu ikki sohani chegaraviy sinish burchigiga ega bo'lgan nur ajratib turadi (1-rasm). Nurning suyuqlikdan, o'lchov prizmasiga o'tish uchun sinish qonuni quyidagicha bajariladi.

$$\frac{\sin d}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (1)$$

Bunda n_1 – shishaning havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichi.

n_2 – suyuqlikning havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichi.

α – suyuqlikdan nurning tushish burchagi.

β – shisha prizmadan nurning sinish burchagi.

Tushish burchagi $\alpha = 90^0$ bo'lganda $\beta \leq \gamma$ (chegaraviy burchak) bo'lib, (1) formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{1}{\sin \varphi} = \frac{n_1}{n_2}$$

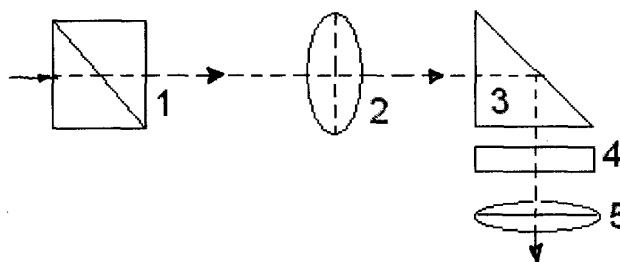
Bundan

$$n_2 = n \sin \varphi \quad (2)$$

Shishaning sindirish ko'rsatkichi n_1 o'zgarmas son bo'lib, (2) dan suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n_2 , chegaraviy burchakka bog'liq bo'lar ekan. Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n_2 qancha katta bo'lsa, chegaraviy burchagi shunga katta bo'ladi. Natijada yorug'-qorong'i soha chegarasi shuncha balandda bo'ladi. Prizmaning sindirish ko'rsatkichi n_2 ni bilgan holda, tajribadan chegaraviy burchak ni aniqlab, (2) formuladan suyuqlik sindirish ko'rsatkichi n_2 ni hisoblash mumkin, lekin tajribada ni o'lchash qiyin boladi, bu esa (2) formuladan foydalanishda qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun refraktometr asbobida sindirish ko'rsatkichlari bo'yicha darajalangan shkala o'rnatilgan. Shkalada qorong'i sohani ajratuvchi chegaraga to'g'ri kelgan son qiymati, olingan suyuqlikning sindirish ko'rsatkichiga teng bo'ladi.

Asbobning tuzilishi

Refraktometr "IRF-22" sindirish ko'rsatkichlari 1,3 dan 1,7 gacha bo'lgan suyuqliklarining o'rtacha sindirish ko'rsatkichini 10^{-8} gacha aniqlikda o'lchash uchun xizmat qiladi. Asbobning optik sxemasi 2-rasmida ko'rsatilgan.



2-rasm

1. Ikkita prizmadan tashkil topgan kompensator. Kompensator prizmalari shunday joylashtirilganki, ularning dispersiyasi suyuqlik va refraktometr hosil qilgan dispersiyasini suyuqlik va refraktometr hosil qilgan dispersiyani kompensatsiyalaydi.
2. linzalar sistemasi bo'lib, yorug'lik kompensator orqali o'tganda u parallel oqim hosil qiladi.
3. yorug'lik nurini 90^0 ga burib, to'la ichki qaytishni hosil qiluvchi prizma.
4. sindirish ko'rsatkichlari bo'yicha darajalangan shkala. Ko'rish trubasining okulyari bo'lib, uning fokal tekisligida vazir chizig'i beriladi.

Ishni bajarish tartibi

1. O'lchov qopqog'ining yuqori yarim shari ko'tariladi.
2. O'lchov prizmasining sirtiga shisha tayoqcha yoki tomizg'ich yordamida tekshiriladigan suyuqlikdan bir necha tomchi tomizilib, ehtiyotlik bilan qopqog yopiladi.
3. Refraktometrning yorituvchi ko'zgusi shunday o'rnatilganki, o'lchov qopqog'ining yuqori qismida manbadan chiqib, oyna orqali o'tuvchi nur yoritiluvchi prizмага tushsin va ko'rish maydonini bir tekis yoritsin.
4. Ko'rish trubasining okulyaridan kuzatib, asbobning chap tomonida joylashgan maxovikni burash bilan yorug' va soya chegarasi aniqlanadi.
5. O'ng tomonda joylashgan maxovikni aylantirish bilan ko'rish maydonidagi chegara qismidagi rang yo'qotiladi.
6. Keyin yana chap maxovik yordamida bo'lingan joy chegarasi bilan to'rning krest chizig'i aniq bir – biriga moslashtiriladi va sindirish ko'rsatkichi uchun shkaladagi soya olinadi.
7. Har bir suyuqlik uchun yuqoridagi o'lchash tartiblari amalga oshirilib, uchta o'lchashning o'rtacha qiymati olinadi.
8. Ikkinchi suyuqlikni tekshirayotanda birinchi suyuqlik yumshoq latta bilan artiladi. Ishni bajarib bo'lgandan so'ng prizmalar yaxshilab ajratiladi.
9. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

1-jadval

№	1-suyuqlik		2-suyuqlik		3-suyuqlik		4-suyuqlik	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
1								
2								
3								

Sinov savollari

1. Abbe refraktometrining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosini tushuntiring.
3. To'la ichki qaytish deb nimaga aytiladi va u qanday hollarda kuzatiladi?
4. (2) formulani keltirib chiqaring.
5. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

6. Refraktometr nima?
7. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi.
8. Sindirish ko'rsatkichi nima?
9. Sindirish ko'rsatkichining konsenratsiyaga bog'liqligi.
10. Refraktometrning ishlash prinsipini tushuntiring.

Masalalar

1. Massasi 10 kg sentrafuga rotori diametri 0,5 m diskdan iborat. Disk chetiga urinma bo'ylab 100 N kuch ta'sir qiladi. Kuch ta'siri boshlangandan qancha vaqt o'tgach rotor 200 ayl/sek marta aylanishini aniqlang.
2. G'alla yanchish mashinasi barabani shunday aylanmoqdaki, uning aylanishlar soni vaqtdan $n = A + Bt^2$, $A = 4c^{-1}$ $B = 2c^{-3}$ $t = 10c$ $n = ?$ bog'liqligi tenglama shaklida bo'lsin.
3. MSA – 10 markali don o'rgich valining aylanish tezligi 10 s da 60 grd/s dan 102 grad/s gacha o'zgaradi. Harakatni tekis tezlanuvchan deb hisoblab, aylanma tezlanishni va shu vaqt ichidagi to'la aylanishlar sonini toping.
4. Chorvachilik fermalarida elektr dvigatel yordamida harakatga keltiriladigan nasoslar o'rnatiladi. Agarda fermaga bir sutkada 50 000 l suv zarur bo'ladigan bo'lsa va u sutkada 10 soat ishlasa, 10 m chuqurlikdan tortib olinayotgan suv bilan fermani ta'minlash uchun nasosni harakatga keltiruvchi dvigatelning quvvati qancha bo'lishi zarur. Foydali ish koeffitsienti 50%.
5. OSISH – 5 markazdan qochirma suv nasosi valining aylanish chastotasi 1410 ayl/min. Motor quvvati 0,6 kVt bo'lsa, aylantiruvchi momentni toping.
6. Inersiya momenti 20 kg m² bo'lgan don yanchuvchi baraban 1200 ayl/min tezlik bilan aylanmoqda. Aylantiruvchi moment olingandan so'ng baraban 3 min 20 s dan so'ng to'xtaydi. Barabanga ta'sir qiluvchi tormozlovchi momentni aniqlang.
7. Elektr toki uzilgach "Ural-3" separatori barabanining aylanish chastotsini 9000 ayl/min dan 4200 ayl/min gacha kamaytirishda ishqalanish kuchlari 80,52 kJ ish bajargan bo'lsa, barabanning inersiya momentini toping.
8. Agar 100 m masofani sportchi 10 s da 740 Vt foydali quvvat rivojlantirib yugurgan bo'lsa, u o'rtacha qancha kuch sarflangan.
9. 160 N nagruzkada muskulning izotopik qisqarish tezligi 1,6 sm/s. Muskulning qisqarish fazasida rivojlantiradigan mexanik quvvatni aniqlang.
10. Pichan o'ruvchi KUF-1,8 markali mashinaning maydalagichi barabani 900 ayl/min chastota bilan aylanadi. Barabanni ichi bo'sh silindr hisoblab uning kinetik energiyasini aniqlang. Uning massasi 1300 kg va diametri 600 mm.
11. Massasi 0,5 kg va diametri 40 sm bo'lgan disk, 1500 ayl/smin tezlik bilan aylanmoqda. Uni tormozlaganda 20 s dan so'ng to'xtaydi. Tormozlovchi momentni aniqlang.
12. Simobli monometrda 47 g simob bor. Monometrda simobning xususiy tebranishlar davrini aniqlang. Monometr aylanasing ichki diametri 4 mm.

13. Suvga qo'yilgan manba to'liq uzunligi $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ bo'lgan ultratovushni hosil qiladi. Suvdan chiqadigan tovushning to'liq uzunligi qancha bo'ladi. Suv va havo temperaturasini 20°C deb hisoblang.
14. Ultratovush bilan davolovchi veterinar apparati VUT-7 intensivligi $0,6 \text{ Vt/sm}^2$ bo'lgan ultratovush tebranishlarini hosil qilmoqda. Agar nurlatgich yuzasi 6 mm^2 bo'lsa, 5 minutda qoramol tanasiga qancha energiya o'tadi.
15. Molxonada shovqin 60dB dan oshmasligi kerak. Agar KTU-10 em tarqatgich ishlayotganda tovush 100dB gacha ohsa tovush intensivligi necha marta ko'payganini toping.
16. Organizm to'qimalaridagi potologik o'zgarishlarni ultratovush yordamida diognostika qilish vaqtida qaytuvchi signal nurlanishdan $5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ dan keyin qabul qilingan. Qanday chuqurlikda to'qimalarda bir jinslilik buzilganligini aniqlang.
17. Veterinariyada sigirlarning mastitini davolashda 880 kGs chastotali va intinsivligi $0,9 \text{ Vt/sm}^2$ bo'lgan ultratovushdan foydalanishgan. Agar to'qimalar yutilish koefitsenti $0,2 \text{ sm}^{-1}$ bo'lsa, 10 sm chuqurlikda ultratovush intinsivligi qanday bo'ladi?
18. Chastotasi 1 MGs li ultratovushning suvda so'nish koefitsenti $0,01 \text{ m}^{-1}$ manbadan 70 m masofa ultratovush intinsivligi necha marta kamayadi.
19. 2 sm uzunlikda to'liqqa sozlangan rezonatorga yaqinlashganda unda tebranishlar qo'zg'atish uchun chastotasi 16 kGs bo'lgan tovush manbai qanday tezlikda ega bo'lishi kerak? Tovush tezligini 340 m/s deb olingan.
20. Vt/sm^2 intensivlikdagi ultratovush bilan nurlangan organizm to'qimasining 2 sm chuqurlikdagi bosimning amplituda qiymati (atm.larda) aniqlangan. To'qimasining yutish koefitsenti $0,19 \text{ sm}^{-2}$ zichligini esa $1,06 \text{ g/sm}^3$ deb oling.
21. 3 mm qalinlikdagi faneradan tovush o'tganda uning intensivligi 10 marta kamayaadi. 12 sm qalinlikdagi faneradan o'tgan tovushning intensivligi qancha bo'ladi? Faner yuziga tushayotgan tovush intensivligi 10^{-4} Vt/m^2 .
22. Ko'chadagi shovqin 80 dB ga teng. Bunday shovqin mollarning fiziologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, masalan, suti kamayadi. Molxonada shovqin 60 dB dan kam bo'lishi uchun shovqin intensivligini necha marta kamaytirish zarur?
23. Yuzi 70 mm^2 bo'lgan nog'ora pardasiga $10-15 \text{ Vt/sm}^2$ intensivlikdagi tovush energiyasining 74% tushadigan bo'lsa, diametri 6 sm bo'lgan stetoskop varonkasiga kiradigan yurak tonlarining intensivligini aniqlang.
24. Kran yordamida trubaning gorizantal qismida suvning tezligi 10 sm/s gacha oshiriladi. Bu holda suvning truba devorlariga bosimi necha marta kamayadi?
25. Hayvonlarning suv bilan davolashda ishlatiladigan Sharka dushida bosimi 4 atm gacha bo'lishi mumkin. Bunday dush uchun ishlatiladigan idishda suyuqlik sirtining dush teshiklariga nisbatan balandligi qanday bo'lishi kerak?

26. Fermalarda suv bilan taminlovchi gorizantal trubaning keng joyida suv 0.6 m/s tezlikda ega. Agar trubaning keng va tor joyida bosimlar farqi 3.3 kPa bo'lsa tor joyida suvning tezligini toping.
27. Og'irligi havoda 78 g, suvda 68 g bo'lgan jism sirka kislotaga botirilganda 67.3 g og'irlikga ega. Sirka kislotaning zichligini toping.
28. Naycha uchining diametri 2 mm bo'lgan tomizgich asbob yordamida olingan 35 tomchi kana kunjut moyining massasi qancha bo'ladi?
29. DAS-21 sut sog'ish apparatidagi trubada bosim 40 kPa ga kamaytirildi. Agarda 550 litr sutni trubaning bir qismidan ikkinchi qismiga ko'chirishda ishqalanishni engish uchun 25 kJ energiya sarflanadigan bo'lsa, trubaning ikkinchi uchida bosim qancha?
30. Diametri 8 mm va uzunligi 0.3 m bo'lgan it kapelyarining uchlaridagi bosimlar farqi 800 paskal bo'lsa, kapilyar orqali 1 soatda qancha bosimda qon o'tadi?
31. Sutdan qaymoq olishda diametri 2 mkm bo'lgan moy zarralari harakatining tezligini aniqlang. Sutning zichligi 1.034 gr/sm^3 , moyniki esa 0.94 gr/sm^3 . Sutning yopishqoqligi 0.01 gr ga teng deb olingan.
32. Diametri 8 mkm va uzunligi 0.7 sm bo'lgan kapilyarlardagi qon oqimiga ko'rsatiladigan qarshilikni aniqlang.
33. Cho'chqaxonalardan suyuq go'ngni chiqarishga mo'ljallangan UN -10 nasos qurilmasi 1 soatga 10 m^3 go'ngni dalaga qo'yadi. Agar gorizantal trubaning uchlaridagi bosimlar farqi 30 kPa bo'lsa, trubadagi ishqalanishni engish uchun qancha ish bajariladi?
34. Gorizantal trubaning biror joyida ko'ndalang kesim yuzadan suv 1 m/s tezlik bilan oqayotgan bo'lsa, ikkichi qism yuzasi birinchisidan ikki marta kam bo'lgan shu qismlardagi bosimlar farqini aniqlang.
35. Sigirning qonida normal holatda eritrositlar o'tirish tezligi 0.7mm/soat bo'ladi. Yallig'lanish tufayli eritrositlar bir-biriga yopishib qoladi va ularning effektiv diametri oshadi. Bunda SOE 40 mm/soat bo'lsa, sigirning qonidagi eritrositlar uyushmalarining diametrini tiping.
36. Hayvonlardagi nafas olish yo'llarini davolash uchun ishlatiladigan XII apparati dorilarni ayzozollar shaklida purkatadi. Yuqori dispersiyali aerozol diametri 5 mkm va zichligi $1.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan aerozollarning 20°C temperaturadagi o'rtacha kvadratik tezligini aniqlang.
37. Qoramollarning normal temperaturasi 37°C . Kasal bo'lishi tufayli temperatura 39°C ga ko'rsatilgan. Bunda qon zarralarining o'rtacha kvadrat tezligi qanchaga oshgan?
38. Efir $(S_2N_5)_2O$ bug'lari molekullarning o'rtacha kvadrat tezligi 323 m/s bo'lsa, temperaturasi qancha bo'ladi?
39. Qanday temperaturada konsentratsiyasi $2.4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ bo'lgan gazning bosimi 116 kPa bo'ladi?
40. Normal holatdagi 1 sm^3 hajmdagi gaz molekullarining harakat energiyasi nimaga teng?

41. Hajmi 3l bosimi 0.9 atm bo'lgan ikki atomli gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasini aniqlang?
42. Hajmi 1litr bo'lgan kolbada normal sharoitda azot gazi bor. Kolbadagi hamma molekularinig o'rtacha kinetik energiyasini aniqlang.
43. Kislorod va azot(1) oksidni ideal gazlar deb hisoblab, ularning C_p va C_v solishtirma issiqlik sig'irlarini hisoblang.
44. Ikki atomli gazning o'zgarmas bosimdagi va o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'irlarining farqi 263 J/KGK ga teng. Bu gazning molekulyar massasini toping.
45. Gazning molyar og'irligi $16 \cdot 10^{-3} J/mol$ va $x = 1.33$ ga teng, o'zgarmas bosim va hajmdagi solishtirma issiqlik sig'irlarini aniqlang.
46. Solishtirma issiqlik sig'irliri $C_v = 0.75 \text{ kal/g.grad.}$ va $C_p = 1.25 \text{ kal/g.grad}$ bo'lgan gazning molyar og'irligini aniqlang.
47. 2 kg suvni bug'latib hosil bo'lgan bug'ni 150°C gacha isitiladi. Shu bug'dagi suv molekularining harakati to'la kinetik energiyasini aniqlang.
48. Zichligi $1,62 \cdot 10^{-4} \text{ g/sm}^3$, bosim 1 atm va temperaturasi 27°C bo'lgan gazning molyar og'irligini aniqlang.
49. 18°C temperaturadagi balonda $2,4 \cdot 10^{26}$ ta molekula bor. Shu balondagi hamma molekularning harakat kinetik energiyasini aniqlang.
50. Hajmi 30 l bo'lgan avtoklavda 0,3 kg suv bor. Agarda avtoklavdagi hamma suv 200°C da bug'ga aylangan bo'lsa, u holda bug'ning bosimi nimaga teng.
51. Massasi 42 gr bo'lgan gaz normal sharoitda 220 l hajmni egallaydi. Bu qanaqa gaz.
52. Hajmi $0,2 \text{ m}^3$ bo'lgan idishda massasi 0,8 kg va temperaturasi 60°C bo'lgan qancha kislorod mavjud.
53. Itning har bir nafas chiqarishi hajmi 300 ml bo'lsa, u nafas chiqargan havo tarkibida qancha dona karbonat angidrid molekulari mavjud? Havo temperaturasi 37°C va bosimi 780 mm.sm.ust. ga teng.
54. Kislorod yostig'idagi gazning yarmini chiqarib yuborildi. Hodisani adiabatik deb hisoblab, gazning oxirgi bosim va temperaturasini aniqlang. Yostiqdagi dastlabki bosim 1,5 atm. temperaturasi 20°C ga teng.
55. Normal sharoitda havoning zichligi $0,00129 \text{ g/sm}^3$ Bosim 740 mm.sm.ust. ga teng bo'lganda ham zichlik shunday qolishi uchun havoning temperaturasi qanday bo'lishi kerak.
56. Temperaturasi 18°C bosim 0,05 atm va hajmi $0,1 \text{ m}^3$ bo'lgan idishda qancha dona metan molekular bor? Bu molekular qanday issiqlik harakat energiyasiga ega.
57. Hajmi 2000 m^3 bo'lgan cho'chqaxonadagi ammiak gazining massasi 37,5 kg. Temperatura 13°S bo'lganda karbon (II) oksidi ammiak gazining normal bosimni hisoblang.
58. Temperatkrasi 37°C bo'lgan 500 ml nafas chiqarilgan havoda 45.5 mg karbonat angdirid gazi bor. Shu gazning normal bosimini aniqlang.

59. Temperaturasi 28°C va bosimi $100 \text{ kg}/\text{sm}^2$ bo'lgan kislorod gazining zichligini aniqlang.
60. Massa 44g temperaturasi 10°C va hajmi 2 litr bo'lgan karbonat angdrid gazining bosimini aniqlang. Hisoblashlar; a) Mendaliev-Klayperon tenglamasiga asoslingan. V) Van-der-Vaals tenglamasiga asosan bajarilsin.
61. Odamning sig'imi 4.8 litrli o'pkalarida teperaturasi 37°C porsial bosimi 40 mm. sm.ust ga teng bo'lgan karbonit angdirid gazidan qancha gramm bo'ladi?
62. It qonidagi havo pufagining diametri 0.04 mm . Shu pufakda havo qanday bosimga ega? Atmosfera bosimi 750 mm. sm. ust It qonining sirt taranglik koeffitsenti $60 \text{ dina}/\text{sm}$.
63. Diametri 200 mkm bo'lgan kapilyarda siydik 138 mm balandlikka ko'tariladi. Siydikning sirt taranglik koeffitsenti qancha?
64. Tuproqdagi kapilyar diametri 600 mkm bo'lsa suv shu tuproqdagi kapilyarda qancha balandlikka ko'tariladi.
65. Suvli keng idishga kapilyar naycha tushirilgan, undagi suvning sathi idishdagi suvning sathidan 2 mm balandda bo'ladi. Kapillyar naychaning ichki radiusi 0.5mm ga teng. Kapillyar naychadagi meniskning egrilik radiusi 0.5 mm ga teng. Kapillyar naychadagi meniskning egrilik radiusini toping. Suv to'la ho'llovchi deb hisoblansin.
66. Sovun pufagi ichidagi havoning bosimi atmosfera bosimidan 1mm. sm. ust ga katta. Pufakning diametri nimaga teng? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsenti $0.046 \text{ N}/\text{m}$ ga teng.
67. Tuproqdagi kapilyarda suv ko'tarilish balindligi 125 mm bo'lsa bu kapillyar diametri nimaga teng.
68. Cho'chqa suyagi 20 sm uzunlikka ega bo'lib, uning tashqi diametri 35 mm ga suyak devorining qalinligi 3mm ga teng. Suyakka o'q bo'yicha 8 kN kuch qo'yilgan. Suyakning uzayishini aniqlang.
69. Operatsiya stoli 4 ta diametri 3 sm li po'lat oyoqda turibdi. Stolning balandligi 80 sm . agarda stol ustiga massasi 200 kg bo'lgan hayvon qo'yilsa, stol oyoqlari qanchaga qisqaradi.
70. Po'lat trosda 1 tonna yuk osilganda uzilib ketmasligi uchun uning dimetri eng kami bilan qancha bo'lishi kerak.
71. Tirsak suyagining tashqi diametri 15 mm . uning mustahkamlik chegarasi 10^8 Pa . Suyak devori qalinligi 3 mm . o'q bo'yicha qanday kuch qo'yilganda suyak uziladi.
72. Ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan sterjenni 0°C dan 30°C gacha isitganda cho'zilmasligi uchun uning uchlariga qanday kuch qo'yish kerak.
73. 1 mm radiusli po'lat simga yuk osilgan. Sim 20°C da qancha chuzilgan bo'lsa, bu yuk ta'sirida ham shuncha cho'ziladi. Yukning og'irligi topilsin.
74. Keramzitobetondan qurilgan cho'chqaxona devorining qalinligi $0,25 \text{ m}$, keramzitobeton issiqlik o'tkazish koeffitsienti $0,92\text{Vt}/\text{m}\cdot\text{K}$, tashqaridagi temperatura - 10°C ichkaridagi temperatura 10°C . Devorning 1 m^2 yuzasidan 1 soatda qancha issiqlik miqdori o'tishini hisoblang.

75. 4 KJ issiqlik miqdori sarflangan holda, o'zgarmas hajmda necha gramm vodorodni 35°C gacha isitish mumkin.
76. Chorvachilik binolarida qish paytida havo almashinish normasini buzoqlar uchun 100 kg massaga $20 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lishi kerak. Agar tashqaridagi temperatura -5°C bino ichidagi temperatura 15°C bo'lishi kerak bo'lsa, 1 soat ichida binoga kiruvchi havoni isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarflanadi. Binoda o'rtacha massasi 300 kg bo'lgan 150 ta buzoq bor.
77. Qoramollarda miozit, miopatoz kasalliklarini davolash uchun temperaturasi 65°C va massasi 5 kg bo'lgan parafin hayvon terisiga qo'yiladi. Bunda 70% issiqlik qoramol tanasiga o'tsa parafin temperaturasi 37°C gacha kamayganda hayvon tanasiga qancha issiqlik beradi.
78. Odam organizmining bir sutkada sarf qiladigan umumiy energiyasi 3000 kal. Buning $1/30$ qismini yurak sarf qiladi. Yurakning quvvatini hisoblang.
79. 15 l gacha sut beradigan massasi 400 kg bo'lgan sigir soatiga 458 g suvni bug'lantiradi. 1 sutkada sigirning suvni bug'lantirishga sarf qilgan issiqlik miqdorini toping.
80. Bosimi 1 atm. bo'lgan azotning hajmi 5 l. Shu gaz 1 l hajmgacha adiabatik siqilgan. Siqilishdan so'ngi bosimni aniqlang.
81. Buzoqning 1 sutka davomida 1 m^2 badanidan o'tuvchi issiqlik miqdorini hisoblang. Yog' qatlami qalinligi 10 mm, ichki temperatura 39°C , teri yuzasidagi temperatura 30°C .
82. Kislorod gazini 27°C dan 47°C gacha isitish uchun qancha issiqlik sarflash zarur, normal atmosfera bosimida? Boshlang'ich temperaturada hajm 5 l ga teng.
83. O'tning bir soat davomida issiqlik chiqarishi natijasida entropiyasining oshishini aniqlang, ot tanasining issiqlik berish qobiliyati $0,547 \text{ j/kg}\cdot\text{s}$ otning massasi 450 kg, temperaturasi 37°C .
84. Sirti $0,5 \text{ m}^2$ bo'lgan termostat ichida 100°C temperatura saqlanib turiladi. Izolyasiyalovchi qavatning qalinligi 1 sm, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti esa $0,06 \text{ j/m}\cdot\text{grad}$ bo'lsa, 1 soatda qancha miqdor energiya sarflanishini aniqlang. Tashqi temperatura 15°C ga teng.
85. Agarda odam 1 soatda 20 ml ter chiqarsa, u holda odamning ter chiqarishi natijasida entropiyasining oshishini hisoblang. Tana temperaturasi 37°C .
86. Mahalliy franklizatsiya uchun ishlatiladigan sharsimon elektrod diametri 2 sm, elektrod potentsiali 30 kV, bo'lsa uning markazidan 50 sm uzoqlikdagi maydon nuqtasining potentsiali va kuchlanganligini aniqlang.
87. GV4-2 apparati terapevtik konturidagi $(1\div 10) \text{ pf}$ o'zgaruvchan sig'imli kondensatorga parallel ravishda 48 pf li kondensator ulansa, shu konturning sig'imini qanday chegarada o'zgartirish mumkinligini aniqlang.
88. Qoramollarda revmotizmni galvanik tok bilan davolash uchun qoramolning orqa soniga har birining yuzasi 200 cm^2 li gidrofilli prokladka yordamida elektrodlar qo'yiladi. Davolash uchun tok zichligi $0,2 \text{ mA/cm}^2$. qoramoldan qanday tok o'tadi? Agarda prosedura vaqti 30 minut bo'lsa, undan qancha elektr zaryadi o'tadi.

89. DRT-100 gorelkali UF nurlatgich 220 V kuchlanishda 2 A tok iste'mol qiladi. Nurlatgichning quvvati qanday? Agarda 1 kunda 25 ta hayvon 15 minutdan nurlatilsa. Nurlatgichning bir yillik ishi qancha turadi? (1 kv.t. soat elektr energiya 100 so'm bo'lib, bir yilda 305 ish kuni bor deb hisoblang).
90. Jun qirqadigan MSU – 100 mashinkasi 36 V kuchlanishda 3,5 A tok iste'mol qiladi. Mashinka elektr dvigatelining quvvatini va 4 soatda sarf bo'ladigan elektr energiyasini toping.
91. Qoramol firmasini suv bilan ta'minlaydigan nasosni yurguzuvchi elektromagnit quvvati va tok kuchini aniqlang. Fermada 1 sutkada 80 m³ suv sarflanadi. Suv 20 metr balandlikka ko'tariladi. Nasosning F. I. K. -80%. Motor 220 V kuchlanishga ulanadi va 1 sutkada 6 soat ishlaydi.
92. Chorvachilik fermasida ishlatiladigan UAP-200 elektr istikach 4 soatda 200 kg suvni 10⁰C dan 90⁰C gacha isitadi. Agarda isitgich 220 V kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, uning quvvati va istemol qiladigan tokni aniqlang.
93. Doimiysi 41.5 mkv/k va qarshiliga 5 om bo'lgan mis- konstantadan termojuft yordamida hayvon gavdasining temperaturasi o'lchamoqda. Termojuft kavsharlangan uchlaridan biri eriyotgan muzga kiritilgan. Qarshiligi 50 Om bo'lgan galvometrda tok kuchi 30 mA bo'lsa, tana temperaturasini aniqlang.
94. Solishtirma elektr yurituvchi kuchi $5 \cdot 10^{-5}$ V/gkd bo'lgan temir konstantan termoparasining bir kovsharlangan uchi tuproqqa 2 chi uchi esa eriyotgan muzga tushirilgan bo'lsa, tuproqning temperaturasi qancha? Galvometr sezgarligi 10⁻⁶ A/bo'lim, qarshiligi 10 Om og'ishi 40 bo'limga. Termoelement qarshiligi e'tiborga olinsin.
95. Termoparaning bar uchi sigir eleniga, 2 chi uchi esa uning qorniga qo'yilgan. Agarda sezgirliги 0.05 mA/bo'l. bo'lgan galvometr strelkasi 48 bo'limga og'gan bo'lsa, bu ikki nuqta orasidagi temperaturalar farqi nimaga teng. Galvometr ichki qarshiligi 40 Om, qo'shimcha qarshiliq esa 100 Om. Miss-konstantan element qarshiligi 3 Om. Termopara doimiysi $4.3 \cdot 10^{-5}$ V/grad.
96. Quvvati 1 kVt dan bo'lgan ikki paralael ulangan stirlizator kuchlanishi 220 V bo'lgan elektr linyasiga ulanadi. Liniya qarshiligi 0.22 Om bo'lsa, stirlizatorga ulangan voltmetrning ko'rsatishini aniqlang.
97. Elektr sterlizator tarmoqqa ulangandan so'ng ichidagi suv 15 minutdan keyin qaynaydi. Sterlizator isitgichi simining uzunligi 6 m. Suvni 10 minutda qaynatish uchun sim uzunligining qanchaga o'zgartirish kerak. Issiqlikning atrof muhitga sarflanishini hisobga olmang.
98. Terapiyada yuqori chastotali to'lqin ta'sir qilayotgan qismining yuzasi 15 sm² ga qalinligi 2 sm. Uning aktiv qarshiligi nimaga teng. Agarda shu qismning elektr sig'imi 7500 pf, ta'sir etayotgan to'lqin chastotasi 40.68 MGs bo'lsa, shu qismning sig'im qarshiligini aniqlang.
99. Argon-simob –kvars gorelkasi 100Gs chastotali tarmoqqa ulangan uning yondirish zanjiridagi ulangan 2 mkf sig'imli kondesatorning o'zgaruvchan toka qanday qarshilik ko'rsatishini aniqlang.

100. Ultrabinafsha nurlar bilan gruppalab nurlanishda PRK-7 lampadan foydalaniladi. Lampa bilan ketma-ket ravishda drossel va qarshiligi 4 Om reostat ulangan lampaning ish rejimidagi kuchlinishi 135V, zanjirdagi tok kuchi 8.05A bo'lganda droselning induktivligini aniqlang. Elektr tarmog'idagi kuchlanishi 230 V, tok chastotasi 50 Gs . Droselning aktiv qarshiligini e'tiborga olmang.
101. Teropevtik diatermiya apparati UDL-350 istemol qiladigan quvvati 0.35 kVt ga teng. Agar apparat 96 s ishlaganda schetchik diski 20 marta aylansa, tok va kuchlanish fazalari orasidagi siljish burchagini aniqlang.(schetchik diskining 2500 marta aylanishi 1 kVt. soatga mos keladi).
102. Kyuveta ichida har birining yuzi 7.5 sm^2 dan bo'lgan elektrodlar bor. Kyuveta ichiga tuxum oqsili solinib undan o'zgaruvchan tok o'tkaziladi. Shu kyuveta ichidagi oqsilning sig'im qarshiligini aniqlang. Elektrodlar orasidagi masofa 1 sm. Nisbiy dielektrik kirituvchanlik 5 ga teng, o'zgaruvchan tok chastotasi 50 Gs.
103. Hayvon yog'ining dielektrik kirituvchanligini aniqlash uchun undan yassi bo'lakcha kesib olib elektrodlar orasiga joylashtiriladi. Bu bo'lakchanning yuzasi 50 sm^2 , qalinligi 5 mm. Undan chastotasi 1 kGs bo'lgan o'zgaruvchan tok o'tganda uning qarshiligi 12 MOm ga teng bo'lsa, dielektrik kiruvchanligini aniqlang. Uning aktiv qarshiligi 3 MOm.
104. Teapevtik diatermiya apparatining tebranish konturi induktivlik g'altigidan va 300 pf sig'imli kondensatordan iborat. Generator chastotasi 1.625 kGs bo'lsa g'altak induktivligining qancha bo'lishi aniqlangan.
105. Sig'imi 4000 sm va induktivligi 0.01 Gs bo'lgan konturning tebranish chastatasini aniqlang.
106. Sog' to'qimaning aktiv qarshiligi 25 Om va elektr sig'imi 2.5 mkf . Bu qismning shamollaganligi to'la aktiv qarshiligi, sog' holdagina 4 marta kichik. O'lchash o'zgaruvchan tok chastotasi 1 kGs da olib borilgan. Shamollagan to'qimaning elektr sig'imini aniqlang.
107. DRT -400 markali sinobli – kvars lampa istemol qiladigan quvvat 100 Vt . Tokning effektini qiymati 3.25 A, gorelkadagi kuchlanish fazalari orasidagi siljish burchagini aniqlang.
108. Qurbaqa nervi uchun tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish o'zgaruvchan tok chastotasi 1 MGs bo'lganda 64^0 ga teng. Agarda nervning aktiv qarshiligi 1 kOm bo'lsa, uning elektr sig'imi nimaga teng? Nervning aktiv qarshiligi va sig'imini ketma – ket ulangan deb oling.
109. Quvvati 8 kVt bo'lgan rentgen apparati ulanganda elektr tarmog'idagi kuchlanish 25 V gacha pasaygan. Rentgen apparatining nagruzkasi kamaytirilganda, elektr tarmog'idagi kuchlanish 10 V gacha pasaygan. Sarflangan quvvatni aniqlang.
110. Qoramollarda yara kasalliklarni davolash uchun Rux ionlari bilan elektroforez qilishadi. Tok zichligi 0.20 A/sm^2 bo'lganda 5 mg ruxni singdirish uchun elektrod yuzasi 200 sm^2 bo'lganda davolash uchun elektroforez prosendurasi qancha vaqt davom etishi kerak?

111. Osh tuzining fiziologik eritmasidan o'tuvchi umumiy tokning qaysi qismi natriy va xlor ionlaridan hosil bo'ladi? Ionlarning harakatchanligi mos ravishda $4,5 \cdot 10^{-8}$ va $6,8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$.
112. Odam gavdasiga dori moddalar yuborish uchun ionoforiz kiritiladi. Tok zichligi $0,05 \text{ mA} / \text{sm}^2$ bo'lganda yuzi 5 sm^2 bo'lgan elektroddan 10min da qancha yod ionlarini kiritish mumkinligini aniqlang.
113. 0.1 % li kaliy brom eritmasidan qanday tok kuchi o'tadi, agarda elektrodlar bir – biridan 10 sm masofada joylashtirilgan bo'lib 3V kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, har bir elektrod yuzasi 8 sm^2 . dissosiasiyalanish darajasi 30%.
114. Qurbaqa muskul tolalaridagi kaliy va xlor ionlarining konsintrasiyasi mos ravishda 140 ml/l va 200 ml/l ga teng. Kaliy ionlarining to'qimalaridagi muhitdagi konsentrasiyasi $2,5 \text{ mM} / \text{M}$ bo'lsa, xlor ionlarining to'qimalardan tashqaridagi ionlarini toping. Qurbaqa temperaturasi 17°C bo'lsa, muskul tolasining membrana potentsiali qiymatini hisoblang.
115. Tashqi muhitda xlor ionlarining konsentratsiyasi 540 ml/l bo'lganda kalmir aksoni xujayrasi ichidagi xlor ionlarining konsentratsiyasini aniqlang. Temperatura 10°C , membrana potentsialining qiymati 60 mV.
116. Xujayra biopotensiallarini o'lchashda ishlatiladigan elektrodlar ichiga xlorli kaliy eritmasi solingan juda ingichka shisha kapillyarlardan iborat. Diametri 1 mkm va uzunligi 5 mm bo'lgan elektrodning qarshiligini aniqlang. 2 % kaliy xlor eritmasining dissotsiyalanish darajasi 65%.
117. Agarda kaliyning xujayra ichidagi konsentratsiyasining xujayradan tashqari moddadagi konsentratsiyasiga nisbati 2 marta kam bo'lsa, xujayraning tinchlanish potentsiali necha marta kamayadi. Konsentratsiyalarning boshlang'ich nisbati 52.
118. Hayvonlarni elektroforez bilan davolashda ko'pchilik hollarda kaliy xlor ishlatiladi. Kaliy xlorning 0,1 % eritmasining solishtirma qarshiligi 0,78 om.m. kaliy va xlor ionlarining harakatchanligini aniqlang. (absolyut qiymat jihatdan ularning harakatchanligi bir xil hisoblansin). Ergan moddaning hammasi dissotsiyalangan.
119. Predmetning ko'z to'r pardasida hosil bo'lgan tasviri kuzatuvchidan 30 m masofada turgan predmetning o'zidan necha marta kichik? Ko'z optik tizimining fokus masofasini 1,5 sm ga teng deb hisoblang.
120. Sindirish ko'rsatkichi 1,5 bo'lgan botiq-qavariq ko'zoynak linzasi qovariq sirtining egrilik radiusi 20 sm, botiq sirtniki esa 30 sm, shu linzaning fokus masofasini aniqlang.
121. Mikroskop ob'ektivining fokus massasi 4 min, okulyarniki 2,5 sm. shu mikroskopning kattalashtirishini aniqlang, birorta buyum ob'ektiv bosh fokus masofasidan 0,2 mm narida joylashtirilgan.
122. Diametri 8,5 mkm bo'lgan muskul tolasi ko'ndalang kesimi tasvirining kattaligini aniqlang. Mikroskop okuliyari va ob'ektivning fokus masofalari mos holda 14 va 0,2 sm ga teng. Ob'ektiv va okuliyar fokuslari orasidagi masofa 18 sm.

123. Xujayra yadrosining diametri 8 mkm. Uning ob'ektini va okulyarining kattalashtirishlari 100 va 6 ga teng mikroskopda ko'ringan tasvirning kattaligini aniqlang.
124. Operatsiya stoli ustiga diametri 40 sm bo'lgan shar shaklidagi oq shishadan yasalgan lampa osilgan. Lampaning yorug'lik kuchi 250 kd. Yoritilganlikni aniqlang.
125. Quyosh nuri odam terisi yuzasida $5 \cdot 10^4$ lk yoritilganlik hosil qiladi. Agarda terining qaytarish koeffitsienti 35% bo'lsa, yoritilgan qismining yoritilganligi va yorqinligini aniqlang.
126. Yorug'lik kuchi 50 shamdan bo'lgan 2 ta lampa potolokga bir-biridan 4 m masofada osib qo'yilgan. Lampalarning biri tagidagi maydonning yoritilganligini aniqlang. Poldan lampalargacha bo'lgan masofa 2 m.
127. Yorug'lik kuchlari 16 ga 64 sham bo'lgan 2 ta yorug'lik manbasi joylashtirilgan. Birinchi maydondan qanday nuqtada ikkala lampa ham bir xil yoritilganlik hosil qiladi.
128. Teplitsa shishasi qalinligi 3 mm. shishaning yutish koeffitsienti (infragizil nurlar uchun) $0,62 \text{ sm}^{-1}$ o'simliklarga shishaga tushayotgan yorug'lik intinsivligining qanday qismi etib boradi.
129. Yutish koeffitsienti $0,62 \text{ sm}^{-1}$ bo'lgan teplisiya shishasiga yorug'lik nuri tushmoqda. Teplisiya ichiga tushayotgan yorug'likning 0,8 qismi etib kelishi uchun shishaning qalinligi qanday bo'lishi kerak.
130. Ko'z qorachig'idan qaytayotgan yorug'lik nurining maksimal qutblanishi burchagini aniqlang. Nur bu holda ko'zga qanday burchak ostida tushadi.
131. Uzunligi 15 sm bo'lgan truba ichiga solingan $0,25 \text{ g/sm}^3$ konsentratsiyasi shakar eritmasida qutblanish tekisligining aylanish burchagini aniqlang. Konsentratsiyasi 1 g/sm^3 bo'lgan eritmaning solishtirma buralishi $66,5 \text{ grad/dm}$
132. Difraksion panjara ustiga normal tushib turgan oq nur bilan yoritilgan. Ikkinchi va uchinchi tartibdagi spektrlar bir-birining ustiga qisman joylashadi. Spektarning sariq qismiga mos, 589 nm uzunlikdagi to'lqin uchinchi tartibdagi spektrning qanday uzunlikdagi to'lqin ustiga joylashadi.
133. Nurning qon zardobidan qaytishdagi maksimal qutblanish burchagini hisoblang. Bu holda nur qon zardobiga qanday burchak ostida kiradi.
134. Konsentratsiyasi $0,28 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan glyukoza eritmasi uzunligi 15 sm li trubaga solingan. Unda nurning qutblanish tekisligi 520 burchakka buriladi. Glyukozaning solishtirma burchagini aniqlang.
135. Kengligi 20 mkm bo'lgan tirqish simob bug'larining ko'k monoxromatik parallel nurlari bilan yoritilmoqda ($\lambda = 546 \text{ nm}$) difraksion yorug' chiziqlarning birinchi va ikkinchisi boshlang'ich yo'nalishga nisbatan qanday burchakda bo'ladi.
136. Suv yuzidan qaytgan nur maksimal qutblangan bo'lishi uchun quyosh gorizontalga nisbatan qanday burchak ostida bo'lishi kerak.

137. Yerning o'rtacha temperaturasi 15°C deb qabul qilingan. Yer yuzidan nurlanayotgan maksimum energiyaning to'liq uzunligini aniqlang. Yerni absolyut qora jism deb qabul qiling.
138. Ot badani temperaturasi 37°C bo'lib va u ko'k jismday nurlanayotgan bo'lsa uning energetik yoritilganligini aniqlang. Nurlanish koeffitsienti 0,85. Ot tanasi energetik nurlanishining maksimumi qancha temperaturaga to'g'ri keladi.
139. Tajribalar ko'rsatishicha tovuq tuxumini inkubatorida nurlantirishda to'liq uzunligi 4,1 mkm bo'lsa eng yaxshi effektga erishiladi. Bu to'liq spektrning spiralning temperaturasi qanday bo'lishi kerak. Agarda speral yuzasi 20 mm^2 bo'lsa u 1 sekundda qancha energiya nurlaydi.
140. Yulduz yuzasi temperaturasi 120000K. Agarda er atmosferasi 290 nm dan kichik to'liq uzunliklarni to'la yutsa buning siljish qonuniga binoan shu temperaturani aniqlash mumkinmi.
141. Absolyut qora jism temperaturasi 100°C agarda uni qizdirish natijasida uning nurlanish qobiliyati 4 marta oshsa, uning temperaturasi qanday bo'ladi.
142. Lazer nurlarining biologik ta'sirini tekshirishda ko'pincha neodimlin lazerdan ($\lambda = 10600\text{A}$) va rubinli lazerdan ($\lambda = 6943\text{A}$) foydalaniladi. Tubidagi o'stmani yuqotish uchun klinik oftalmoskopiyada rubinli lazerning tatbiq etilishini qanday tushuntirish mumkin.
143. Rubinli lazer bilan ($\lambda = 6943\text{A}$) ishlayotganda ko'zga kelib tushadigan yorug'lik energiyasining miqdori $2,10^{-8}$ jouldan ortmasligi kerak. Lazer nuri 2 joul energiyaga ega bo'lganda tekshiruvchining ko'z shkastlanmasligi uchun ma'qul bo'lgan yorug'lik filtrining qalinligini hisoblang. Yorug'lik filtrning yutish ko'rsatkichi $4,6\text{ mm}^{-1}$
144. Bir qancha fotobiologik reaktivlar suv molekulalarining yorug'lik ta'sirida dissotsiyalanishiga asoslangan. Suv molekulalarining dissotsiyalash uchun 12,6 eV energiya zarur. Bu reaksiyani amalga oshiruvchi yorug'lik nuri to'liq uzunligi nimaga teng.
145. To'liq uzunligi 200 nm bo'lgan qisqa to'liq ultrabinafsha nurlar bakteriyalar tarkibiga kiruvchi oqsil moddasi strukturaning o'zgarishiga kuchli bakteritsid ta'sir qiladi. Shu oqsillarning strukturasi o'zgartirish uchun zarur bo'lgan energiyani aniqlang.
146. Rux plastinkasi to'liq uzunligi 200 nm bo'lgan yorug'lik bilan yoritilganda uchib chiqadigan fotoelektronlar tezligini aniqlang. Chiqish ishi 4 eV.
147. Konsentratsiyasi $0,2\text{ mol/l}$ bo'lgan suvdagi yod (I_2) eritmasining yutuvchi qatlami 2 sm qalinlikka ega. 300 mkm uzunlikdagi to'liq uchun solishtirma yutish ko'rsatkichi $\varepsilon = 13\text{ l}/(\text{mol}\cdot\text{cm})$ bo'lgan eritmaning optik zichligini aniqlang.
148. Balandligi 6 sm bo'lgan kyuvetaga solingan qon eritmasidan yorug'lik o'tganda uning intensivligi 12% ga kamayadi. Qon eritmasi

- konsentratsiyasini aniqlang. Beer qonunidagi qolishtirma yutilish koeffitsientini $0,325 \ell/(sm, mol)$.
149. 1% li oqsil eritmasi tasodifan shuncha miqdordagi konsentratsiyasi noma'lum oqsil bilan aralastirib yuborildi. Nefolomerlash paytida fotometrik maydonlarning yoritilganligi, 1% li eritmaning qalinligi 24 mm aralashmaning esa 30 mm bo'lgan tenglashib qolgan 1% li eritma aralashgan oqsil eritmasining konsentratsiyasini aniqlang.
 150. Qon mazogiga energiyasi $0,16 \text{ j/sm}^2$ bo'lgan rubin lazeri nuri bilan ta'sir qilganda eritrotsitlarning buzilishi kuzatilgan. Bitta eritrotsitni buzish uchun qancha energiya kerak, agarda uni diametri 8 mm bo'lgan disk shaklida deb faraz qilsak.
 151. Quyoshdan saqlaydigan ko'zoynak shishaning diametri 50 mm ustiga perpendikulyar holda tushgan yorug'lik oqimining 5% ni qaytaradi, shishadan o'tgandan keyin yorug'lik oqimi 125 lm ga teng bo'lib qolgan bo'lsa, shishaning kunduzgi yoritilganlik 20 lk bo'lgandagi yutilish va o'tkazish koeffitsientlarini aniqlang.
 152. Oftalmologiyada lazer nuri ko'z pardadagi ajralgan qavatlarni kavsharlash uchun ishlatiladi. Bu operatsiya uchun zarur bo'lgan energiya 50 mJ. Agarda impuls cho'ziqligi 5 ms bo'lsa va u $0,05 \text{ mm}^2$ pardasiga tushayotgan bo'lsa, nurning intensivligini aniqlang.
 153. To'lqin uzunligi $0,04 \text{ \AA}$ bo'lgan rentgen nurlanishi kvantning energiyasi, massasi va harakat miqdorini aniqlang.
 154. Rentgen nurlarining tutash spektrdagi minimal to'lqin uzunligi $0,1 \text{ \AA}$ bo'lsa, rentgen trubasining antikatodiga tushadigan elektronlar tezligini aniqlang.
 155. Yumshoq mato qalinligi 4 sm ga oshganda undan o'tuvchi rentgen nurlarining intensivligi 9 marta kamayadi, matoning chiziqli yutilish koeffitsientini aniqlang.
 156. Terapiyada aktivligi $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ kM}\ell$ bo'lgan radonli vannalar ishlatiladi. 10 sutkadan so'ng vannadagi suvning aktivligi qanday bo'lgan.
 157. 1 sm^3 dengiz suvida $10^{-13} \text{ g } {}_{88}\text{Ra}^{266}$ bor. Qancha suv 1 mKi aktivlikka ega.
 158. Qalqonsimon bezning funksional holatini tekshirish uchun bemorning og'zidan tarkibida radioaktiv yod bor 25 ml 10% li glyukoza eritmasi yuborilgan eritma yuborilgan paytda uning solishtirma aktivligi 0,08 MkiG/ml bo'lsa, eritmadagi yod (grammlarda) miqdorini aniqlang.
 159. G'alla zararkunandalarini o'ldirish uchun omborlarda massasi 1 g bo'lgan sim shaklidagi radioaktiv kobalt ishlatiladi. Kobaltning bu simdagi miqdori umumiy massaning 0,01% tashkil qiladi. Kobaltning aktivligini aniqlang.
 160. Katta qon aylanish doirasida qon oqimining tezligini aniqlash uchun bemorning o'ng tirsak venasiga 60 mKi aktivlikdagi ${}_{11}\text{Na}^{24}$ ga ega fiziologik eritma yuborish zarur. Eritma yuborilgandan 3 soat ilgari, solishtirma aktivligi 230 mKi/ml qilib tayyorlangan eritmaning qancha miqdorini (ml da) yuborish lozimligini aniqlang.

161. Massasi 5 kg bo'lgan quyonga ovqat bilan qo'shib har 1 kg massasi uchun 0,01 lli natriy radioaktiv moddasi yuborildi. Bir sutkadan so'ng quyon badanidagi natriyning aktivligini aniqlang. Organizmdan natriyning o'z-o'zidan chiqib ketishi sutkasiga 50% ga teng.

Adabiyotlar:

1. E. Ismailov, N. Mamatqulov, G'. Xodjayev, N. Norboyev Biofizika. Toshkent.2013yil.
2. Grabovskiy R.I. «Fizika kursi». T. O'qituvchi 1980 yil.
3. Remezev A.N. «Tibbiy va biologik fizika». T. 1990 yil.
4. Merion D.J. «Общая физика с биологическими примерами». М. VSh. 1986 g.
5. Rubin A.Ye. «Biofizika». М. 1-2 Tom. VSh. 1982 g.
6. Belanovskiy A.S. «Основы биофизики ветеринарии». М. Agropiramizdat. 1989 g.
7. Volkenshteyn V.M. «Biofizika». М. 1981 g.
8. Glazer R. «Ocherki osnovы biomexaniki». М. Mir. 1988 g.
9. Основы агрофизики под редакцией АФ Иoffe М. VSh. 1990 g.

M u n d a r I j a

1. Biomexanika	3
2. Bioakustika	8
3. Gidrodinamika	14
4. Ko`chish hodisalari	21
Biologik tizimlarda termodinamika asoslari	
5. Biologik tizimlarda elektr hodisalari	32
6. Bioelektromagnetizm	44
7. Optik hodisalar	49
8. Yorug`likning moddalar bilan o`zaro tasiri	53
Kvant biofizikasi	
9. Atom tuzilishi va nurlashi	65
10. Radioaktivlik. Radiobiologiya asoslari	77
11. Laboratoriya ishlari	87
12. Masalalar	101
13. Adabiyotlar	112

