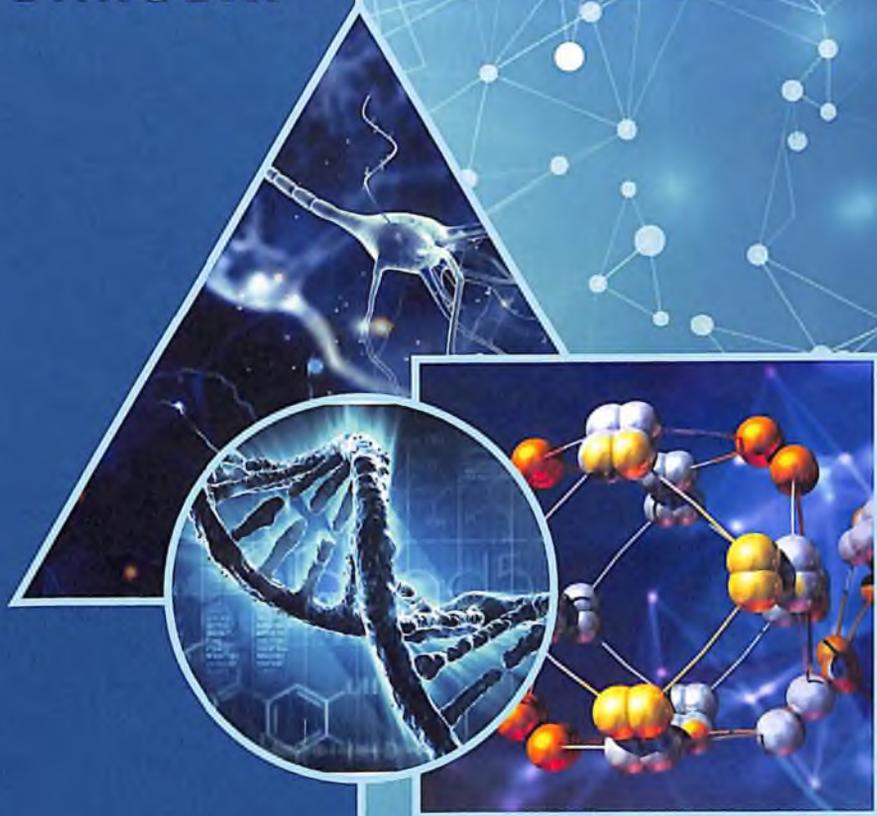


F.B. Nurmatova
D.Z. Xodjayeva

BIOFIZIKA

DARSLIK



577.2
N-870

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

F.B. NURMATOVA, D.Z. XODJAYEVA

BIOFIZIKA

Tibbiyot oliy ta'lim muassasalari
"Xalq tabobati" yo'nalishi uchun
D A R S L I K



Toshkent-2023

UO·K 577.35
KBK 28.071
N25

F.B. Nurmatova va boshq.

Biofizika. Darslik. F.B. Nurmatova, D.Z. Xodjayeva. – T.: “Lesson Press” nashriyoti, 2023-y. – 124 b.

Darslik o'quv rejaga asosan tibbiyot oliy ta'lim muassasalarining “Xalq tabobati” yo'nalishi uchun yaratilgan. Darslikda biofizikaning “Biomexanika”, “Akustika”, “Bioreologiya”, “Termodinamika”, “Elektrodinamika”, “Optika” bo'limlari ko'rib chiqilgan.

Darslikning biomexanika bo'limi tirik to'qima va a'zolarining mexanik xossalarini va shuningdek, organizmda va uning ayrim a'zolarida yuz beruvchi mexanik hodisalarni ochib bergan. Akustika bo'limida fizik va fiziologik akustika, tovushning tibbiyotdagi ahamiyati yoritilgan bo'lib, bioreologiyada biofizikaning biologik suyuqliklar (qon)ning oqimini, to'qimalar, mushaklar, suyak va qon oquvchi tomirlar deformatsiyasi haqida, hamda yurakning ishlashi kabi muhim jarayonlar o'rganilgan. Termodinamika bo'limida biologik termodinamik sistemalar termodinamikasi, tirik organizmda issiqlik almashinish jarayoni va tibbiyotdagi ahamiyati ochib berilgan bo'lib, elektr tokiga bag'ishlangan elektrodinamika bo'limida tirik organizmga elektr tokining ijobiy va sal'biy ta'sirlari keng yoritilgan. Optika bo'limida yorug'lik hodisalarini o'rganish bilan bir qatorda, ko'z-optik sistemasining fizik asoslari batafsil ochib berilgan.

Mualliflar:

F.B. Nurmatova – Toshkent davlat stomatologiya instituti, “Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari” kafedrası mudiri

D.Z. Xodjayeva – Toshkent davlat stomatologiya instituti, “Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari” kafedrası assistenti.

Taqrizchilar:

F.B. Nurmatova – Toshkent tibbiyot pediatriya instituti biofizika va informatika kafedrası dotsenti, fizika fanlari nomzodi

M.O. Sobirov – Toshkent davlat stomatologiya instituti, “2-son terapevtik yo'nalishdagi fanlar” kafedrası mudiri, professor, tibbiyot fanlari doktori

ISBN 978-9943-9733-2-9

© F.B. Nurmatova, D.Z. Xodjayeva, 2023
© “Lesson Press” nashriyoti, 2023

KIRISH

Biofizika. Inson organizmida sodir bo'ladigan turli jarayonlarning murakkabligiga va o'zaro bog'liqlikda bo'lishiga qaramay, ular orasidan ko'pincha fizik jarayonga yaqin bo'lganlarini ajratib ko'rsatish mumkin bo'ladi. Masalan, qon aylanishi kabi murakkab fiziologik jarayon aslida fizik jarayondir, chunki bu jarayon suyuqlikning oqishi (gidrodinamika), tomir bo'ylab elastik tebranishlarning tarqalishi (tebranishlar va to'lqinlar) yurakning mexanik ishi (mexanika), biopotensiallarning generatsiyasi (elektr) va hokazolar bilan bog'liq. Nafas olish gaz harakati (aerodinamika), issiqlik uzatish (termodinamika), bug'lanish (fazoviy o'tishlar) va hokazolar bilan bog'liq. Organizmda fizik makrojarayonlardan tashqari, xuddi jonsiz tabiatdagi kabi molekulyar jarayonlar ham sodir bo'ladi va ular biologik sistemalarning holatini belgilaydi. Bunday mikrojarayonlarning fizikasini tushunish organizm holatini, ba'zi bir kasalliklarning tabiatini tushunish, dorilarning ta'sirini va shu kabilarni to'g'ri baholash uchun zarurdir.

Bu masalalarning hammasida fizika biologiya bilan shu darajada bog'langanki, u mustaqil fan- biofizikani vujudga keltiradi. Bu fan tirik organizmdagi fizik va fizikaviy- kimyoviy jarayonlarni, shuningdek, biologik sistemalarning uzviy bog'liqligini tashkil qilishining hamma jabhalarida o'rganiladi. Diagnostika va tadqiqotlarning ko'pgina usullari fizik jarayonlar va g'oyalardan foydalanishga asoslangan. Ko'pgina zamonaviy tibbiy asboblarning tuzilishiga ko'ra fizik asboblardir. Zamonaviy tibbiyotni esa tibbiy asboblarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Mukammal to'g'ri tashxis qo'ysihdan to' davolashgacha aksariyat hollarda tibbiy asboblarning yordamida amalga oshiriladi.

Mexanik kattalik- qon bosimi bir qator kasalliklarni baholash uchun foydalaniladigan ko'rsatkichdir. Manbai organizmning ichkarisida bo'lgan tovushlarni eshitish a'zolarining kasalligi yoki sog'lig'i haqida axborot olish imkonini beradi. Ishlashi simobning issiqlikdan kengayishiga asoslangan tibbiyot termometri- keng tarqalgan diagnostik asboddur. Elektron qurilmalarning rivojlanishi natijasida tirik organizmda hosil bo'layotgan biopotensiallarni yozib olishga asoslangan diagnostik usullardan keng foydalaniladi. Ko'pchilikka ma'lum bo'lgan usul- elektrokardiografiya- yurak faoliyatini aks ettiruvchi biopotensiallarni yozishdir. Mikroskopning tibbiy va biologik tadqiqotlardagi ahamiyati hammaga ma'lum. Tolali optikaga asoslangan zamonaviy tibbiy asboblarning

organizmning ichki bo'shliqlarini ko'rishga imkon bermoqda. Spektral analiz usulidan tibbiyotda, gigiyenada, farmokologiyada va biologiyada foydalaniladi; atom va yadro fizikasining yutuqlari diagnostikadagi ancha mashhur metodlar: rentgenologik diagnostika va nishonlangan atomlar usullari ham ko'pchilikka ma'lumdir.

Davolash maqsadida organizmga fizik omillar bilan ta'sir qilish. Tibbiyotda qo'llaniladigan turli davolash usullari ichida davolashning fizik omillari ham o'rin topmoqda. Ularning ba'zilarini ko'rsatib o'tamiz. Suyak sinishlarida foydalaniladigan gipsli bog'lanishlar yordamida shikastlangan organlarni qo'zg'almas holatga keltiriladi. Davolash maqsadida sovitish (muz) va isitish (grelka) issiqlik ta'siriga asoslangandir. Elektr va elektromagnit ta'sirlar fizioterapiyada keng qo'llaniladi. Davolash maqsadida ko'rinadigan va ko'rinmaydigan (ultrabinafsha va infraqizil), rentgen va gamma-nurlanishlar qo'llanilmoqda.

Tibbiyot oliy ta'lim muassasalari "Xalq tabobati" yo'nalishida o'qitiladigan biofizika fani aniq fanlar, biologik fanlar va tibbiyot fanlarining orasida ko'prik vazifasini o'taydi. Tibbiy apparatlar bilan ishlashda va insonning fiziologik jarayonlarini fizik qonuniyatlar asosida tushunishda biofizika fanini bilish muhim ahamiyat kasb etadi.

1-BOB, BIOMEXANIKA

Tirik to'qima va a'zolarining mexanik xossalarini va shuningdek, organizmda va uning ayrim a'zolarida yuz beruvchi mexanik hodisalarni o'rganuvchi biofizikaning bir bo'limiga biomexanika deyiladi. Biomexanika- tirik sistemalar mexanikasidir.

Ushbu bobda odamning tayanch- harakatlanish apparatlarining anatomiya, fiziologiya maqsadlari uchun fizik asoslari yoritilgan.

1.1-§. Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o'rganish

Qattiq jismlarning mexanik xossalari

“Deformatsiya” deb tashqi kuch ta'sirida qattiq jism zarralarining bir – biriga nisbatan vaziyatli o'zgarishi tushuniladi. Tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning shakli va hajmi o'zgarishiga *deformatsiya* deyiladi. Deformatsiya elastik va plastik bo'ladi. *Elastik deformatsiya* deb, tashqi kuch olib tashlanganda, jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklashga aytiladi. Agar jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklay olmasa *plastik deformatsiya* deyiladi. Deformatsiya bir necha ko'rinishda bo'ladi: cho'zilish, qisilish, siljish, burilish, egilish. Deformatsiya o'lchovi nisbiy deformatsiya bo'lib, (ε)- kuch ta'sirida jism o'lchovlarining o'zgargan qiymatini (Δl) boshlang'ich qiymati nisbatiga teng bo'ladi (l).

$$\varepsilon = \Delta l / l$$

Deformatsiya hosil qiluvchi og'irlik kuchining shu kuch ta'sir etayotgan ko'ndalang kesim yuzasiga nisbati *deformatsiya kuchlanganligi* deyiladi, ya'ni,

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

Bunda σ - kuchlanganlik (birligi SI sistemasida $N/m^2=Pa$). Nisbatan kichik kuchlar ta'sir etganda, deformatsiya elastiklik xarakteriga ega bo'ladi. Bu holda nisbiy deformatsiya kuchlanganlikka to'g'ri proporsional bo'ladi va Guk qonuni deyiladi.

$$\varepsilon = k\sigma = \frac{1}{E}\sigma \text{ va } \sigma = \varepsilon E$$

Bu yerda E – elastiklik moduli yoki Yung moduli. Bundan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4)$$

(1) dagi $\varepsilon = \Delta l/l$ qiymatini va (2) dagi $\sigma = P/S$ qiymatini (4) dagi kattaliklarning o'rinlariga qo'ysak

$$E = \frac{P/S}{\Delta l/l} \quad (5) \text{ hosil bo'ladi.}$$

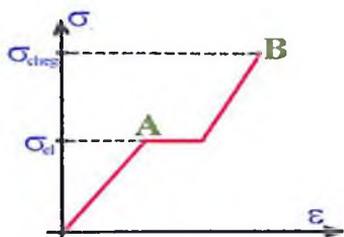
Elastik moduli yoki Yung moduli SI birliklar sistemasida $[E]=[N/m^2]=[Pa]$ o'lchanadi.

Yung modulining fizik ma'nosi

Yung moduli son jihatidan jismga qo'yilgan kuchlanganlikka tengki, u jism uzunligini ikki marta uzaytiradi, ya'ni, $\varepsilon=1$ bo'ladi.

σ - kuchlanishning ε - nisbiy deformatsiyaga bog'lanishini ko'rib chiqaylik (1 rasm)

ε - oshganda σ ham proporsional ravishda elastiklik chegarasigacha



σ_{el} oshib boradi. (OA qism) Jism deformatsiya ta'sirida hali elastiklik hususiyatini yo'qotmagan bo'lsa, bunda hosil bo'lgan eng katta mexanik kuchlanishga elastiklik chegarasi σ_{el} deyiladi.

Bu chegaradan keyingi mexanik kuchlanishni o'sishida defarmatsiya plastik xarakterga ega va Guk qonuniga bo'ysunmaydi. Kuchlanishni mustahkamlik chegarasidan σ_{cheg} oshsa (B nuqta) jism buziladi. Yuqori mustahkamlik chegarasi ega bo'lgan jismlar elastik jismlardir (metallar). Mo'rt jismlarning (cho'yan, shisha, muz) elastiklik chegarasi kichik bo'ladi. Jismning mexanik xossalari temperaturaga bog'liq. Teperatura oshishi bilan jismning elastikligi oshadi, kamayishi bilan mo'rtligi oshadi.

Organizm to'qimalarining mexanik xossalari ularning tuzilishiga va tabiatiga bog'liq. Suyakning biriktiruvchi asosi elastik suyakka elastiklik, undagi fosfor va kalsiy tuzlari esa qattiqlik va mustahkamlik beradi. Suyak tuzilishini shakllanishi tashqaridan qo'yiladigan yukka moslashgan bo'ladi.

Yumshoq to'qimalar asosan oqsil polimerlardan tuzilgan bo'lib, yuqori elastikligi va yopishqoqligi bilan farq qiladi. Bu xususiyat deformatsiyaning oshishiga olib keladi. Bunday jismlar *elastomerlar* deyiladi, ular Guk qonuniga bo'ysinmaydi.

Biologik to'qimalarning mexanik xossalari

Tirik to'qimalarning muxim mexanik xossalardan biri – mustahkamligidir. *Mustahkamlik* – bu buzilishga qarshilik ko'rsatish xossasi. U minimal buzilish kuchlanishiga teskari proporsional bo'lgan, kattalik hisoblanadi.

Eng katta mustahkamlikka suyak to'qimasi ega. $\delta_{\text{suyak}} = 10^9 \text{ N/m}^2$

Odam suyagining mustahkamligi Cu va Al dan katta, lekin po'latnikidan kichik. Travmatologiya va ortopediyada shuni nazarda tutish kerakki, suyakning siqilishga chidamliligi cho'zilishga nisbatan 1,8 marta katta.

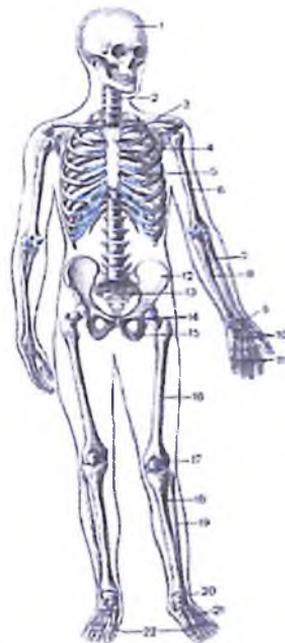
Yumshoq to'qimalarning mustahkamligi ularda biriktiruvchi to'qimalarning mavjudligi bilan tushuntiriladi. Ularning ichida kollagen tolalarining mustahkamligi yuqori. Ularning cho'zilishga mustahkamligi $\delta = 10^7 - 10^8 \text{ N/m}^2$

Plastiklik - to'qimalarning kuchli cho'zilish xossasi. Plastiklikka barcha vena qon tomirlari ega, bu xususiyat tufayli ular barcha qonning 2/3 qismini sig'diradi.

O't pufagi, arteriya devorlari $\delta = 3 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ da venalarning devorlari $\delta = 5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ da uzilib ketadi.

Material strukturasi uning mexanik xossalari va parchalanish jarayoni xarakterini aniqlovchi asosiy faktordir. Ko'p biologik to'qimalar anizotrop kompozitsion materiallar bo'lib, ular kimyoviy jihatdan turlicha bo'lgan komponentlarning hajmiy taqsimlanishi bilan shakllangan. To'qima har bir turining tarkibi evolyusiya jarayonida shakllanib, u bajarayotgan funksiyalarga bog'liq.

Suyak to'qimasi. Suyak-tayanch-harakat apparatining asosiy materialidir. Inson skeletida 200 dan ortiq suyak mavjud. Skelet tananing tayanchi bo'lib, harakat qilishga yordam beradi. Katta insonda skelet taxminan 12 kg ni tashkil etadi (umumiy og'irlikning 18%).



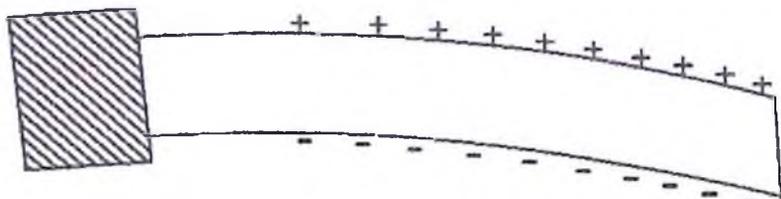
1.1-Rasm.Odam skeleti.

Kichik suyak to'qimasida hajmning yarmini neorganik material, suyakning mineral moddasi-*gidroksilapatit* tashkil etadi. Bu modda mikroskopik kristallar ko'rinishida bo'ladi. Suyak hajmining boshqa qismi organik material, asosan *kollagen* iborat. U yuqorimolekulyar birikma bo'lib, yuqori elastiklikka ega bo'lgan tolali oqsildir.

Suyak to'qimasining mexanik xossalari ko'p faktorlarga bog'liq: yoshga, kasallikka, o'sishning individual sharoitlariga. Normada suyak to'qimasining zichligi 2400 kg/m^3 , uning Yung moduli esa $E=100 \text{ MPa}$, nisbiy deformatsiya 1% gacha boradi.

Deformatsiyaning turli xillarida suyak turlicha o'zgaradi. U siqishga cho'zilish yoki egilishdan ko'ra ko'proq bardosh beradi. Son suyagi bo'ylama yo'nalishda 4500N, egilishda 2500 N kuchni ko'tara oladi. Tirik suyak temir betondan 5 marta mustahkamroq. Son suyagi normal inson og'irligidan 25-30 marotaba ko'proq og'irlikka bardosh bera oladi.

Suyaklarning mexanik xususiyatlari ular deformatsiya bo'lganida pezelektrik effekt paydo bo'lishida ham namoyon bo'ladi. Agar suyak bo'lagining bir tomonini biriktirib qo'yib egsak, deformatsiya zonasida qarama-qarshi tomonlar orasida potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Suyakning botiq qismida manfiy zaryadlar bo'ladi (1.2 Rasm).



1.2-rasm. Suyak bo'lagi deformatsiyalanganda pezeffektning hosil bo'lishi.

Elastik deformatsiya intervalida ushbu potentsiallar farqi mexanik kuchlanishga proporsional.

Teri. Teri nafaqat tanani mukammal yopib turuvchi vosita, balki turli funksiyalarni bajaruvchi murakkab organ hamdir. U gomeostazni ushlab turadi; organizmda umumiy modda almashinuviga ta'sir etuvchi termoregulyasiya jarayonlarida qatnashadi; yog' va ter bezlarining ishini ta'minlaydi; mexanik, fizik, kimyoviy, infeksiyon agentlarning zararli omillaridan himoyalaydi Teri markaziy nerv sistemasiga bir qator hissiyotlarni ham uzatadi. Teri- tana va atrof-muhit orasidagi chegara bo'lib, u juda yaxshi mexanik mustahkamlikka ega.

Teri tananing eng katta organi hisoblanadi. Uning funksiyalari butun organizm holatiga bog'liq. Ichki organlarning turli kasalliklarida unda turli o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin. Teri ko'pincha uchta qatlamdan iborat geterogen to'qima sifatida qaralib, ular bir-biriga juda yaqin, lekin tabiati, strukturasi, xossalariga ko'ra turlichadir: epidermis, derma, teri osti kletchatkasi. Epidermis ustida shoh qatlam mavjud.

Terining har bir qatlamining vazifalari, shuningdek, mexanik vazifalari, uning komponentlarining biomexanik tabiati va joylashishiga bog'liq.

Terining umumiy tarkibiga kollagen va elastin tolalari va asosiy to'qima-matritsa kiradi. Kollagen quruq massaning 75% ni, elastin 4% ni tashkil etadi. Normada terining zichligi 1100 kg/m^3 dir (qo'l, ko'krak sohalari). Elastin juda kuchli cho'ziladi (200-300% gacha). Kollagen 10% gacha cho'zilishi mumkin. Teri komponentlarining mexanik xarakteristikalari:

kollagen- $E=10-100 \text{ MPa}$, $\sigma_{\text{must}}= 100 \text{ MPa}$;

elastin- $E= 0,5 \text{ MPa}$, $\sigma_{\text{must}}= 5 \text{ MPa}$;

Teri yuqori elastiklik xususiyatlarga ega qovushqoq-elastik modda bo'lib, u yaxshi cho'ziladi va uzayadi.

Mushak to'qimasi. Mushaklarning aktivligi-yuqori darajada rivojlangan tirik organizmlarning umumiy xususiyatlaridan biridir. Insonning butun hayotiy faoliyati mushaklar aktivligi bilan bog'liq. Ular alohida organlar va butun sistemalarning ishini ta'minlaydilar: tayanch harakati sistemasining ishi, o'pka va yurak ishi, tomirlar aktivligi, oshqozon-ichak sistemasining ishi va h.k.z. Mushaklarning ishdan chiqishi turli patologiyalarga olib kelishi, ular ishining to'xtashi hatto o'limga olib kelishi mumkin (masalan, elektrotravma natijasida nafas olish mushaklari paralichga duchor bo'lib, inson halok bo'ladi).

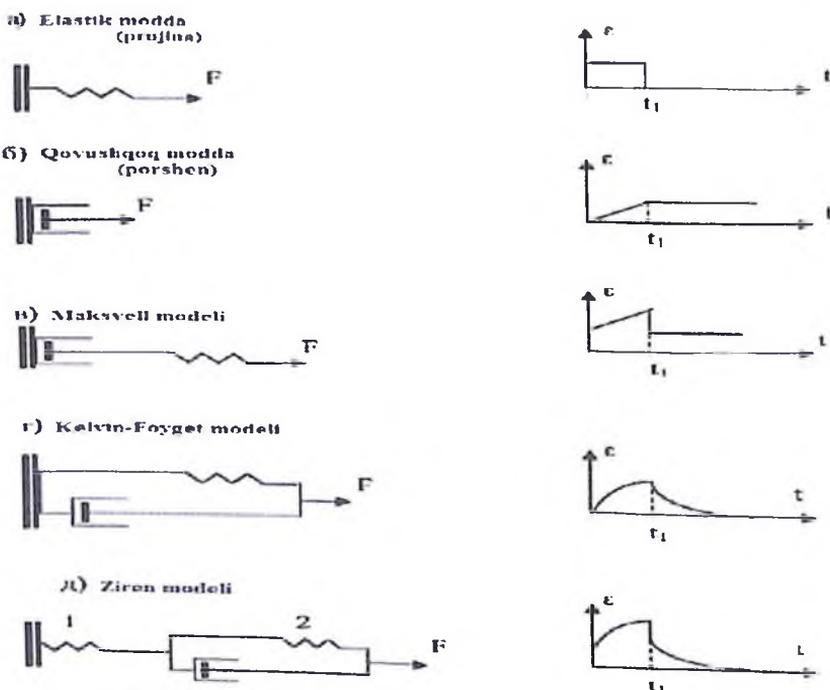
Mushaklar shakli, o'lchamlari, birikish turi, rivojlantirishi mumkin bo'lgan kuchiga qarab turlichadir. Har bir mushak o'zining motoneyroniga ega juda ko'p harakatlanuvchi qismlardan iborat. Shunga qaramay, bu sistema juda ishrinchli bo'lib, bir xil harakatlardan tashqari boshqacha-nostandart harakatlarni ham bajarish xususiyatiga egadir.

Mushaklar faoliyati harakat strukturalarida aks etadi. Ushbu aks etish tufayli harakatni kuzatib turib harakatning mushak regulyasiyasi va uning buzilishi haqida xulosa chiqarsa bo'ladi. Bundan kasalliklar diagnostikasidi, sportchilar harakatini nazorat qiluvchi maxsus testlarni ishlab chiqishda foydalaniladi.

O'zining vazifasidan, tuzilish xususiyatlaridan qat'iy nazar, organizmdagi turli mushaklarning ishlash prinsipi bir xildir.

Mushaklar tarkibiga mushak hujayralari (tolalar), kollagen va elastinidan tashkil topgan hujayradan tashqari modda (biriktiruvchi to'qima) kiradi. Shuning uchun mushaklarning mexanik xossalari polimerlarning mexanik xossalariга o'xshashdir. Mushaklar o'zining tuzilishiga ko'ra ikki xil bo'ladi: silliq mushaklar (ichaklar, tomirlar, oshqozon, siydik pufagi devorlari) va skelet mushaklar (yurak mushaklari, suyakka birikkan va bosh, tana, oyoq-qo'llar harakatini ta'minlovchi mushaklar).

Mushaklar to'qimasi zichligining o'rtacha qiymati $10-50 \text{ kg/m}^3$, YUng moduli esa $E=10^5 \text{ Pa}$. Silliq mushaklarning harakati ko'p hollarada Maksvell modeli bilan tushuntiriladi. Ular kam kuchlanishsiz ko'p miqdorga cho'zilishi mumkin. Bu ba'zi organlarning hajmi ortishiga sabab bo'ladi. Kollagen molekulalarining cho'zilishi natijasida mushaklar bir necha o'n foizga deformatsiya bo'lish xususiyatiga egadirlar.



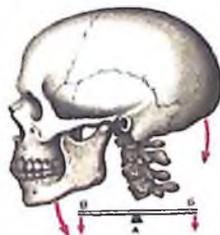
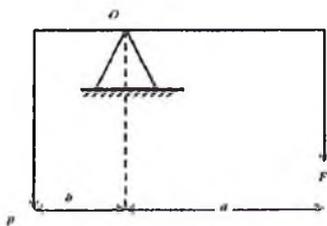
1.3-rasm. Silliq mushaklarning harakati o'rganuvchi Maksvell modeli.

1.2-§. Odam tayanch-harakat apparati mexanikasining elementlari

Odamning tayanch-harakat apparati skeletning bir-biri bilan bitishgan suyaklaridan iborat bo'lib, bu suyaklarga ma'lum nuqtalarda muskullar birikkan bo'ladi. Skelet suyaklari richaglar kabi ishlaydi, ular bitishmalarda tayanch nuqtalariga ega bo'ladi va muskullarning tortish kuchi ta'sirida harakatga keltiriladi, muskullarning tortish kuchi esa shu muskullarning qisqarishida paydo bo'ladi.

Qo'zg'almas aylanish o'qiga ega bo'lgan va shu o'qqa nisbatan momentlar hosil qiluvchi kuchlar qo'yilgan qattiq jism (odatda to'g'ri sterjen) *richag* deb ataladi. Ta'sir etuvchi F kuch, yengiladigan qarshilik kuchi R va tayanch nuqtasi O ning o'zaro joylashuviga qarab, *richag uchturga bo'linadi*. (1.4- rasm)

1-tur richag. Kuch tayanch nuqtasining ikkala tomoniga qo'yilgan.



Muvozanat sharti: $Fa = Rb$

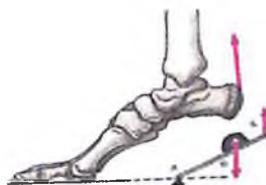
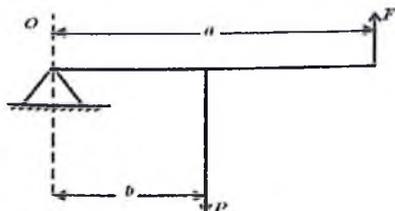
Masalan: bosh skeleti 1-umurtqa bilan qo'shilgan joyi.

R - bosh skeleti og'irlik kuchi

F - muskullarning tortilish kuchi

2-tur richag. Kuchlar tayanch nuqtasidan bir tomonga qo'yilgan.

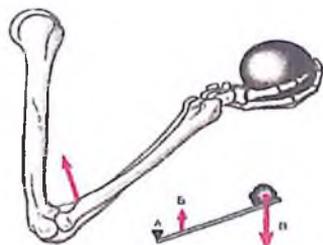
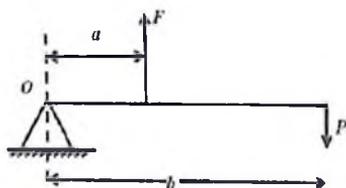
a) F kuch richagning o'ziga; R kuch tayanch nuqtasining yaqiniga qo'yilgan.



$Fa=Rb$ bunda, $a > b$, shuning uchun $F < R$ ya'ni kuchdan yutiladi, ko'chishdan yutkaziladi. Bunday richag *kuch richagi* deyiladi. Masalan: oyoq barmoqlari uchida turganda.

2-tur richag. Kuchlar tayanch nuqtasidan bir tomonga qo'yilgan.

b) F kuch tayanch nuqtasiga R kuchdan ko'ra yaqinroq qo'yilgan.



1.4-rasm. Richag turlari.

$Fa=Rb$ bunda, $a < b$, $F > R$ ya'ni ko'chishdan yutiladi, kuchdan yutqaziladi. Bunday richag tezlik richagi deyiladi. Masalan: Bilak suyaklari. Tayanch nuqtasi tirsak bo'g'imida turadi.

$$F \cdot a \cdot \sin \alpha = R \cdot b$$

1. Kuchlar tayanch nuqtasining ikkala tomoniga qo'yilgan.

Richagning muvozanat sharti: $Fa=Rb$. Masalan, sagittal tekisligida olib qaraladigan bosh skeletini qarab chiqaylik. Richagning aylanish o'qi O bosh skeletining birinchi umurtqa bilan qo'shilgan joyidan o'tadi. Tayanch nuqtasidan oldinda nisbatan qisqa yelkada bosh skeleti massalari markaziga-turk egaridan bir oz orqada qo'yilgan bosh skeletining og'irlik kuchi R , orqada esa suyagiga mahkamlangan muskullar va boylamlarning tortish kuchi F ta'sir etadi.

2. Kuchlar tayanch nuqtasidan bir tomonga qo'yilgan; richagning ikki turi bo'ladi:

a) F kuch richagning uchiga, R kuch esa tayanch nuqtasining yaqiniga qo'yilgan. Muvozanat shart quyidagicha: $Fa=Rb$, ammo $a > b$, binobarin, $F < R$ bo'ladi, ya'ni richag kuchdan yutuq beradi, ammo yo'ldan yutqazadi, bunday richag kuch richagi deb ataladi. Oyoq barmoqlari uchida turilganda oyoq tagi gumbazining ishlashi bunga misol bo'la oladi. Richagning aylanish o'qi o'tadigan tayanchi O vazifasini oyoq kafti suyaklarining boshchalari o'taydi. Yengilishi kerak bo'lgan kuch-butun

gavda og'irligi-oshiqqa muskulning gavdani ko'taruvchi kuchi F Axill payi orqali uzatiladi va tovon suyagiga qo'yilgan bo'ladi;

b) F kuch tayanch nuqtasiga R kuchdan ko'ra yaqinroq qo'yilgan.

a). Muvozanat shart quyidagicha: $Fa=Rb$, ammo $a < b$, binobarin, $F > R$ bo'ladi, ya'ni bu richag yo'ldan yutish hisobiga kuchdan yutqazadi va *tezlik richagi* deb ataladi. Misol-bilak suyaklari. Tayanch nuqtasi tirsak bo'g'imida turadi. Ta'sir etuvchi kuch F - bilakni bukuvchi muskullar kuchi, qarshilik kuchi R - ko'tarilib turilgan yukning, odatda, qo'l panjasiga qo'yilgan og'irlik kuchi, shuningdek bilakning o'z og'irligi (u bilakning massalar markaziga qo'yilgan).

Tayanch-harakat apparatida muskul kuchi F ko'pincha richag o'qiga to'g'ri burchakdan farq qiladigan α burchak hosil qilib ta'sir etadi. Shu bilan birga bu burchak richag tayanch nuqtasida aylangan sari o'zgarib boradi. Bu holda richagning muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$F \sin \alpha \cdot a = Rb, \text{ bundan } F = R / (b / a \sin \alpha),$$

ya'ni ayni qarshilik kuchi R ni yengish uchun zarur bo'lgan muskul kuchi F richag o'qiga nisbatan qanchalik kichik burchak hosil qilib yo'nalgan bo'lsa, bu kuch shunchalik katta bo'lishi kerak. Shu sababli, masalan, odam bilagi bukilgan holda nisbatan katta yukni ko'tarib turar ekan, bilagi to'g'rilangan holda undan anchagina kam yukni ko'tarib tura oladi.

Tayanch-harakat apparatining suyaklari *bitishmalarda* yoki *bo'g'imlarda* o'zaro birikadi. Suyaklarning bo'g'im hosil qilgan uchlari birgalikda ularni zich qamrab turuvchi bo'g'im xaltasi, shunindek suyaklarga mahkamlangan boylamlar yordamida tutib turiladi. Suyaklarning bir-biriga urinib turuvchi yuzalaridagi ishqalanishni kamaytirish uchun bu yuzalar silliq tog'ay bilan qoplangan bo'lib, ular orasida yupqa qatlam yopishqoq suyuqlik bo'ladi.

Bo'g'imning asosiy mexanik tavsifi siljishning *erkinlik darajalari sonidir*. Bu son bitishma hosil qiladigan suyaklarning bir biriga nisbatan harakatlana olishi mumkin bo'lgan mustaqil yo'nalishlar sonini ko'rsatadi. Bu son, asosan, suyaklarning bo'g'imda bir-biriga urinib turadigan yuzalarining geometrik shakliga bog'liq bo'ladi.

Erkin turgan qattiq jismning *oltita erkinlik darajasi* bo'ladi, chunki u fazoda bir biriga perpendikulyar *uchta yo'nalishda* siljiy oladi, shuningdek bu yo'nalishlarga parallel bo'lgan *uchta qo'zg'almas o'q atrofida aylana oladi*. Bir nuqtada mahkamlangan qattiq jismning faqat *uchta erkinlik darajasi* bo'ladi (bu jism o'zaro perpendikulyar uchta o'q atrofida aylana oladi), qo'zg'almas o'qqa mahkamlangan jism esa faqat

bitta erkinlik darajasiga ega (bunday jism shu o'q atrofida aylana oladi).

Bo'g'imlardagi erkinlik darajalari soni ko'pi bilan uchta, shuning uchun erkinlik darajasi bitta, erkinlik darajasi ikkita va erkinlik darajasi uchta bo'g'imlar bo'ladi.

Erkinlik darajasi bitta bo'lgan bo'g'imga (yassi bitishmaga) yelkatsak bo'g'imi misol bo'la oladi. Tirsak suyagi yarim chorak chuqurcha yordamida yelka suyagi tepasini qamrab oladi, ana shu tepacha bo'g'im o'qi xizmatini o'taydi. Bo'g'imdagi harakatlar qo'lning bo'g'im o'qiga perpendikulyar tekislikda bukilishi va to'g'rilanishidir.

Ikkita erkinlik darajasiga ega bo'lgan bo'g'imga bilak-kaft usti bo'g'imi misol bo'la oladi, bu bo'g'imda qo'l panjasi bukiladi va yoziladi, shuningdek garchi to'la hajmdagi harakat bo'lmasa-da, barmoqlar yaqinlashtiriladi va uzoqlashtiriladi.

Erkinlik darajalari uchta bo'lgan bo'g'imlar jumlasiga (Fazoviy bitishmaga) chanoq-son va kurak-yelka bitishmalari kiradi. Kurak-yelka bitishmasida yelka suyagining sharsimon boshchasi kurak tepachasining sferik chuqurchasiga kirib turadi. Bu bo'g'imda bo'ladigan harakatlar bukilish va yozilish (sagittal tekislikda), yaqinlashtirish va uzoqlashtirish (frontal tekislikda) hamda qo'lning bo'ylama o'q atrofida aylanish harakatlardir.

Muskullar tayanch-harakat apparatining aktiv qismini tashkil etadi. Muskullar markaziy nerv sistemasidan keladigan impul'slar ta'siri ostida *qisqaradi*, ya'ni o'z uzunligini kamaytiradi va bunda muayyan tortish kuchu hosil qiladi, bu tortish kuchi muskullarning birikish nuqtalarida skelet suyaklariga uzatiladi (muskullar uzunligini o'zgartirmay ham kuch hosil qilish mumkin, muskulning bunday qisqarishi izotermik qisqarish deb ataladi).

Muskul hosil qiladigan maksimal kuch ayni muskul tarkibiga kiruvchi muskul tolalari soniga to'g'ri proporsionaldir. Bundan tashqari, bu kuch bir qator fiziologik omillar (yoshga, qanchalik mashq qilinganligiga, holsizlanish darajasiga va shu kabilar) ga ham bog'liq bo'ladi. Muskulni hosil qiluvchi muskul tolalari umumiy ko'ndalang kesimining 1 kvadrat santimetriga to'g'ri keladigan kuch (Nyuton hisobida) *muskulning absolyut kuchi* deb ataladi. Masalan, odamning bolder muskuli uchun bu kuch o'rta hisob bilan 60 N/sm^2 ni, yelkaning ikki boshli muskuli uchun 110 N/sm^2 ni, yelkaning uch boshli muskuli uchun esa 170 N/sm^2 ni tashkil etadi va hokazo.

Birinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Uning turlari haqida ma'lumot bering.
2. Nisbiy deformatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Mexanik kuchlanganlik deb nimaga aytiladi? Uning o'lchov birligi qanday?
4. Guk qonuni qanday yoziladi?
5. Elastiklik modulining fizik ma'nosi qanday?
6. Yung modulining o'lchov birliklari?
7. Egilish o'qi deb nimaga aytiladi?
8. Moddalarning mexanik xossalari nimalarga bog'liq?
9. Organizm to'qimalarining mexanik xossalarini xarakterlab bering.
10. Richag deb nimaga aytiladi?
11. Kuch richagini tushuntiring.
12. Tezlik richagini tushuntiring.
13. Odamning tayanch-harakat apparati mexanikasining elementlariga nimalar kiradi?
14. Biologik to'qimalarning mexanik xossalarini yoritirng.
15. Suyak to'qimasining mexanik xossalarini yoritirng.
16. Terining mexanik xossalarini yoritirng.
17. Mushak to'qimasining mexanik xossalarini tushuntirng.
18. Mustahkamlik deb nimaga aytiladi?
19. Plastiklik deb nimaga aytiladi?
20. Mo'rtlik nima?
21. Muskulning absolyut kuchi nima?
22. Ergometriya degnda nimani tushunsiz?
23. Bo'g'imlarning asosiy mexanik tavsifini yoritirng.
24. Biomexikaning tibbiyotdagi ahamiyatini tushuntirng.

2-BOB. AKUSTIKA

Akustika- eng past chastotali tebranishlardan boshlab o'ta yuqori (10^{12} - 10^{23} Hz) chastotali elastik tebranishlar va to'lqinlarni o'rganvchi fizikaning bir bo'limidir. Akustika bir necha bo'limlarda o'rganilib, fizik akustika- turli xil muhitlarda elastik to'lqinlarning tarqalish xususiyatlarini o'rgansa, fiziologik akustika- odam va hayvonlarning tovush qabul qilish va eshitish organlarining tuzilishi hamda ishlash jarayonlarini o'rganadi.

Tor ma'noda akustika bu, tovush haqidagi, ya'ni odam qulog'i qabul qila oladigan (16 Hz dan 20000 Hz gacha) gazlar, suyuqlik va qattiq jismlardagi elastik tebranishlar va to'lqinlar haqidagi ta'limotdir.

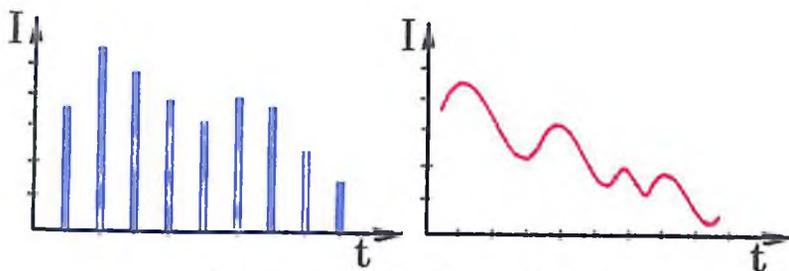
2.1-§. Tovushning tabiati

Tovush- tirik mavjudodlarni atrof muxitini tashkil qiluvchi asosiy fizik kattaliklaridan biridir. Odam organizmining eshitish a'zolari-tashqi, o'rta va ichki quloq bo'linmalari 16 Hz dan 20 kHz gacha bo'lgan atrof muxit zarralarining tebranishini tovush sifatida qabul qilish xususiyatiga egadir. Tovush atrof muxitning har qanday ko'rinishida mavjud bo'lib, tarqalish tezligi har xil qiymatlari bilan farq qiladi (qattiq, suyuq, gaz ko'rinishidagi moddalarda).

Tovush manbalari harakatlanayotgan va muxit zarralarini harakatga keltiradigan har qanday jismlar bo'la oladi (kamerton, musiqiy asbob torlari, mashina shovqinlari va hakazolar).

Tovushlar tonlarga, shovqinga va tovush zarbalariga bo'linadi. Tonlar o'z navbatida oddiy va murakkab tonlarga bo'linadi. Garmonik tebranish qonuniyatiga bo'ysunadigan tovush tebranishiga oddiy tonlar deb ataladi. Uning asosiy xarakteristikasi- uning chastotasidir. Garmonik bo'lmagan tovushlar tonlar deb ataladi. Bunday tebranishlarga misol- odam tovushi, musiqiy asbob tovushi bo'ladi. Murakkab tonlarning spektri chiziqli bo'ladi (2.1-rasm).

Vaqt oralig'ida murakkab o'zgaradigan tovush shovqin deb ataladi. Shovqin bu tartibsiz o'zgaradigan murakkab tonlardan tashkil topgan tovushdir. Shovqin tovushining spektri uzliksiz bo'ladi.



2.1-rasm. Tonlarning spektrlari.

Tovush zarbasi -qisqa muddatli tovush ta'siridir (chapak, to'p zarbi tovushi va h.k.).

Matematik ko'rinishda, tovushning balandligi tovush intensivligini logarifmiga proporsionaldir, degan ma'noni bildiradi.

Tovushning sub'ektiv fiziologik xarakteristikasi - tovushning balandligidir. Tovushning balandligi tovushni eshita olish sezgirligini xarakterlaydi. Tovush balandligini o'lchash asosida Veber-Fexnerning psixofizik qonuni yotadi. Bu qonunga asosan, tovushning balandligi geometrik progressiya qonuniyatiga proporsionaldir :

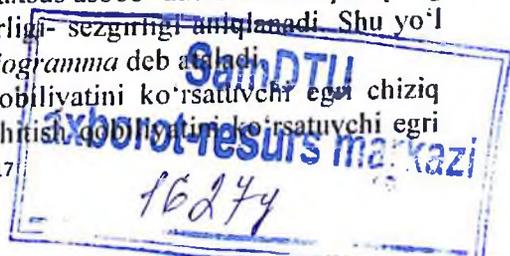
$$E = k \lg \frac{I}{I_0}$$

I - tovush intensivligi; I_0 - sezish chegarasidagi tovush intensivligi; k-proporsionallik koeffitsenti.

Har xil chastotalarga mansub bo'lgan tovushning balandligi va intensivligi orasidagi bog'lanishni aniqlash uchun bir xil balandlikni aniqlovchi egri chiziqdan foydalaniladi. Bunday egri chiziqlar har xil chastotalar uchun tovush balandligi va uning intensivligi orasidagi bog'liqliklarni ko'rsatib beradi. Bunday o'lchashlar tovushni eshish qobiliyati me'yorida bo'lgan ko'pgina odamlardan olingan kattaliklarning o'rtacha qiymati asosida tuziladi. Bu egri chiziqlarning eng yuqori egri chizig'i- og'riq sezish chegarasiga to'g'ri keladi. Bu egri chiziqlarning eng pastki chizig'i tovushning eshish chegarasiga ya'ni sezish o'tkirligiga mos keladi.

Tovushni eshish sezgirligini aniqlash usuli *audiometriya* deb ataladi. Buning uchun sozlangan maxsus asbob- audiometrda quloqning har xil chastotalarda eshish o'tkirligi- sezgirligi aniqlanadi. Shu yo'l bilan hosil qilingan egri chiziq *audiogramma* deb ataladi.

Sog'lom odamning eshish qobiliyatini ko'rsatuvchi egri chiziq bilan bemor odamning shunday eshish qobiliyatini ko'rsatuvchi egri



chiziqni solishtirish natijasida eshitish a'zolarining shikastlangan qismi diagnostikasi olib boriladi.

2.2-§. Eshituv sezgilarining tavsifi. Tovush o'lchovlari

Eshituv sezgisida tovushning yuksakligi, balandligi va tembri tafovut qilinadi. Bu tavsiflar tovush chastotasi, kuchi va tovush to'lqinining tebranishlari shakli bilan bog'langan bo'ladi.

Tebranishlar chastotasini quloq tovush balandligi sifatida baholaydi. Tebranishlar chastotasi qancha katta bo'lsa, tovush shuncha baland bo'lib eshitaladi. Tovushning balandligi tovush kuchiga ham bog'liq, ammo bu bog'lanish birmuncha kam darajadadir (kuchliroq tovush pastroq bo'lib eshitaladi), amalda bu bog'lanish hisobga olinmaydi va tovushning balandligi faqat tebranishlar chastotasiga bog'liq deb olinadi. Tovushning balandligini baholash uchun quloqqa eshitaladigan tovushlarning hamma diapozoni *oktavalar* deb ataladigan intervallarga bo'linadi. Oktava ton yuksakligining shunday intervaliki, bunda chekka chastotalarning nisbati ikkiga teng bo'ladi:

Oktava	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chastotalar	1	3	64	12	25	512	102	204	409	8192
-ning	6	2	12	8	6	102	4	8	6	1638
chegaralari	3	6	8	25	51	4	204	409	819	4
	2	4		6	2		8	6	2	

Asosiy chastotasi bir xil bo'lgan murakkab tonlar tebranish shakli yoki tebranishining garmonik spektri bo'yicha farq qilishi mumkin. Misol tariqasida royalda va klarnetda olingan bir notaning tebranish grafiklari hamda garmonik spektrlari ko'rinishida tasvirlanadi, bunda eshituv sezgilari ham bir-biridan bir qadar farq qiladi, bu farq tovush *tembri* deb ataladi. Shunday qilib, tembr eshituv sezgisining sifat tavsifi bo'lib, asosan, tovushning tebranish shakliga yoki garmonik spektriga bog'liqdir.

Quloqning tovushlari balandligi va tembri jihatidan farq qila olishi asosiy membranada yuz beradigan rezonans hodisalari bilan bog'langandir.

Tovush to'lqini asosiy membranaga ta'sir etib, unda muayyan tolalarning rezonans tebranishlarini xususiy chastotasi esa ayni tebranish garmonik spektrining chastotalariga to'g'ri keladi. Bunda tolalar bilan bog'langan tukli hujayralar qo'zg'aladi va eshituv analizatorining

markaziy bo'limiga nerv impul'slari yuboradi, bu yerda impul'slar yig'ilib, tovush balandligi va tembri sezgisini vujudga keltiradi.

Hozirgi tadqiqotlar tovushni qabul qilish mexanizmining bir qadar murakkab ekanligini ko'rsatadi. Tebranishning yuqori chastotalari sohasida tebranishlar o'z chastotalariga qarab, vestibulyar va chig'anoq yo'li uzunligining faqat muayan qismigagina tarqaladi. Demak, tebranish jarayoniga asosiy membraning qo'zg'aluvchi hujayralar soni katta yoki kichik bo'lgan tegishli qismlarigina jalb etiladi. Hujayralar soni va ular qo'zg'alishining tebranishlar shakliga bog'liq bo'lgan nisbiy darajasi tovush balandligi va tembrini sezishga sabab bo'ladi. Past chastotalarda tebranish jarayoniga butun asosiy membrana jalb etiladi va bunda tovush yuksakligini sezuvchi hujayralarda vujudga keladigan impul'slarning chastotasiga bevosita bog'liq bo'ladi.

Tovushning balandligi deganda eshituv sezgisining darajasi tushuniladi. Tovush kuchi I qancha katta bo'lsa, tovushning balandligi E ham shuncha katta bo'ladi. Ular orasidagi nisbat quloqning sezgirligiga bog'liq:

$$E = \varphi I,$$

bu yerda φ -ayni sharoitda quloqning sezgirligini xarakterlovchi proporsionallik koeffitsiyenti.

Quloqning sezgirligi tebranishlar chastotasiga qarab ham, tovush kuchiga qarab ham o'zgaradi, bu *adaptatsiya* xossasi bilan bog'langandir. Organ sezgirligining ta'sirlanish kuchiga qarab o'zgarishi adaptatsiya deb ataladi: kuchli ta'sirlanishlarda organning sezgirligi ortadi. Ta'sirlanish kuchiga bo'lgan adaptatsiya barcha sezuv organlariga xosdir. Bu, tovush qattiqligini o'lchashni ma'lum darajada murakkablashtiradi.

Quloqning sezgirligi, odatda, *eshituvchanlik bo'sag'asi* bilan, ya'ni tovushning zo'rg'a farq qilnadigan eshituv sezgisi hosil qiladigan eng kichik kuchi bilan xarakterlanadi. Eshituvchanlik bo'sag'asining chastotasiga qarab o'zgarishi o'z xarakteri jihatidan quloq sezgirligining o'zgarishiga teskaridir. Qulog'ining sezgirligi o'rtacha bo'lgan odamga chastotasi 16 Hz dan kichik yoki 20000 Hz dan katta bo'lgan tebranishlar eshituv sezgisi hosil qilmaydi, chunki eshitiluvchanlik bo'sag'asi juda yuqori bo'ladi. Chastotaning 16 Hz dan boshlab pasayishida eshitiluvchanlik bo'sag'asi pasaya boradi, 1000-3000 Hz chastotalar sohasida esa eng past bo'lib qoladi, shundan keyin yana sekin-asta orta boradi.

Adaptatsiya munosabati bilan, sezuv organlari, shu jumladan quloq ham, idrok etadigan, kuchli jihatidan har xil bo'lgan ta'sirlar chegarasi ancha kengayadi. Biroq quloq hatto kuchi jihatidan bir-biriga yaqin ikkita ta'surotni solishtirib ko'rilganda kuzatiladigan farqni yetarlicha aniq eshitadi. Bu narsa tovush balandligini o'lchashning qiyosiy metodini keltirib chiqaradi. Bunda tovushning absolyut balandligi emas, balki uning tovush balandligining dastlabki yoki nol darajasi deb qabul qilingan biror kattalikka nisbati o'lchanadi. Tovushning balandligi tovush kuchi bilan bog'langanligidan, qiyosiy metod tovush kuchini o'lchash uchun ham qo'llaniladi. Eshituvchanlik bo'sag'asining o'rtacha ma'lumotlariga muvofiq, quloqning sezgirligi eng katta bo'lganda shkalaning nol darajasi tarzida $I_0=10^{-10}$ mkvt/sm² ga teng tovush kuchi qabul qilingan. Tovushning bu kuchiga $p_0=2 \cdot 10^{-4}$ din/sm² yoki birga teng tovush bosimi to'g'ri keladi. Shkalaning yuqorigi darajasi $I_m=10^2$ mkvt/sm² ga teng tovush kuchi va tegishlicha $p_m=200$ din/sm² ga teng tovush bosimi qabul qilingan.

Shunday quilib, shkalaning yuqori va pastki darajalari nisbati 10^{12} ni tashkil etadi. Butun shkala 12 ta darajaga, ya'ni birlikka bo'lingan, bu darajalardan har biriga ikki xil tovush kuchlarining 10 ga teng nisbati to'g'ri keladi. Shkalaning bu birligi *bell (b)* deb ataladi.

Binobarin, 1 b tovush kuchining 10 baravar ortishiga (yoki kamayishiga) to'g'ri keladi, n bellar soni esa ayni tovushning kuchini xarakterlaydi va tovushning I_n kuchi nolinch daraja tovushning I_0 kuchidan necha marta katta ekanligini bildiruvchi sonni hosil qilish uchun 10 sonini necha darajaga ko'tarish lozim bo'lsa, ana shu darajani ko'rsatadi:

$$I_n/I_0=10^n, \text{ bunda } I_n=I_0 \cdot 10^n=10^{-10} \cdot 10^n \text{ mkvt/sm}^2$$

Agar ikki xil tovush kuch jihatidan bir-biridan a belga farq qilsa, demak, bu tovushlarning kuchlari (I_1 va I_2) orasidagi nisbat a0 a ni tashkil etadi, ya'ni

$$I_1/I_2=10^a$$

bo'ladi.

Lograifmlar to'g'risidagi tushnchadan foydalanib, shuni aytish mumkinki, ikki xil tovush kuchlari I_1 va I_2 darajalarining ayirmasini belgilovchi a bellar sonini shu tovushlar kuchlari nisbatining logarifmiga teng:

$$A=\lg(I_1/I_2).$$

Shu munosabat bilan tovush kuchini o'ldash shkalasi logarifmik shkala deb ataladi. Tarixan olganda bu shkala Veber-Faxner qonuni bilan asoslab berilgan, bu qonunga ko'ra esa tovushni sezish darajasi ta'ssurot kuchining shu kuch bo'sag'a qiymatiga nisbatining natural logarifmiga to'g'ri proporsionaldir. Ayni holda bu degan so'z tovushning balandlik darajasi E tovush kuchi I ning bo'sag'a qiymati I_0 ga nisbatining natural logarifmiga proporsional demakdir:

$$E = k \ln(I/I_0),$$

bu yerda k-tegishli o'zgarimas kattalik (const). Tajriba shuni ko'rsatadiki, bu qonun faqat taqriban va kuchi jixatidan o'rtacha bo'lgan ta'sirotlar sohasidagina bajariladi, ammo logarifmik shkala qulay bo'lganligidan, bundan keyin ham shu shkaladan foydalanilgan.

Belldan 10 marta kichik bo'lib, detsibell (db) deb ataladigan birlikdan ham foydalaniladi. Bu holda agar detsibellar soni m berilgan bo'lsa, u holda $I_m/I_0 = 10^{m/10}$ tarzda yozish mumkin. Binobarin, bir detsibell ikki xil tovush kuchlarining 1,26 ga teng nisbatiga to'g'ri keladi, m detsibellar soni esa tovush kuchining $1,26^m$ marta o'zgarishiga to'g'ri keladi:

$$I_m/I_0 = 1,26^m.$$

Logarofmik shaklda $m = 10 \lg(I_m/I_0)$ bo'ladi.

Detsibellar shkalasi

Detsibellar soni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tovushlar kuchlarining nisbati	1,26	2,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10

Tovushning balandlik shkalasi tovushning kuchi shkalasiga muvofiq tuzilgan, bu shkalada ham 12 daraja yoki birlik bo'lib, ular ham *bellar* deb ataladi. Bunda 1000 Hz chastotali ton tovush kuchi shkalasidan tovush balandligi shkalsiga o'tish ekanligi, ya'ni tovush balandligi shkalasida 1000 Hz chastotali ton uchun tovush kuchi shkalsidagi bellar soniga to'g'ri kelishi shartlashib olingan.

Bunda tovush balandligi shkalsining nol darajasi E_0 tonning tovush kuchi $I_0 = 10 \text{ mkvt/sm}^2$ yoki tovush bosimi $P_0 = 0,0002 \text{ din/sm}^2$ bo'lgandagi 1000 Hz ga teng balandligi tarzida aniqlanadi.

Tovush balandligi belli 1000 Hz ton balandligining tovush kuchi 1 b, ya'ni 10 baravar o'zgarandagi o'zgarishiga to'g'ri keladi.

Tovush balandligining detsibelli fon deb ataladi va 1000 Hz ton balandligining tovush kuchi 1 db (ya'ni 1,26 baravar) o'zgarandagi o'zgarishiga to'g'ri keladi va hokazo:

Tovush balandligi darajasi, fon hisobida	Tovush kuchi, mkvt/sm ² hisobida	Tovush bosimi, din/sm ² hisobida	Tovushning taxminiy xarakteri
0	$1 \cdot 10^{-10}$	0,0002	Eshitiluvchanlik bo'sag'asi
10	$1 \cdot 10^{-9}$	0,00064	Yurak tonlari stetoskop orqai
20	$1 \cdot 10^{-8}$	0,002	Shivirlab gaplashish
30	$1 \cdot 10^{-7}$	0,0064	-
40	$1 \cdot 10^{-6}$	0,02	Odatdagi gaplashish
50	$1 \cdot 10^{-5}$	0,064	-Gavjum ko'chadagi shovqin
60	$1 \cdot 10^{-4}$	0,2	Baland ovoz bilan gaplashish
70	$1 \cdot 10^{-3}$	0,64	Ovozi baland qilib qo'yilgan
80	$1 \cdot 10^{-2}$	2	reproduktor
90	$1 \cdot 10^{-1}$	6,4	Metro poyezdidahi shovqin
100	$1 \cdot 10^{-0}$	20	Avtosirena
110	$1 \cdot 10^{-1}$	64	Avamotor shovqini
120	$1 \cdot 10^{-2}$	200	Og'riq sezgisi

Jadvalda 1000 Hz chastotali ton uchun tovush balandligi shkalsi, shuningdek shkalaning ba'zi bo'linmalariga to'g'ri keladigan tovushlarning taxminiy tavsifi keltirilgan va tegishli tovush kuchlarining kattaligi va tovush bosimining qiymatlari ko'rsatilgan.

Shunday qilib, 1000 Hz chastotali ton uchun bell yoki detsibell bilan ifodalangan tovush balandligi va kuchi bir-biriga to'g'ri keladi. Boshqa chastotalardagi tonlarda esa, ular to'g'ri kelmaydi va bu holda *teng balandliklar egri chiziqlari* deb ataladigan o'tish egri chiziqlaridan foydalanish zarur bo'ladi. Bunday egri chiziqdan foydalanib, tebranishlarning chastotasi har qanday bo'lganda ham tovush balandligi darajasidan (egri chizig'i tuzilgan balandlik darajasidan) tovush kuchi

darajasiga va aksincha, tovush kuchi darajasidan tovush balandligi darajasiga o'tish mumkin.

Tovushning teng balandlik egri chiziq-lari rasmana eshitadigan kishilarda ko'p marta o'lchashlar o'tkazish natijalaridan olingan o'rtacha ma'lumotlar asosida tuzilgan. Bu egri chiziq-larda har biri butun egri chiziq uchun o'zgar-mas balandlik darajasi beradigan tebranishlar chastotasi bilan tovush kuchi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Bunday egri chiziqqa, chunonchi eshitiluvchanlik bo'sag'asi egri chizig'i (tovush balandligining bo'sag'a darajasi) misol bo'la oladi. Bu egri chiziq-lardan har birini tuzish uchun 1000 Hz ton balandligining (bu ton bir quloq bilan eshitib ko'rilgan) muayyan darajasi olinib, boshqa har xil chastotalardagi tonlar (bu tonlar ikkinchi quloqqa berilib turiladi) eshitilish sezgisi jihatidan ana shu tonga tenglashtiriladi va bu tonlardagi tovush kuchi o'lchanadi.

Eshitish qobiliyatini tekshirish usuli *audiometriya* deb ataladi. Bunda zarur kerak jihozlar (havo hamda suyak o'tkazuvchanligi uchun telefonlar, shu kabilar) bilan ta'minlangan tovush generatoridan iborat apparatdan (audiometr-dan) foydalaniladi. Tekshirishda oktavalor orasidagi chastotalarda eshituvchanlik bo'sag'asi egri chizig'ining nuqtalari aniqlanadi. Hosil qilingan grafik *audiogramma* deb ataladi. Eshitish qobiliyatining pasayganligi normal egri chiziqqa taqqoslash yo'li bilan aniqlanadi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan solishtirish shkalasi, shuningdek shovqinlarning balandligini baholash uchun ham qo'llaniladi. Shovqin organizmga zararli ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun sanoatda va qurilishda shovqinga qarshi kurash uchun maxsus choralar ko'riladi. Shovqinga qarshi kurash shovqin manbalarini bartaraf etish yoki shovqinni kamaytirish, masalan, tovush yutuvchi materiallar (gazlama, namat, tiqin, g'ovak rezina va boshqalar) ishlatish yo'li bilan amalga oshiriladi. Shovqinning qanchalik zararli ekanligi uning takrorlanishiga ham bog'liq bo'ladi: yuqori chastotali shovqinlar uchun past chastotali shovqinlarga qaraganda zararliroqdir. Shovqinning yo'l qo'yiladigan eng yuqori chegarasi: yuqori chastotali shovqinlar uchun 75-80 db, past chastotali shovqinlar uchun esa 90-100 db ni tashkil etadi. Shovqinning yo'l qo'yiladigan normal darajasi 40-50 db hisoblanadi.

Shovqin balandligini ob'yektiv o'lchash uchun maxsus asboblarshovqin o'lchagichlar (shumometr-lar) qo'llaniladi. Shumometr shovqinning tovush tebranishlarini elektr tebranishlariga aylantiradigan

mikrofondan iborat. Bu tebranishlar kuchaytiriladi, to'g'rilanadi va ularning o'rtacha qiymati detsibell hisobida darajalangan shkalada mikroampermetr yordamida o'lchanadi. Dastadan chastotalar diapozonlarini o'zgartirish uchun foydalaniladi.

2.3-§. Tibbiyotda tovush usulida tashxis qo'yish va davolash

Tovushning asosiy moxiyati shundaki, u ham yorug'lik kabi axborot manbai xisoblanadi. Demak, tovush odam ichki organlarning holati to'g'risida ma'lumot beruvchi manba xam bo'lishi mumkin.

Kasallikni diagnostika qilishning keng tarqalgan usullaridan biri auskultatsiya. Bu usular uchun stetoskop yoki fonendoskop qo'llaniladi. Fonendoskop kavak kapsula va tovushni uzatuvchi membranadan iborat (2.2-rasm).



2.2-rasm. Fonendoskop.

O'pkada hosil bo'lgan shovqinlarini kasallik uchun xarakterli bo'lgan turli xil xirillashlarni eshitib ko'riladi. Auskultatsiyadan foydalanib, oshqozonda va ichakdagi to'liqsimon qisqarishlardagi ortiqcha qo'zgalishilarini va ona qornidagi bolani yurak urishlarini aniqlash mumkin.

Yurak ishi faoliyatini diagnostika qilishda fonokordoografiya (FKG) metodi qo'llaniladi. Bu usulning mazmuni yurak tonlari va shovqinlarini grafik ko'rinishida qayd qilish va ularni diagnostik analiz qilishdan iborat. Fonokordiograf (2.3-rasm) yordamida fonokordiogrammani (2.4-rasm) yozib olinadi. Fonokardiograf mikrofon, kuchaytirgich, chastotalar filtrlaridan va qayd qiluvchi qurilmadan iborat.



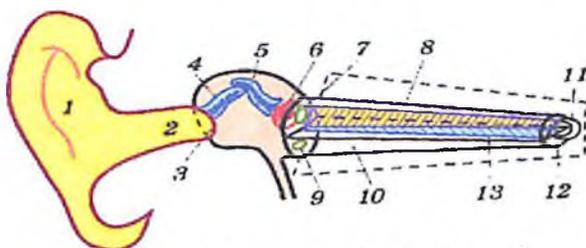
2.3-rasm. Fonokordiograf.



2.4-rasm. Fonokordiogramma.

Bulardan tubdan farq qiluvchi yana bir usul perkussiya usuli bo'lib, bunda tananing turli qismlariga urib ko'rishda chiqayotgan tovush eshitib ko'riladi. Tana sirti bo'ylab urib ko'rilganda tebranishlarning keng diapazondagi chastotasi hosil bo'ladi. Bu diapozondagi ayrim tebranishlar tez so'nadi, ba'zilari esa rezonans tufayli kuchayib ketishi mumkin, hamda eshitivchan bo'lib qoladi. Tajribali shifokor perkussiya tovushlarni toniga qarab ichki a'zolari holatini va topografiyasini aniqlaydi.

Odamning eshitish apparati tovush o'tkazuvchi qism bilan tovush qabul qiluvchi qismidan iborat. Tovush o'tkazuvchi qism tashqi eshitish yo'li (2) nog'ora parda (3) va eshitish suyakchalari: bolg'acha (4), sandon (5), uzangi (6) dan iborat (2.5-rasm), bolg'acha, sandon, uzangi eshitish suyakchalari bo'lib, o'rta quloq deb ataluvchi bo'shliqqa joylashgan. Uzangi o'zining yassi asosi bilan pardaga birikkan, parda esa ichki quloqqa tutashgan.



2.5-rasm. Odamning eshitish apparati.

Tovush qabul qiluvchi apparatni o'z ichiga olgan ichki quloq murakkab shaklli suyak bo'shlig'i bo'lib, labirint deb ataladi, bu bo'shliq perilympfa suyuqligi bilan to'lib turadi.

Tovush to'lqini tashqi eshitish yo'li (2) orqali o'tadi va nog'ora parda (3) dan qisman qaytadi. Tushayongan va qaytayotgan to'lqinlar interferensiyasi natijasida akustik rezonans yuz berishi mumkin. Bu xol to'lqin uzunligi tashqi eshitish yo'li uzunligidan 4 marotaba katta bo'lganda yuz beradi. Odam qulog'ida eshitish yo'li uzunligi taxminan 2,3 sm, demak akustik rezonans chastota

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^2}{4 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}} = 3 \text{ kHz}$$

ga teng bo'lganda vujudga

keladi.

O'rta quloqning vazifasi ichki quloqqa tovush intensivligini ko'proq o'tkazishga yordam qilishdan iborat, boshqacha aytganda, o'rta quloq

havoning va ichki quloq suyuqligining qarshiligini bir biriga moslashtiradi.

Tovush bosimi (P) muxit zarrachalari tebranishlarini tezligiga bog'liq

$$\left(\frac{P}{v}\right) = \rho \cdot c \text{ \textit{EKH}} \quad P = \rho \cdot c \cdot v$$

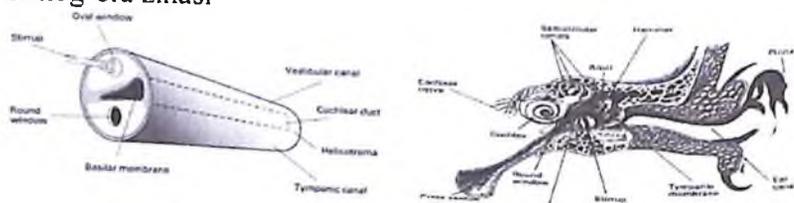
ρ - muxit zichligi, c - to'liqinni muxitdagi tezligi, $\rho \cdot c$ - solishtirma akustik impedans yoki yassi to'liqin uchun to'liqin qarshilik deb ataladi. Agar ikki muxitini to'liqin qarshiliklari $p_{1c1} = p_{2c2}$ teng bo'lsa to'liqin ikki muxit chegarasidan qaytmasdan to'g'ri o'tadi. O'rta quloq tashqi tovush bosimini ichki quloqqa 28 db gacha oshirib uzutib beradi.

O'rta quloqning vazifalaridan biri tovush intensivligi katta bo'lganda uzatilayotgan tebranishlarini kuchsizlantirishdir. Bu esa o'rta quloq suyakchasi muskullarining reflektorli bo'shshishi tufayli amalga oshiriladi.

Tashqi va o'rta quloq tovush o'tkazuvchi sistema, ichki quloq esa tovush qabul qiluvchi sistema xisoblanadi.

Ichki quloqning asosiy qismi spiral shakldagi burilgan chig'anoq (2.7-rasm) bo'lib mexanik tebranishlarini elektr signallariga aylantirib beradi. Ichki quloqda chig'anoqdan tashqari, eshituv funksiyasiga taalluqli bo'lmagan vestibulyar apparat kiradi. Odam qulog'i chig'anoq suyak moddasidan iborat bo'lib, uzunligi 35 mm konus shaklidagi spiraldan iborat. Asosining diametri 9 mm, balandligi taxminan 5 mm. Chig'anoq bo'ylab 3 ta kanal o'tadi. (2.6-rasm)

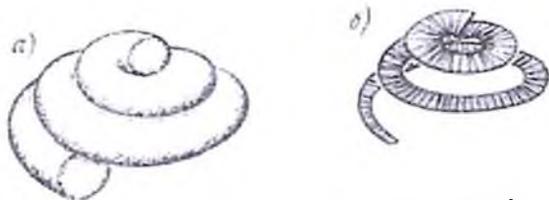
1. vestibulyar zina
2. nog'ora zinasi



2.6-rasm. Chig'anoq tuzilishi.

3.(1) va (2) - chi kanallar orasidan o'tuvchi chig'anoq kanali. 1 - va 2- kanallar yagona sistemani tashkil qilib perelimfa suyuqligi bilan to'ldirilgan 3- kanal endolimfa suyuqligi bilan to'ldirilgan. Chig'anoq kanali bilan nog'ora zinasi orasidan chig'anoq bo'ylab asosiy membrana o'tadi. Ta'sirni qabul qiluvchi xujayralar eshitish retseptorlari bo'lgan. Kortiev organi mavjud bo'lib, mexanik tebranishlari elektr signallariga

aylantirib beruvchi organning o'zidir, chig'anoqdan eshishitish nervi ham o'tadi.



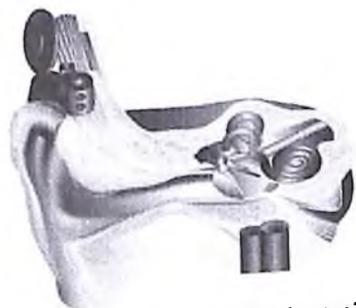
2.7-rasm. Ichki quloqning asosiy qismi.

Asosiy membrana uzunligi 32 mm bo'lib, avval teshikchadan chig'anoq tepasiga yo'nalish bo'ylab kengayadi va torayib boradi (0,1 dan 0,5 mm gacha).

Asosiy membrana fizika uchun juda qiziqarli struktura bo'lib, chastota tanlash xossasiga egadir. Asosiy membranaga akustik ta'sir ko'rsatilsa, to'lqin tarqala boshlaydi. Bu to'lqinlar chastotasiga qarab turlicha so'nadi.

Shunday qilib, ichki quloqda aniq bir funksional zanjir mavjudligi kuzatiladi, oval teshik membranasini tebranishi - perilymfaning tebranishi - asosiy membrananing tebranishi - kortiev organi retseptorlari elektr signalini generatsiya qilish va boshqalar.

Tovush eshitmaslikning (karlikning) ayrim shakllariga chig'anoq retseptor apparatining jaroxatlanishi sabab bo'ladi. Bunday hollarda chig'anoq mexanik tebranishlar ta'sirida elektr signallarini generatsiyalamaydi. Bunday karlarga yordam berish mumkin. Buning uchun chig'anoqqa elektrodlar kiritiladi va ularga elektr signallari beriladiki bu signallar mexanik ta'sirlar tufayli hosil bo'ladigan stimulgam mos bo'lsin. 2.8-rasmda Koxlear implanteti ko'rsatilgan



2.8-rasm. Koxlear implanteti.

2.4-§. Ul'tratovush

Chastotasi 20 kHz dan oshadigan, har xil muhitlarda bo'ylama to'lqinlar tarzida tarqaladigan elastik tebranishlar *ul'tratovush* deb ataladi. Ul'tratovush tebranishlari chastotalarining yuqori chegarasi cheklangan emas. Hozirgi vaqtda chastotasi 200 M Hz gacha bo'lgan ul'tratovush tebranishlari hosil qilingan.

Tovush tebranishlari bilan ul'tratovush tebranishlarining tarqalish tezliklari taxminan bir xil. Ul'tratovush to'lqini, tovush to'lqini kabi, modda zarrachalarining navbatlashib keluvchi, quyuvlashgan va siyraklashgan maydonlaridan iborat bo'ladi. Ul'tratovush to'lqinlarining uzunligi tovush to'lqinlarining uzunligidan ancha qisqa. Shu munosabat bilan ul'tratovush to'lqinlarining ba'zi xossalari tovush to'lqinlarining xossalariidan farq qiladi.

Ul'tratovush hosil qilish uchun ko'pincha peyzoelektrik effektdan foydalaniladi. Bunda tegishli modda (kvars, bariy va boshqa moddalar) dan qilingan plastinka mexanik tebranma harakatga keltiriladi, bu plastinka o'z yoqlariga ulangan o'zgaruvchan elektr kuchlanishi ta'siri ostida o'z qalinligini davriy ravishda o'zgartirib turadi. Bu tebranishlar shu plastinka bilan uringan muhitni plastinka yoqlariga berilgan kuchlanishning chastotasiga mos chastota bilan elastik tebranma harakatga keltiradi. Tebranishlar atrof-muhitga bo'ylama to'lqin shaklida tarqaladi. Effektni kuchaytirish uchun plastinka o'lchamlari shunday qilib olinadiki, bunda plastinkaning xususiy tebranishlari chastotasi qo'zg'aladigan tebranishlarning chastotasiga to'g'ri keladi, ya'ni rezonans hodisasidan foydalaniladi.

To'lqin uzunligining kichik va plastinka shaklining yassi bo'lishi ul'tratovush to'lqinlarining to'g'ri chiziqli, shakl jihatidan nurlantirgichga o'xlashash yo'nalgan oqimlar bilan tarqalishiga olib keladi. Kvars nurlantirgichdan havoda tarqaluvchi ul'tratovush to'lqinlari oqimining fotografiyasi tasvirlangan (bu fotografiya havoning ul'tratovush to'lqinida siqilish va siyraklanish maydonlarining har xil optik xossalariidan foydalanishga asoslangan maxsus usul yordamida olingan).

Yuqori chastotali ul'tratovush to'lqinlarining alohida xossasi shuki, bu to'lqinlarni havo muhiti intensiv ravishda yutadi, shuningdek ular havo muhiti bilan bo'lgan chegaradan qaytadi. Shu munosabat bilan chastotasi ancha katta (bir necha yuz kilogers) ul'tratovushdan foydalanishda u

ob'yecktga yaxshi kontaktda bo'lishni ta'minlaydigan biror oraliq muhit, odatda, suyuq muhit (suv, moy va shu kabilar) orqali ta'sir ettiriladi.

Ul'tratovush to'qlinlarning moddaga ta'siri shu modda zarrachalarining navbatma-navbat quyuqlashuvi va siyraklashuvi natijasida *moddada hosil bo'ladigan deformatsiyalarga asoslangan*, modda zarrachalarining quyuqlashuvi va siyraklashuvi esa to'qlin ta'siridan kelib chiqadi. Ul'tratovush to'qlinlarining quvvatiga qarab bu deformatsiyalar moddaning tarkibini biroz o'zgartirishi yoki moddaning butunlay yemirilishiga sabab bo'lishi mumkin. Ul'tratovush to'qlinining quvvati ancha katta bo'lsa, modda zarrachalarining siyraklanish joylarida modda yorilib, mikroskopik bo'shliqlar hosil bo'ladi. Agar bu jarayon suyuqlikda sodir bo'lsa, bo'shliqlar shu suyuqlik bug'i bilan yoki bu suyuqlikda erigan gazlar bilan to'ladi. Shundan keyin bo'shliqlar o'mida modda zarrachalarining siqilgan joylari hosil bo'ladi. siqilish bosimi esa bir necha o'n ming atmosferaga yetadi.

Ul'tratovushdan foydalanish uning moddani maydalash va yemirish xossasiga asoslangan. Masalan, ul'tratovush yordamida dispersligi yuqori dori emul'siyalari (masalan, kamfora moyi emul'siyasi) tayyorlanadi. O'simlik va hayvonot hujayralari qobiqlarini yemirish yo'li bilan ulardan biologik aktiv har xil moddalar (fermentlar, toksinlar, vitaminlar va shu kabilar) ajratib olinadi.

Xirurgiyada xavfli o'smalarni yemirish, tishlarni davolashda ularda teshiklar hosil qilish (ul'tratovush bor mashinasi) va boshqalarda ul'tratovushlardan foydalanishga urunib ko'rinmoqda.

Quvvati kichikroq ul'tratovushdan davolash maqsadlarida ham foydalaniladi. Bu holda ul'tratovushning organizm to'qimalariga birlamchi ta'siri shundan iborat bo'ladiki, ul'tratovush modda zarrachalarni mexanik tebranma harakatga keltiradi, bu tebranma harakatlar esa to'qimalarda qulay strukturaviy qayta tuzilishlarga sabab bo'lishi mumkin.

Ikkinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Tovushning fizik xarakteristikalarini yoritng.
2. Tovushning fiziologik xarakteristikalarini yoritng.
3. Tovush deb nimaga aytiladi?
4. Tovush o'lchovlariga nimalar kiradi?
5. Veber-Fexner qonuni qaysi fizik parametrlar orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi?

6. Infratovush to'liqlari chastotasi necha Hz ga teng?
7. Tovush to'liqlari chastotasi necha Hz ga teng?
8. Ul'tratovush to'liqlari chastotalari necha Hz ga teng?
9. Garmonik tebranma harakat deb nimaga aytiladi?
10. Siljish, davr, chastota, siklik chastotaga ta'rif bering.
11. To'liqin uzunligiga ta'rif bering.
12. Ko'ndalang va bo'ylama to'liqlar deb nimaga aytiladi?
13. Akustik rezonans nima?
14. Tovushning kuchi deganda nimani tushunasiz?
15. Tovushning balandligi deganda nimani tushunasiz?
16. Tovushning tembri deganda nimani tushunasiz?
17. Tovushning berilgan temperaturadagi va 0°S dagi tezligi nimaga teng?
18. Klinikada ishlatiladigan tovush metodlarining asosini tushuntiring.
19. Tibbiyotda tovush usulida tashxis qo'yish mumkinmi? Asoslab bering.
20. Tibbiyotda tovush usulida davolash mumkinmi? Asoslab bering.
21. Shovqin deb nimaga aytiladi ?
22. Tovush intensivligi o'lchov birliklarini yozing.
23. Ul'tratovush to'liqlarining tibbiyotdagi ahamiyatini tushuntiring.
24. Ul'tratovush hosil qilish uchun qaysi effektdan foydalaniladi ?

3-BOB. BIOREOLOGIYA

Bioreologiya- biofizikaning biologik suyuqliklar (qon)ning oqimini, to'qimalar, mushaklar, suyak va qon oquvchi tomirlar deformatsiyasini o'rganuvchi bo'limidir.

Reologiya (yununcha- oqish, oqim va ...logiya)- moddalar (jismlar)ning oquvchanligi va deformatsiyalanishi bilan bog'liq jarayonlarni o'rganish bilan shug'ullanadigan fan. Reologiyada turli qovushqoq, plastik materiallarning qaytmas qoldiq deformatsiyasi va oqishi bilan bog'liq jarayonlar hamda siljish (elastiklikning keyingi ta'siri va kuchlanish relaksatsiyasi) hodisalari ko'riladi.

Bioreologiya asosida Nyutonning qovushqoq suyuqliklar harakatiga qarshilik qonunlari, Stoks, Puazeyl va boshqa olimlarning tadqiqotlari yotadi.

3.1-§. Suyuqlik va gazlardagi bosim

Tomirlarning devorlariga beriladigan gaz va suyuqlik bosimi gaz yoki suyuqlik molekularining zarbarlaridan kelib chiqadi. Paskal qonuniga muvofiq suyuqlik va gazlar ularga bir xil yo'nalishlarda bosim o'tkazadi.

Suyuqlik yoki gazlarda ishlab chiqarilgan bosim suyuqlik yoki gaz hajmining har bir nuqtasiga olib chiqiladi.

Qon bosimi- tomirlarda oqayotgan qonning shu tomirlar devoriga ko'rsatadigan bosimi (tazyiqi), yurak ishi va tomirlar devorining qarshiligi tufayli vujudga keladi. Arterialar ichida—arteriyal kapilyariar ichida kapilyarlar va venalar ichida —venoz qon bosimi bo'ladi. Qon bosimi qonning tomirlar sistemasi bo'ylab oqishiga imkon beradi va shu bilan organizm to'qimalarida moddalar almashinuvini ta'minlaydi. Arterial bosimning (AB)-yuqori yoki past bo'lishi, asosan yurak qisqarishlarining kuchi va yurakning har qisqarganda qon tomirlar devoriga ta'sir ko'rsatadi.

Katta odamlarda normal arteriya bosim 100-140 mm simob ustuni (sistolik bosim) ga va 70-80 mm simob ustuni (diastolik bosim) ga teng.

Odamlarda qon bosimini aniqlashda qo'lning arteriyalaridan aniqlanadi. Yirik arteriyalarda qon bosimi yuqori. qon tomirlar kichraygan sari bosim ham kamayib boradi eng past bosim kapilyar qon tomirlarda bo'ladi. Hozirgi kunda qon bosimini o'lchashda Karatkov usulidan keng foydalaniladi.

Korotkov usulida qon bosimini aniqlashda bilak chuqurchasiga fonendoskop qo'yiladi, yelka qismiga esa tanometrning monjeti bog'lanadi. Yurak urishi bilan puls tomirlari bo'ylab laminar oqim (turbulent bo'lmagan) qon oqimi bilan arteriyalar bo'ylab silliq uzatiladi va hech qanday tovush hosil bo'lmaydi.

Suyuqlik va gazlardagi bosimni Paskal va Arximed qonunlari bo'yicha ko'rib chiqamiz.

Gazlarning molekullari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari juda ham kichik ya'ni ular bir-birlari bilan bog'lanmagan. Shuning uchun ham ular doimo betartib harakat holatida va har tomonga uchib ajratiladigan hajmni to'la egallaydi.

Gazlardan farqli ravishda suyuqlikning molekullari bir-birlari bilan ancha mustahkam bog'langan va ular orasidagi masofa qariyb o'zgarmaydi, shuning uchun ham suyuqlik siqilmaydi.

Berk idishdagi bosimni o'lchash uchun ishlatiladigan asboblarga manometr, atmosfera bosimini o'lchash uchun ishlatiladigan asboblarga esa barometrlar deyiladi.

Gidrostatik bosim- suyuqliklarning vazni harakatsiz, siqilmaydigan suyuqlik ichidagi bosimning taqsimlanishiga qanday ta'sir qilishini ko'raylik. Suyuqlikning muvozanat holatida gorizantal satx bo'yicha bosimi bir xil bo'ladi, aks xolda muvozanat bo'lmas edi, shuning uchun ham harakatsiz suyuqlikning erkin satxi doimo gorizantal boladi.

Arximed qonuni – suyuqlikning pastki qatlamidagi bosim yuqori qatlamidagidan ko'ra kattaroq bo'ladi va shuning uchun ham suyuqlikka botirilgan jismga itarib chiquvchi kuch ta'sur etadi. Suyuqlikka botirilgan jismga shu suyuqlik tomonidan yuqoriga yo'nalgan va jism siqib chiqargan suyuqlik vazniga teng bo'lgan itaruvchi kuch ta'sir etadi. Bu kuch Arximed kuchi deb ataladi.

Suyuqlik shu suyuqlikka tushirilgan yoki o'zi solingan qattiq jism yuziga bosim ko'rsatadi. Suyuqlik zarrachalarining bir-biriga nisbatan biroz siljishi natijasida *shu suyuqlikdagi bosim hamma tomonga bir tekislikda uzatiladi* (Paskal qonuni). Shu sababli bosim kuchlari suyuqlik bilan qattiq jismning bir-biriga tegib turadigan butun yuzasi bo'ylab taqsimlanadi va bu yuzaga perpendiklyar ravishda yo'naladi. Suyuqlikdagi bosim tashqi kuchlar ta'sirida, masalan, yuqoridagi suyuqlik ustunining og'irligi ta'sirida (gidrostatik bosim), nasosning siqish ta'siri ostida va shu kabi ta'sirlar natijasida hosil bo'ladi. Gaz bosimi qanday birliklarda o'lchansa, suyuqlikdagi bosim ham xuddi

shunday birliklarda o'lchanadi. Manometr vazifasini, odatda, yuqori uchi ochiq, pastki uchi esa suyuqlik bilan tutashgan to'g'ri shisha nay o'taydi.

Bosim ostida turgan suyuqlik ichki potensial energiyaga (bosim energiyasiga) ega bo'ladi, bu energiyaning qiymati E_p bosim p ning suyuqlik hajmi V ga ko'paymasi bilan o'lchanadi:

$$E_p = pV$$

3.2-§. Bernulli tenglamasi. Statik va dinamik bosim

Suyqlik molekularining o'zaro tortishish kuchi gaz molekularinikidan katta, ammo qattiq jismlar molekularinikiga qaraganda ancha kichik bo'ladi. Suyuqlik zarrachalari bir-biriga nisbatan oson siljiydi va bosim ta'siri ostida ancha katta bosimli sohadan ancha kichik bosimli sohaga ko'chadi. Bu hodisa suyuqlikning oqishi deb ataladi. O'zaro tortishish kuchi mavjud bo'lganligi sababli suyuqlik zarrachalari bir-biriga nisbatan siljishida bir qadar qarshilikka duch keladi, bu qarshilik, xuddi qattiq moddaning juda mayda zarrachalari orasida sodir bo'ladigan mexanik ishqalanish kabi suyuqlikning *ichki ishqalanishi* yoki *yopishqoqligi* deb ataladi. Suyuqlikning yopishqoqligi, masalan, suyuqliklarni qorishtirishda ko'rsatiladigan qarshilik, jismlarning suyuqlikda tushish vaqtida sekinlashuvi tarzida va boshqalarda namoyon bo'ladi.

Dastavval ideal suyuqlikning statsionar oqimini ko'rib chiqaylik (siqilmaydigan va yopishqoqlikka ega bo'lmagan suyuqlik ideal suyuqlik deb ataladi; statsioanar oqim shunday oqimki, bu oqim tezligi suyuqlikning har qanday qismida vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladi). Bu shartlar uchun suyuqlikdagi bosim p , suyuqlik zarrachalarining harakatlanish tezligi v va og'irlik kuchi maydonida (bu maydon sanoqning biror sathidan bo'lgan balandlik h bilan xarakterlanadi) shu zarrachalarning vaziyati orasida qanday bog'lanish borligini aniqlab olaylik.

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan ideal suyuqlikning V hajmga ega bo'lgan biror massasi m ning to'la energiyasi oqish vaqtida o'zgarmay qoladi, chunki unda ichki ishqalanish uchun ketadigan isroflik bo'lmaydi. To'la energiya bosimning potensial energiyasi ($E_p = pV$), og'irlikning potensial energiyasi ($E_p = mgh$) va kinetik energiya ($E_k = mv^2/2$) dan iborat bo'ladi. Yuqorida aytib o'tilganlarga binoan: $pV + mgh + mv^2/2 = \text{const}$ bo'ladi. Shunga muvofiq ideal suyuqlik m

massasining qandaydir ikki vaziyati, masalan, A va B nuqtalardagi vaziyatlari uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$P_1V+mgh_1+mv_1^2/2=P_2V+mgh_2+mv_2^2/2$$

Agar yuqorida chiqarilgan tenglamaning hadlarini suyuqlikning V hajmiga bo'lib chiqsak, m/V nisbat suyuqlikning zichligi ekanligi hisobga olinganda, quyidagini hosil qilamiz:

$$P+pg h+pv^2/2=\text{const}$$

Hosil bo'lgan tenglama Bernulli tenglamasidir.

Suyuqlikning gorizontol naylardagi harakati uchun og'irlik kuchini hisobga olmasa ham bo'ladi, bunda Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$p+pv^2/2=\text{const}$$

Bu tenglamadan Bernulli qoidasi deb ataladigan quyidagi xulosa kelib chiqadi: *gorizontol naydan oqayotgan yopishqoqmas suyuqlikning bosimi o'qim tezligi kam bo'lgan joyda katta va aksincha, oqim tezligi katta bo'lgan joyda kichikdir.*

Suyuqlikning har xil ko'ndalang kesimli nayda oqishini ko'rib chiqaylik. Agar nayning har qanday kesimidan vaqt birligida bir xil miqdorda (bir xil hajmda) suyuqlik oqib o'tsa, bunday oqim *uzluksiz oqim* deb ataladi. Bunda suyuqlikning nay maydonlaridagi harakat tezligi shu maydonlar ko'ndalang kesimlarining yuzalariga teskari proporsionaldir.

Darhaqiqat, nayning har qanday kesimidan vaqt birligida oqib o'tadigan suyuqlik hajmi V_0 nu nayning kesim yuzi S bilan suyuqlikning oqish tezligi v orasidagi ko'paytma tarzida ifodalash mumkin ($V_0=Sv$) ekanligini isbotlash qiyin emas. Shartga binoan ba hajm nayning har qanday kesimi uchun o'zgarmasdir, binobarin,

$$V_0=Sv=\text{const.}$$

bo'ladi, ya'ni suyuqlikning oqish tezligi bilan naysimon oqim ko'ndalang kesimi orasidagi ko'paytma o'zgarmas miqdordir. Bu munosabat naysimon oqimning uzluksiz tenglamasi deb ataladi.

Agar nayning kesim yuzasini S_1, S_2 bilan va suyuqlikning shu naydagi harakat tezligini v_1, v_2 bilan belgilasak, yuqorida aytib o'tilganlarga binoan

$$S_1v_1=S_2v_2 \text{ ni hosil qilamiz, bundan}$$

$$v_1/v_2=S_2/S_1 \text{ kelib chiqadi.}$$

Kesimi o'zgaruvchan nayda suyuqlikning oqish tezligi shu kesimlarning yuzalariga teskari proporsionaldir.

Bunda, Bernulli qoidasiga muvofiq, nayning kichik kesimli yuzalarida bosim past, katta kesimli yuzalarida esa bosim yuqori bo'ladi. Bu hodisaning sababini tushuntirib beraylik. Nayning kichik kesimli yuzalariga o'tishda suyuqlikning zarrachalari tezlashadi, bunga esa kengroq yuzalarda bosim hosil qiluvchi P_1 kuchning bir qismi sarflanadi (suyuqlik zarrachalarning muvozanat shartiga ko'ra $P_1 = P_2 + F_1$, bu yerda P_2 -nayning tor yuzasida bosim hosil qiluvchi kuch, F_1 -zarrachalarning tezlashuvini ta'minlovchi kuchdir.

3.3-§. Qon bosimini o'lchash

Tomirdagi qon bosimini o'lchashning bir necha usullari bor. Masalan:

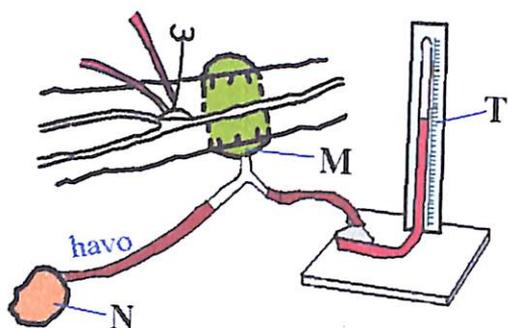
1. To'g'ridan – to'g'ri qon tomiriga igna kiritib, ignani ikkinchi tomonini rezina naycha bilan monometrغا ulanib o'lchanadi.
2. Yirik qon tomiriga ingichka katetr (ingichka poletilen naycha) kiritib uni ikkinchi uchi monometrغا ulanadi va bosim o'lchanadi.
3. Klinikada qo'llaniladigan, qonsiz, qon bosimini o'lchash usuli – Korotkov usulidir.



3.1-Rasm. Zamonaviy qon bosimini o'lchovchi asboblar.

Qon bosimini N.Korotkov usuli bilan o'lchashdan eng ko'p foydalaniladi. Bu usul bilan o'lchangan qon bosimi arteriyadagi qon bosimiga yaqin. O'lchashlar yelka arteriyasining tirsakdan yuqori qismida

olib boriladi. Manjeta (g'ilofga joylashtirilgan rezina kamera o'sha qismiga o'raladi. Keyin noxsimon havo haydagich yordamida manjetada kerakli bosim hosil qilinadi. Bu bosimning kattaligi monometrda kuzatiladi. N. Korotkov usuli, manjeta bilan siqilgan arteriyadan qon oqayotganda hosil bo'ladigan tovushlarni eshitishga asoslangandir. Arteriya to'la berkilganda hech qanday tovush eshitilmadi. Manjetadagi havo sekin pasaytirilganda esa tonlar eshitiladi. Bu tonlar arteriyaning va arteriya devorlarining vibratsiyasidan kelib chiqadi. Arteriyadagi birinchi ton bosimning maksimal qiymatiga to'g'ri keladi va sistolik bosim deyiladi. Keyinchalik manjetadagi bosim kamaygan sari shovqinlar oldin ko'payib, so'ng pasayadi va yana tonlar eshitiladi. Tonlarning qattiqligi pasayadi va nihoyat yo'qoladi. Shu vaqtdagi bosim diastolik bosim deyiladi. Arerial bosimni o'lchaydigan qurilma 3 qismdan iborat: M – manjeta, N - havo haydagich, T – simobli manometr, ya'ni sfigmomanometr yoki membranali manometr – sfigmotonometr dan iborat.



M – manjeta
 N - havo haydagich
 T – simobli manometr,
 ya'ni sfigmomanometr yoki
 membranali
 manometr –
 sfigmotonometr dan iborat.

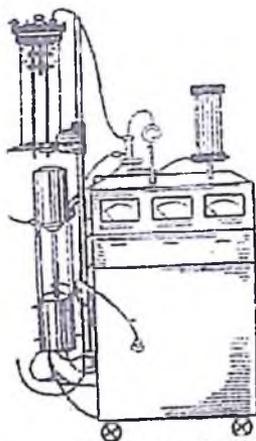
3.2-Rasm. Arterial bosimni o'lchaydigan qurilmani tuzilishi.

3.4-§. Sun'iy qon aylanish apparati. Sun'iy yurak. Sun'iy buyrak

Yurakda operatsiya qilish davomida uni vaqtincha qon aylanish sistemasidan ajratishga to'g'ri keladi, bunda maxsus sun'iy qon aylanish apparatidan foydalaniladi (3.3-rasm). Mazmunan, bu apparat sun'iy yurak (nasos sistemasi) bilan sun'iy o'pka (oksigenerator - qonni kislorod bilan boyitilishini ta'minlovchi sistema) birikmasidan iborat.

Sun'iy qon aylanish apparati, sun'iy yurak o'pka apparati- bemor organizmida yoki donorning ajratib olingan a'zosida qon bir tekis

aylanishini va bir me'yorda moddalar almashinuvini ta'minlaydigan apparat.



3.3-Rasm. Sun'iy qon aylanish apparati.

Yurak va o'pka vazifasini vaqtinchalik o'tashga mo'ljallangan. Birinchi sun'iy qon aylanish apparati avtojektor 1925-yilda rus fiziologi S.S. Bryuxonenko tomonidan yaratilgan. Keyinchalik shu apparat yordamida hayvonlarda ko'pgina yurak operatsiyalari o'tkazildi. Sun'iy qon aylanish apparati o'zaro bog'liq bo'lgan sistema va bloklar kompleksidan: "Sun'iy yurak"- nasos, yuritkich, uzatkichdan iborat bo'lib, qonni hayotni ta'minlay oladigan hajmiy tezlikda oqadigan qilib haydaydi; oksigenator deb ataladigan "Sun'iy o'pka"- gaz almashinish qurilmasi bo'lib, qonni kislorod bilan to'yintirish, karbonat anhidrid gazini chiqarib yuborish va kislotaishqor muvozanatini normal saqlab turish uchun xizmat qiladi.

Hozirgi zamonda 100 dan ortiq tipdagi turli maqsadlarda ishlatiladigan sun'iy qon aylanish apparatlari yaratilgan. Xavfli o'smalar, yallig'lanish jarayonlari va destruktiv shikastlarni kimyoviy moddalar bilan davolashda, yurak o'pka faoliyati buzilganda yordamchi sun'iy qon aylantirishda, klinik o'lim holatidagi bemorni tiriltirishda, ko'chirib o'tkazishga mo'ljallangan a'zolari tirik saqlab turishda ishlatiladigan sun'iy qon aylanish apparatlari bor.

2021 yilda dunyodagi birinchi to'laqonli sun'iy yurak sotuvga chiqarildi. Dunyodagi birinchi to'laqonli sun'iy yurak 2021 yilning ikkinchi choragidan sotuvga chiqarildi. Fransiyaning Carnat

kompaniyasi ushbu qurilmani yaratish bo'yicha ishlarni 27 yil oldin boshlagan edi. Ushbu kompaniya dunyodagi birinchi to'laqonli sun'iy yurakni sotishni boshlaydi.

Qurilma yurak yetishmovchiligidan aziyat chekayotgan bemorlar uchun yurak transplantatsiyasining o'tish davri sifatida ishlatiladi.

Sun'iy buyrak, gemodializator- xastalangan buyraklarning chiqaruv funksiyasini vaqtincha o'taydigan apparat. Asosiy vazifasi o'tkir va surunkali buyrak yetishmovchiligida suv elektrolit va kislota ishqor balansini, qon tarkibini normal saqlash, moddalar almashinuvi mahsulotlarini va turli zaharlanishlardan hosil bo'lgan toksinlarni, shuningdek, shishganda organizmdagi ortiqcha suvni chiqarib tashlashdan iborat (gemodializ).

Amerikalik olim Abel 1913-yil dializ apparati kashf qilib, tajribada sinab ko'rdi. Keyinchalik gollandiyalik V. Kolf (1944-yil) Berk bilan hamkorlikda klinik talablarga birmuncha javob bera oladigan buyrak ixtiro qilib, amaliyotda ilk bor qo'lladi.

Sun'iy buyrakning ishlashi moddalarning qon va dializlaydigan maxsus eritmadagi konsentratsiyalari farqi tufayli yarim o'tkazuvchi membranadan o'tish o'tmaslik xususiyatiga asoslangan: oqsillar, qonning shaklli elementlari, bakteriyalar, molyar massasi 30000 dan katta bo'lgan moddalar membranadan o'tmaydi; azotli chiqindilar – mochevina (siydikchil), siydik kislota, kreatinin kabi organizmni zaharlovchi moddalar esa membranadan to'siqsiz o'tib, maxsus eritmaga ajratib olinadi. Sun'iy buyrak ishlaganda bemorning bilak venasidan nasosmexanik yurak yordamida venoz shunt orqali so'rilayotgan qon dializator kapillyarlari orqali o'tadi. Kapillyarlar sirti boshqa nasosdan beriladigan dializlovchi eritma bilan yuvib turilishi natijasida qon chiqindilardan tozalanadi.

Arterial venoz (AVSH) bemorni Sun'iy buyrak apparatiga ulash vositasi bo'lib, keyinchalik takomillashtirildi va arterial venoz fistula (AVF) ixtiro qilindi, lekin bu usulda tomirlarning varikoz kengayishi, venoz qon oqimining buzilishi kabi noxush holatlar kuzatiladi. AVFning kamko'stsiz varianti "Toshkent buyrakni ko'chirib o'tkazish markazi"ning olimlari – akademik O'.Oripov va shogirdlari tomonidan hal qilindi (1971-yil).

Surunkali buyrak kasalligi bor bemorlarda ambulatoriya sharoitida zamonaviy AVF yordamida gemodializ o'tkazish keng yo'lga qo'yildi.

Hozirgi AVF hosil qilishning amaliyotda turli modifikatsiyalari ishlab chiqiddi. Bemorlarni zudlik bilan gemodializga tayyorlash maqsadida (yuqori darajadagi uremiya, gipergidratatsiya, giperkaliyemiya) ularning markaziy venasiga (o'mrov osti, son venasi, bo'yinturuq venalari) ikki yoriqli kateter o'rnatish keng qo'llanila boshlandi. Gemodializ seanslari 4-8 soat davom etib, bu vaqtda qon ivib qolmasligi uchun unga geparin moddasi qo'shib turiladi. Gemodializ bilan davolashning boshlang'ich davrlarida turli xil gemorragik asoratlarning oldini olish maqsadida gemodializ seanslari regional geparinizatsiya (protamin sulfat) bilan olib boriladi.

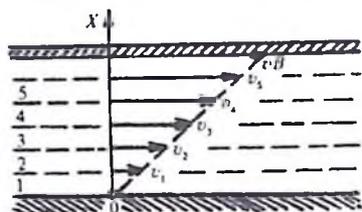
Gemodializ muolajasi samaradorligi gemodializatorlarni dializlovchi yuzasi maydoniga bog'liq. Dializator texnik xususiyatlarining yaxshilanishi, sun'iy buyrak apparatlarining takomillashtirilishi, qonning dializator orqali aylanib o'tishi tezligining oshishi (AVF takomillashishi) gemodializdagi bemorlar hayotining uzayishiga olib keldi. Shuningdek, bemorlarni davolanishga psixologik tayyorlash ham katta ahamiyatga ega.

Respublikamizning har bir viloyatida gemodializ markazlari bor. Hozirgi kunda Toshkent shahrida bir qancha ixtisoslashtirilgan gemodializ markazlari faoliyat ko'rsatadi, ularda zamonaviy sun'iy buyrak apparatlari o'rnatilgan.

3.5-§. Suyuqliklarni naylardagi oqimi

O'zining xossalari jihatidan gazlar va qattiq jismlar orasidagi oraliq holatni egallovchi moddalar suyuqliklarga kiradi. Suyuqliklar muhiti organizmning katta qismini tashkil etadi, ularning ko'chishi moddalar almashinuvini va hujayralarni kislorod bilan ta'minlash ishini bajaradi, shu sababli suyuqliklarning oqishi va ularning mexanik xossalari, shifokorlar va biologlar uchun zo'r qiziqish uyg'otadi. Real suyuqlik oqqanda uning ayrim qatlamlari bir-biriga shu qatlamlarga urinma ko'rinishda yo'nalgan kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu hodisaga ichki ishqalanish yoki qovushqoqlik deyiladi. Qovushqoq suyuqlikning ikkita qattiq plastinka orasidan oqishini ko'rib o'tamiz (3.4- rasm), ulardan pastkisi qo'zg'almas bo'lib, yuqorigisi v_{yu} tezlik bilan harakatlanadi. Suyuqlikni shartli ravishda bir necha 1, 2, 3 va hokazo qatlamlardan iborat deb tasavvur qilamiz. Tubiga „yopishgan“ qatlam harakatsiz. Tubidan (pastki plastinkadan) uzoqlashgan sari suyuqlik

qatlamlari katta tezlikka ega bo'lib boradi ($v_1 < v_2 < v_3 \dots$ va h.k.) yuqorigi plastinkaga yopishgan qatlam yaqinidagi tezlik eng katta bo'ladi.



3.4-Rasm. Suyuqliklarning naylardagi oqimi.

Qatlamlar o'zaro bir-biriga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, uchinchi qatlam ikkinchi qatlamning harakatini tezlashtirishga intilsa, o'zi esa ikkinchi qatlam tomonidan tormozlovchi kuch ta'sirini his qiladi, to'rtinchi qatlam ta'sirida esa tezlashadi va hokazo. Ichki ishqalanish kuchi o'zaro ta'sirlashuvchi qatlamlarning S yuziga to'g'ri proporsional va ularning nisbiy tezliklari qancha katta bo'lsa, ichki ishqalanish kuchi ham shuncha katta bo'ladi. Suyuqlikni qatlamlarga ajratish shartli bo'lgani sababli ichki ishqalanish kuchini tezlikka perpendikular yo'nalishda har bir uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi tezlikning o'zgarishini ifodalovchi kattalik, ya'ni dv/dx tezlik gradiyenti (siljish tezligi) orqali ifodalash qabul qilingan:

$$F_{\text{ishq.}} = \eta \frac{dv}{dx} S$$

Bu Nyuton tenglamasidir. Bu yerda η proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, uni ichki ishqalanish koeffitsiyenti yoki *dinamik qovushqoqlik* (yoki *oddiygina qovushqoqlik*) deb aytiladi. Qovushqoqlik suyuqlikning (yoki gazning) holatiga va molekulyar xossalriga bog'liq. Qovushqoqliknig SI sistemasidagi o'lchov birligi *paskal-sekund* ($\text{Pa}\cdot\text{s}$). SGS sistemasida qovushqoqlik *puaz* (P) bilan ifodalanadi: $1 \text{ Pas} = 10 \text{ P}$ Ko'pchilik suyuqliklarga qovushqoqlik tezlik gradientiga bog'liq bo'lmaydi, bunday suyuqliklar Nyuton tenglamasiga bo'ysunadi, shu sababli ular Nyuton suyuqliklari deyiladi. Nyuton tenglamaga bo'ysunmaydigan suyuqliklar nonyuton suyuqliklar deyiladi. Ba'zan Nyuton suyuqliklari qovushqoqligini normal, nonyuton suyuqliklarini esa anomal deb ataladi. Murakkab va yirik molekullardan iborat suyuqliklar, masalan, polimerlar eritmasi, molekula va zarrachalarning bog'lanishlari tufayli

hosil bo'lgan fazoviy strukturalar nonyuton suyuqliklari hisoblanadi. Ularning qovushqoqligi bir xil sharoitlarda oddiy suyuqliklarnikiga qaraganda ko'p marta kattadir. Bu suyuqliklar qovushqoqligining ortishiga sabab shuki, ularning oqishi paytida sarflanadigan tashqi kuchlarining ishi faqat suyuqlikning qovushqoqligini, ya'ni Nyuton qovushqoqligini yengish uchungina emas, balki strukturasini buzish uchun ham sarflanadi.

Suyuqlik o'zi tegib turgan qattiq jism sirtiga ma'lum kuch bilan tasir qilishi kundalik tajribalardan ma'lum. Bu kuch suyuqlikning bosim kuchi deb ataladi. Ochiq vodoprovod krani teshigini barmog'imiz bilan yopib, suvning unga ko'rsatayotgan bosim kuchini sezishimiz mumkin. Bosim kuchi suyuqlik to'ldirilgan idishning tubiga ham, devorlariga ham ta'sir qiladi. Simdan yasalgan karkasga o'rnatilgan ichi bo'sh rezina stakanni olib, uni simobga to'ldirilsa, stakanning tubi va devorlari tashqariga bo'rtib chiqishini kuzatish mumkin. Bir-biriga bevosita tegib turgan jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari- elastiklik kuchlari jismlarning deformatsiyalanishidan yuzaga kelishini biz bilamiz. Suyuqliklar hajm o'zgarishiga nisbatan elastiklikka molik bo'lgani uchun suyuqlikning siqilishida elastiklik kuchlari paydo bo'ladi. Bu kuchlar suyuqlikning bosim kuchidir. Suyuqlik qancha ko'p siqilsa, bosim kuchi ham shuncha katta bo'ladi.

Kuchning ta'siri uning kattaligiga bog'liq. Ammo ba'zi hollarda kuchning ta'siri shu kuch ta'sir qilayotgan jism sirt yuzining kattaligiga ham bog'liq, bo'ladi. Bunday hollarda kuchning ta'sirini to'la tavsiflash uchun bosim deb ataladigan fizik kattalikdan foydalaniladi.

Jism sirtining birlik yuziga perpendikulyar ravishda ta'sir qiluvchi kuchga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalik bosim deyiladi.

Qatlamlar harakatining tezligini harakatga tik bo'lgan Z o'qqa nisbatan qaraylik. Bu holda harakatning Z o'qi bo'yicha o'zgarish tezligi

(tezlik gradienti) $\frac{d\vartheta}{dz}$ bo'ladi.

Agar koordinata z ortishi bilan qatlamlarning tezligi bir tekisda ortsa, u holda tezlik gradienti suyuqlikning barcha massasi uchun bir xil bo'ladi. Bir-biridan Δz uzoqlikda turgan qatlamlarning tezliklari v_1 va v_2 bo'lsa, u holda tezlik gradienti

$\frac{v_2 - v_1}{\Delta z}$ bo'ladi.

Fransuz olimi Puazeyl (1841) suyuqliklarning naylarda oqish tezliklarini tajriba yo'li bilan o'rganib, suyuqlikning nay bo'ylab o'rtacha

laminar oqish tezligi nay uzunlik birligiga, bosimning tushishi hamda nay radiusining kvadratiga to'g'ri mutanosib va qovushoqlik koeffitsientiga teskari mutanosib ekanligini aniqladi:

$$\beta = \frac{p_1 - p_2}{l} \cdot \frac{R^2}{8\eta}$$

Shuning uchun ham bu qonun Puazeyl qonuni deb ataladi. Nay uchun $S = \pi R^2$ va $Q = v_0 \cdot S$ ekanligini hisobga olib Puazeyl qonunini quyidagicha yozish mumkin:

$$Q = \frac{p_1 - p_2}{l} \cdot \frac{\pi R^2}{8\eta}$$

Laminar suyuqliklar uchun Puazeyl formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$Q = \frac{p_1 - p_2}{l} \cdot \frac{\pi R^2}{8\eta}$$

Qovushqoq suyuqlikning trubalardan oqishi tibbiyot uchun alohida qiziqish uyg'otadi, chunki qon oqish sistemasi asosan turli diametrdagi silindr tomirlardan iborat. Simmetriya tufayli ma'lumki, trubada oqayotgan suyuqlikda o'qdan bir xil uzoqlikdagi suyuqlikning ikki zarrasi bir xil tezlikka ega. Truba o'qi bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalar eng katta tezlikka ega bo'ladi: Truba devoriga eng yaqin suyuqlik qatlami qo'zg'almasdir. Suyuqliklar zarrachalari tezligining truba ko'ndalang kesimi bo'ylab taxminiy taqsimlanishi 3.5-rasmda ko'rsatilgan.



3.5-Rasm. Suyuqliklar zarrachalari tezligining truba ko'ndalang kesimi bo'ylab taqsimlanishi.

$v = f(r)$ bog'lanishni aniqlash uchun fikran uzunligi l va r radiusi bo'lgan silindr shaklidagi suyuqlik hajmini ajratib olamiz. Bu silindring uchlarida mos holda bosim ta'minlab turiladi, bu esa natijaviy kuchni quyidagi ko'rinishda yozishga olib keladi:

$$F = p_1 \pi r^2 - p_2 \pi r^2 = (p_1 - p_2) \pi r^2.$$

Silindring yon tomonlari yuziga uni o'rab olgan suyuqliklar tomonidan ichki ishqalanish kuchi ta'sir etadi. Bu kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{\text{ishq}} = \eta \frac{dv}{dr} \cdot S = -\eta \frac{dv}{dr} \cdot 2\pi r l,$$

bu yerda $S = 2\pi r l$ silindr ko'ndalang kesimining yuzi. Silindrda suyuqlik tekis harakatda bo'lgani sababli ajratib olingan silindr hajmidagi ta'sir etuvchi kuchlar bir birini muvozanatlaydi: $F = F_{\text{ishq}}$. Bu tenglikka yuqorida keltirilgan F va F_{ishq} ning formulalarini qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$(\rho_1 - \rho_2)\pi r^2 = \eta \frac{dv}{dx} \cdot 2\pi r l.$$

Tenglamani o'ng tomonidagi "—" ishorasi tezlik gradiyenti $dv/dr < 0$ (r ortishi bilan tezlik kamayadi) bo'lgani sababli yozilgan.

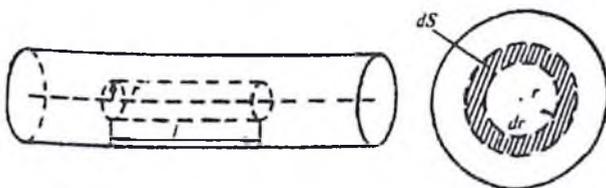
$$dv = -\frac{(\rho_1 - \rho_2)}{2l\eta} \cdot r dr.$$

Bu tenglamani integrallaymiz:

$$\int_0^v dv = -\frac{(\rho_1 - \rho_2)}{2l\eta} \int_R^r r dr,$$

bu yerda integralning quyi chegaralari trubaning ichki sirtiga „yopishib“ turgan suyuqlik qatlamiga tegishli $r = R$ bo'lganda $v = 0$ yuqori chegarasi esa o'zgaruvchidir. Suyuqlik qatlamlari tezligi bilan ularning truba o'qigacha bo'lgan masofalari orasidagi parabolik munosabatni chiqarsak, (3.5- rasmdagi tezlik vektorlari uchlarini aylanib o'tuvchi chiziqqa qarang):

$$v = \frac{\rho_1 - \rho_2}{4l\eta} (R^2 - r^2).$$



Truba o'qi $r=0$ bo'ylab oqayotgan qatlam tezligi eng katta bo'lish sharti:

$$v_{\text{max}} = (\rho_1 - \rho_2) R^2 / 4l\eta.$$

Gorizontal truba orqali l s da oqib o'tayotgan suyuqlik hajmi Q ni qanday faktorlarga bog'liqligini aniqlaylik. Buning uchun r radiusi va dr qalinlikdagi silindrik qatlam ajratamiz. Bu qatlam kesimining yuzi $ds = l \cdot r dr$ (9.3- b rasm). Qatlam juda yupqa bo'lgani sababli uni bir xil tezlik

bilan harakatlanmoqda deyish mumkin. Bir sekundda qatlam olib o'tayotgan suyuqlik hajmi

$$dQ = v \cdot ds = v \cdot 2\pi r dr \text{ formuladan}$$

$$dQ = \pi \frac{p_1 - p_2}{2l\eta} (R^2 - r^2) r dr, \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Buni trubaning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha 0 dan R gacha integrallab, vaqt birligi ichida truba ko'ndalang kesimidan oqib o'tayotgan suyuqlik hajmini topamiz:

$$Q = \pi \frac{p_1 - p_2}{4l\eta} \int_0^R (R^2 - r^2) r dr = \frac{\pi R^4}{8\eta} \frac{p_1 - p_2}{l} \text{ (Puazeyl formulasi)}$$

Puazeyl formulasidan ko'rinib turibdiki, berilgan tashqi ta'sirlar shartlariga asosan trubadan oqib o'tayotgan suyuqlikning qovushqoqligi qancha kichik va truba radiusi qancha katta bo'lsa, suyuqlik shuncha ko'p oqib o'tadi.

Q ning radiusga kuchli bog'lanish faqat hajmining o'zarishiga emas, balki truba devori yaqinidagi qatlamlarning nisbatan biror kattaligidagi hissasiga ham bog'liq. Puazeyl formulasi bilan zanjiming bir qismi uchun Om qonuni orasidagi o'xshashlikni ko'rib o'taylik. Potensiallar farqi truba uchlaridagi bosimlar ayirmasiga, tok kuchi truba kesimidan l s da oqib o'tuvchi suyuqlik hajmiga, elektr qarshiligi gidravlik qarshilikka mos keladi:

$$X = 8\eta l / (\pi R^4).$$

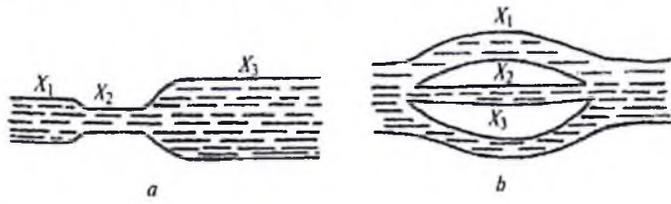
Qovushqoqlik va truba uzunligi qancha katta bo'lib, ko'ndalang kesim

yuzi qancha kichik bo'lsa, gidravlik qarshilik shuncha katta bo'ladi. Gidravlik

qarshilik va elektr qarshilikning o'xshashligidan ayrim hollarda parallel va ketma ket ulangan o'tkazgichlarning qarshiliklarini aniqlash qoidasini ketma-ket va parallel ulangan trubalar sistemasining gidravlik qarshiliklarini aniqlash uchun tadbiiq qilishga imkon beradi. Masalan, uchta o'zaro ketma-ket (3.6 - a rasm) va parallel (3.6 - b rasm) ulangan uchta trubaning umumiy qarshiliklari quyidagi formulalar yordamida

$$x = x_1 + x_2 + x_3.$$

topiladi:
$$X = \left(\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} \right)^{-1}$$

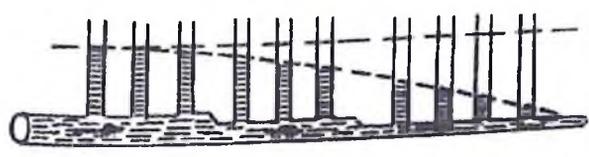


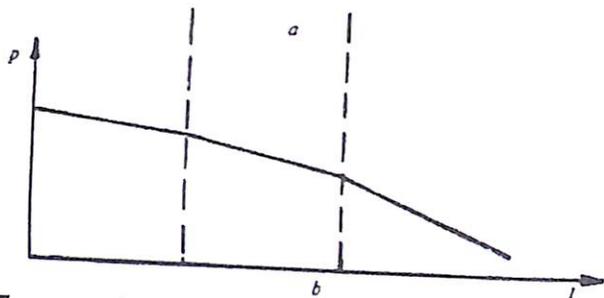
3.6-Rasm. Ketma ket (a) va parallel (b) ulangan trubalarda suyuqlikning harakati

Puazeyl formulasi ko'ndalang kesimlar turlicha bo'lgan trubalar uchun ham o'rinli bo'lgan yanada umumiy ko'rinish berish uchun $(P_1 - P_2)/l$ bosim gradiyenti bilan almashtiramiz, unda suyuqlik hajmini topish formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta} \cdot \frac{dp}{dl}.$$

Qovushqoq suyuqlik oqib turgan turlicha ko'ndalang kesim yuziga ega bo'lgan gorizontaal trubaning turli joylariga manometrik trubkalar o'rnatamiz (3.7-a-rasm). Ular ko'ndalang kesimi o'zgaruvchan trubalar yo'nalishi bo'ylab statik bosim l ga proporsional ravishda kamayib borishini ko'rsatadi. $dp/dl = const$ bir xil bo'lgani uchun radiusi kichik bo'lgan trubalarda bosim gradiyenti katta bo'ladi. Bosimning truba bo'ylab l masofaga bog'liqligining grafigi 3.7-b rasmda taqriban ko'rsatilgan.





3.7-rasm. Suyuqlikning truba bo'ylab harakati.

Qovushqoqlik faqat suyuqliklarning idishlardagi harakatlanishidagina emas, balki jimslaming suyuqlik ichidagi harakatida ham yuz beradi. Nyuton qonuniga asosan uncha katta bo'lmagan tezliklarda qarshilik kuchi suyuqlik qovushqoqligiga, jism harakat tezligiga va jism o'lchamlariga bog'liq bo'ladi. Qarshilik kuchini aniqlash umumiy formulasini ko'rsatish mumkin bo'lmagani uchun uning xususiy holini ko'rib chiqish bilan chegaralanamiz. Jismning eng oddiy shakli sferadir. Sferik jism (sharcha) uchun uning suyuqlikli idish ichidagi harakati paytida hosil bo'lgan qarshilik kuchining yuqorida ko'rsatilgan faktorlarga bog'liqligi Stoks qonuni bilan ifodalanadi:

Real suyuqlik yoki gazlarda ishqalanish kuchlari mavjudligi tufayli ularda harakatlanuvchi jismlarga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari paydo bo'ladi. Bu kuchlarning miqdori asosan jismlarning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Stoks katta bo'lmagan v tezliklar bilan harakatlanuvchi r radiusli sharsimon jismlarga muhit tomonidan ta'sir etuvchi qarshilik kuchi F jismning tezligi va o'lchamlariga hamda muhitning qovushqoqlik koeffitsienti ga to'g'ri mutanosib ekanligini ko'rsatadi.

$$F = 6\pi\eta r v$$

Bu ifoda **Stoks formulasi** deyiladi. Olib borilgan izlanishlar C_x ning faqat $\frac{\rho l v}{\eta}$ ga bog'liq ekanligini ko'rsatdi:

$$C_x = f(Re), \quad Re = \frac{\rho l v}{\eta}$$

dagi Re o'lchamsiz kattalik bo'lib, Reynol'ds soni deb ataladi. Muhit qovushqoqlik koeffitsiyentining zichligiga nisbati η/ρ esa kinematik qovushqoqlik deb ataladi:

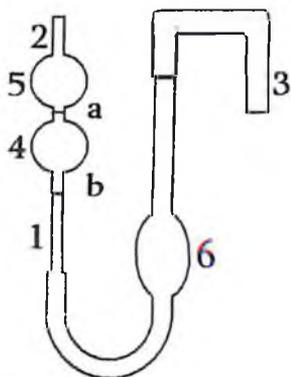
$$\frac{\eta}{\rho} = \nu$$

Amalda Reynol'ds soni qovushqoqlik koeffitsienti orqali emas, balki

$$Re = \frac{l \varrho}{\nu}$$

kinematik qovushqoqlik orqali ifodalanadi:

Odatda yopishqoqligi kichik bo'lgan suyuqliklarni yopishqoqlik koeffitsienti Ostvald- Pinkevich metodi bilan aniqlanadi. Ostvald- Pinkevich viskizimetri U shaklidagi shisha naydan iborat bo'lib, u kapilyar (1) sharchalar (4-5) va rezervuar (6) dan iborat bo'lib, nayning ochiq uchi (3) dan rezervuar (6) to'lguncha (3 – 4sm) suyuqlik quyiladi. So'ngra rezina nokni shisha nay (2) ga ulab, uning yordamida suyuqlik "a" belgidan ko'tarilguncha tortiladi. Naydan nokni ajratsak suyuqlik sharchalardan kapilyar orqali oqa boshlaydi.



Suyuqlikni belgilangan hajmdan ya'ni "a" belgidan "b" belgigacha oqish vaqti o'lchanadi. Puazeyl qonunidan foydalanib, ishchi formulani keltirib chiqaramiz. Bu qonunga ko'ra uzun kapilyar naydan t vaqtda oqib chiqqan suyuqlikning hajmi

$$V = \frac{\pi r^4 t \Delta P}{8 \eta l}$$

Bu formuladaga ΔP - suyuqlik oqayotgan nay uchlaridagi bosimlar farqi.

r - kapilyar radiusi

t - suyuqlikning kapellyardan oqish vaqti

l - kapillyarning uzunligi

η - yopishqoqlik koeffitsienti.

$\nu = \frac{\pi r^4 t \Delta P}{8 \eta l}$ formuladan yopishqoqlik koeffitsiyenti (η) ni topsak:

$$\eta = \frac{\pi r^4 t \Delta P}{8 l \nu}$$

Agar suyuqlik o'zining og'irligi ta'sirida oqsa, bosimlar farqi gidrostatik bosimga teng bo'ladi, ya'ni $\Delta P = \rho g h$. Bu formuladagi

ρ - suyuqlikning zichligi

h - suyuqlik ustunining balandligi

g - erkin tushish tezlanishi

Ifodani soddalashtirsak:

$$\eta = \frac{\pi r^4 \rho g h}{8 l^3 \tau}$$

Tajribani, temperaturalari bir hil yopishqoqlik koeffitsientlari η_0 va η_x bo'lgan suv va tekshiriladagin suyuqlik uchun Puazeyl qonunini yozib ularni hadlab bo'lamiz.

$$\eta_0 = \frac{\pi r^4 \rho_0 g h}{8 l^3 \tau} \quad \text{va} \quad \eta_x = \frac{\pi r^4 \rho_x g h}{8 l^3 \tau}$$

$\frac{\eta_x}{\eta_0} = \frac{\rho_x \rho_0}{\rho_0 \rho_x}$ Tajribada r , l , $V_0 = V_x$ lar bir xil bo'lgani uchun qisqarib ketadi. Hosil bo'lgan tenglamadan ishchi formulani keltirib chiqaramiz.

$$\eta_x = \eta_0 \frac{\rho_x t_x}{\rho_0 t_0}$$

Bunda, η_0 , η_x - distillangan suv va tekshiriladigan suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsientlari, ρ_0 , ρ_x - suvning va suyuqlikning zichliklari, t_0 , t_x - suvning va suyuqlikning kapillyardan oqish vaqti. Bunday kapillyar viskozimetrlar ayrim vaqtlarda klinikada qonning yopishqoqligini taqribiy topishda ishlatiladi.

Suyuqlikning tabiatiga va tuzilishiga (past molekularli, yuqori molekularli) ko'ra ikki turga bo'linadi. Nyuton va nonyuton suyuqliklari.

Nyuton suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyenti suyuqlikning tabiatiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Ularga misol qilib suv, past molekularli organik birikmalar, suyuq metall va ularning tuzlarini ko'rsatish mumkin. Bunday suyuqliklar uchun yopishqoqlik koeffitsiyentining temperaturaga bog'liqligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\eta_t = A e^{\frac{E_a}{RT}}$$

Bu yerda A - o'zgarmas kattalik, E_a - aktivlik energiyasi, k - Bolsman doimiysi, T - absolyut temperatura.

Temperatura ortishi bilan yopishqoqlik koeffitsienti kamayadi. Har xil temperaturalarda suvning yopishqoqlik koeffitsiyenti jadvaldan olinadi. Tibbiyotda suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyenti nisbiy kattaliklarda beriladi (suvga nisbatan) va quyidagicha aniqlanadi.

$$\eta_{ni} = \frac{\eta_x}{\eta_{H_2O}}$$

Bunda η_x - tekshiriluvchi suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti, η_{H_2O} - suvning shu temperaturadagi yopishqoqlik koeffitsiyenti.

3.6-§. Sirt tarangligining molekulyar asoslari. Kapilyarlik

Suyuqlik ichida joylashgan har bir molekula, atrofdagi qo'shni molekulalar bilan bir tekisda o'ralgan va ular bilan ta'sirlanib turadi (3.8-rasm). Bu ta'sirlashuv kuchlarining teng ta'sir etuvchisi nolga tengdir.



3.8-rasm.

Suyuqlik sirtida joylashgan molekulalarga esa boshqa molekulalar tomonidan kompensatsiyalanmagan kuch ta'sir qiladi. Shu sababli molekulani suyuqlik ichidan sirtqi qismga ko'chirishda, ya'ni suyuqlikni sirt yuzasini orttirish uchun ma'lum ish bajarish zarur, yuza birligiga to'g'ri keladigan bu ish sirt taranglik yoki sirt taranglik koeffitsiyenti deb

$$\alpha = \frac{J}{S} [\alpha] = \frac{J}{m^2}$$

Sirt taranglik kuchlari tufayli suyuqlik berilgan hajmda doimo eng kichik yuzani egallashga intiladi. Suyuqlikning sirtki qatlamini qisqartirishga intilishi bu qatlamga urinma bo'ylab yo'nalgan kuch, ya'ni sirt taranglik kuchi mavjudligidan dalolat beradi.

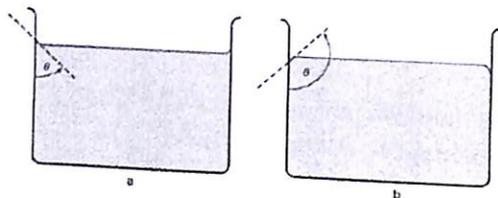
Bu kuchning suyuqlik sirtiga urinma bo'ylab yo'nalishi va sirtini chegaralab turuvchi konturga perpendikulyar ekanligi tajribada ko'rsatilgan. Sirt taranglik koeffitsiyenti son jihatdan uni chegaralovchi konturning uzunlik birligiga ta'sir etuvchi kuchga teng.

$$\alpha = \frac{F}{l} [\alpha] = \frac{N}{m}$$

Ya'ni, sirt taranglik kuchini shu kuchlar ta'sir qilayotgan kesma uzunligiga nisbati sirt tarangligi deyiladi.

Harorat ortishi bilan sirt taranglik koeffitsiyenti chiziqli ravishda kamayadi. Sirt energiyasini kamaytiruvchi moddalar sirt aktiv moddalar deb ataladi.

Turli xil muxitlarning bir-biriga tegib turishi chegarasida xo'llash va xo'llamaslik xodisasi bo'ladi (3.9-rasm). Suyuqlik va qattiq jism va gaz molekulalarining o'zaro ta'sir kuchlariga nisbatan katta bo'lsa suyuqlik qattiq jism sirtini xo'llaydi. Bu holda qattiq jismning sirti gidrofilli deyiladi, akshxolda jismni sirtini gidrofobli deb ataladi.



3.9-rasm.

Klinikalarda biologik suyuqliklarni sirt taranglik koefitsiyentini aniqlash diagnostika maqsadlarida qo'llaniladi. Masalan, sog' odam siydigi uchun 70 din/sm, zardob pigmentlari ishtirokida u sirt taranglik koefitsienti chiziqli ravishda kamayadi.

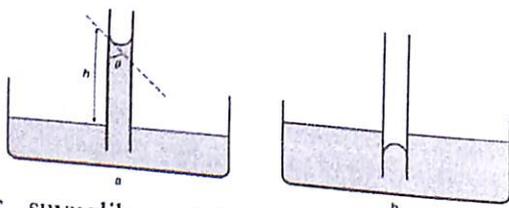
$$\alpha_t = \alpha_0 (1 - \alpha_0 t)$$

t - temperatura

α_0 - 0°C bo'lganda sirt tarangligi koefitsienti

α - koefitsient

Sirt taranglik kuchlari va suyuqlik molekularining o'zaro ta'sirlashuvlari suyuqlikning erkin yuzasi menisk qanday shaklda bo'lishini belgilaydi.



3.10-rasm

Agar suyuqlik molekulari, o'zaro ta'sirlashuvi qattiq jism molekulari bilan ta'sirlashuviga nisbatan kuchli bo'lsa, suyuqlik sathi qabariq menisk bo'ladi va suyuqlik "ho'llamaydi" deyiladi. Aks holda suyuqlik sathi botiq shaklga ega bo'lsa botiq menisk, suyuqlik qattiq jismni "ho'llaydi" deyiladi. Suyuqlik sirtining egilishi menisk qo'shimcha bosim hosil qiladi. Bu esa o'z navbatida suyuqlikning ingichka naychalarda muvozanat sharoitlari kuzatilayotganida kapillyarlik hodisasiga olib keladi. Bu hodisani mohiyatli quyidagicha: agar suyuqlik ingichka naychani kapilyar ho'llasa, botiq menisk hosil bo'ladi. Qo'shimcha bosim kuchi suyuqlikda yuqoriga yo'nalgan bo'ladi va suyuqlikni ko'taradi. Agar suyuqlik ho'llamasa, u kapilyar bo'ylab pastga tushadi.

Sirt taranglik kuchlari ta'sirida suyuqlik sirti egrilgan bo'lib, bu sirt tashqi bosimga nisbatan yana qo'shimcha ΔP bosim beradi.

$$\Delta P = 2\sigma / r$$

Bunda r – suyuqlik sirtini egrilik radiusi. Bu bosim tasiri natijasida suyuqlik kapilyaridan h balandlikka ko'tariladi (3.10-rasm).

$$h = \frac{2\delta \cos\theta}{R\rho g} \quad R - \text{kapillyar radiusi.}$$

Kapillyarlik hodisasi turmushda, tabiatda yaxshi ma'lum, texnikada ham qo'llaniladi. Bu hodisalar odamning qon yurish sistemasida ham ro'y berishi mumkin. Qonga kirib qolgan havo pufakchalari kichik qon tomirlarini to'sib qolishi natijasida birorta organning qon bilan taminlanishidan maxrum etishi mumkin. Bunday jiddiy shikastlanish xatto o'limga olib kelishi mumkin. Bunga gaz emboliyasi deyiladi. Vena tomirlari ichiga turli xil dorilar quyishda havo pufakchalari kirib qolmasligi lozim.

G'ovvoslar juda katta chuqurlikdan tezlik bilan suv satxiga chiqqanda ularning qonidan gaz ajralib chiqib pufakchalar paydo bo'lishi, uchuvchilar va kosmanavtlarda juda yuqori balandlikda kabinalari va skafandrlari germetikligi ishdan chiqishida gaz emboliyasi yuz berishi mumkin.

3.7-§. Suyuqlik sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlashning usullari

1-usul. Xalqa uzilish usuli yordamida sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash:

Agar xalqa suyuqlikka tushirilsa, uning tashqi va ichki aylana perimetrlari bo'ylab, xalqa moddasi molekullari va suyuqlik molekullari orasidagi o'zaro ta'sirlashuv kuchlari vujudga keladi. Shu sababli xalqani suyuqlik sirtidan uzish uchun ma'lum miqdorda kuch sarf qilish kerak.

Agar d_1 xalqaning tashqi va d_2 ichki diametrlari bo'lsa, u holda xalqaning tashqi perimetri πd_1 , ichki perimetri πd_2 ga teng bo'ladi.

Halqani suyuqlik sirtida ushlab turuvchi sirt taranglik kuchi quyidagiga teng:

$$F = \alpha\pi d_1 + \alpha\pi d_2 = \alpha\pi(d_1 + d_2) \quad \text{bu erdan } \alpha = \frac{F}{\pi(d_1 + d_2)}$$

Shunday qilib, berilgan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyentini topish uchun xalqaning ichki va tashqi diametrlarini, xalqani suyuqlik sirtidan uzish uchun sarflash zarur bo'lgan kuchni, ya'ni sirt taranglik kuchini o'lchash kerak.

Bu tajribada xalqaning diametrlari shtangensirkul asbobi yordamida o'lanadi. Sirt taranglik kuchi esa xalqa uzish uchun prujinali tarozi, shkalaga ega bo'lgan shtativ va ikki tutash idishlardan tuzilgan maxsus asbob yordamida o'lanadi. O'lchashdan avval xalqa S idishdagi suyuqlikka tushiriladi, u suyuqlikka botmay, faqat sathiga tegib turishi kerak. Tutash idishlarning biriga D ni tushirib S idishdagi suyuqlik sathi pasaytiriladi.

Suyuqlik bilan xo'llangan xalqa prujinani cho'zib, past suyuqlik bilan birga pastga tushadi. Prujinada elastik kuch paydo bo'lib uni cho'zadi, sirt taranglik kuchi elastiklik kuchiga teng bo'lganda xalqa uziladi. Suyuqlik sathi pasayishi vaqtida shkala bo'ylab ko'rsatkichning siljishi diqqat bilan kuzatiladi va xalqa uzilish paytida uning xolati aniq belgilab olinadi, ya'ni prujina shkala bo'yicha qaysi bo'linmagacha cho'zilgani aniqlanadi. Uzilish paytida xalqaga ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchini aniqlash uchun prujinali tarozini pallasiga prujinani uzilish belgisigacha cho'ziladigan qilib tosh qo'yiladi.

P - agar toshning massasi bo'lsa, unda

$$F = P = mg; \quad \alpha = P / \pi (d_1 + d_2)$$

bu erda $g=9,8 \text{ m/s}^2=980 \text{ sm/s}^2$ erkin tushish tezlanishi.

2-usul. Tomchi uzilish usuli yordamida sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash:

Suyuqlikni ingichka vertikal naychadan oqishda tomchilar hosil bo'ladi. Tomchi sekin - asta kattalashadi. Uning og'irlik kuchi P sirt taranglik kuchiga F tenglashsa tomchi uziladi. $R=F$ Sirt taranglik kuchi

$F = \alpha l = \alpha \cdot 2\pi r$ Bunda $l=2\pi r$ tomchi bo'yinchasini parametri.

r - tomchi uzilayotgan naycha radiusi. Tomchining uzilishi sharti.

$$P = \alpha \cdot 2\pi r \quad (3.7.1)$$

Bunday usulda tekshirilayotgan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti distillangan suvning sirt taranglik koeffitsiyentiga nisbatan aniqlanadi.

Distillangan suv uchun (3.7.1) tenglama quyidagicha bo'ladi. $P_0 = \alpha_0 \cdot 2\pi r \quad (3.7.2)$

Tekshirilayotgan suv uchun (3.7.1) tenglik quyidagicha $P = \alpha_{\text{sv}} \cdot 2\pi r \quad (3.7.3)$

ni (3.7.2) tenglikka bo'lamiz.

$$\frac{P_0}{P} = \frac{\alpha_0 \cdot 2\pi r}{\alpha_{\text{svk}} \cdot 2\pi r} \text{ ёки } \alpha_{\text{svok}} = \alpha_0 \frac{P}{P_0}$$

P_0 – bir tomchi suvning og‘irligi.

P – bir tomchi tekshirilayotgan suyuqlik og‘irligi.

P_0 va P quyidagicha topiladi. $P_0 = \frac{P_2 - P_1}{n}$; $P = \frac{P_3 - P_1}{n}$

Bunda P_1 – bo‘sh idishcha og‘irligi.

P_2 – idishchani suv tomchilari bilan og‘irligi.

P_3 – idishchani tekshirilayotgan suyuqlik tomchilari bilan og‘irligi.

n – tomchilar soni.

Tarozida tortishning absolyut xatoligi $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = 0,005$

Sirt taranglik koeffisientini nisbiy xatoligi $E = \left[\frac{\Delta P_2 + \Delta P_1}{n(P_2 - P_1)} \right] + \left[\frac{\Delta P_2 + \Delta P_1}{n(P_2 - P_1)} \right]$

Formula orqali topiladi, Absolyut xatoligi

$$\Delta \alpha = \alpha \cdot E$$

orqali topiladi.

O‘lchanayotgan sirt taranglik koeffisientini xaqiqiy kattaligi (natijasi)

quyidagicha.

$$\alpha_{\text{haqiqiy}} = (\alpha \pm \Delta \alpha) \cdot \frac{N}{m}$$

Uchinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Yopishqoqlik deb nimaga aytiladi?
2. Yopishqoqlik koeffisiyenti deb nimaga aytiladi?
3. Yopishqoqlik koeffisiyentining SI va SGS sistemasidagi o‘lchov birliklari?
4. Ishqalanish kuchi uchun Nyuton formulasini tushuntiring.
5. Tezlik gradiyenti deganda nimani tushunasiz?
6. Stoks qonunini yoriting.
7. Suyqlikda harakatalanayotgan sharchaga qanday kuchlar ta’sir qilishi mumkin?
8. Nyuton va nonyuton suyuqliklari nima?
9. Yopishqoqlik koeffisiyentining temperaturaga bog‘liqligi qaysi qonun asosida tushuntiriladi?
10. Yopishqoqlik konsentratsiyaga va temperaturaga qanday bog‘liq?
11. Puezeyl qonuniga ta’rif bering.
12. Gagen-Puazeyl qonunining mohiyatini ochib bering?
13. Qonning yopishqoqlik koeffisiyentini yoriting. Ayollarda va erkaklarda necha Puazga teng?
14. Reynol’dsoni nimani aniqlaydi?

15. Laminar oqim deb nimaga aytiladi?
16. Turbulent oqim deb nimaga aytiladi?
17. Hidravlik qarshilik nima? Formulasini yozing.
18. Yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlashning qanday usullrini bilasiz?
19. Tibbiyotda yopishqoqlik koeffitsiyenti qanday ahamiyatga ega? Asoslab bering.
20. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
21. Sirt taranglik koeffitsiyentining SI va SGS birliklar sistemasidagi o'lchov birliklari?
22. Laplas qonunini tushuntiring.
23. Jyuren formulasini yozing.
24. Ho'llash deb nimaga aytiladi?
25. Ho'llamaslik deb nimaga aytiladi?
26. Kapillyarlik nima?
27. Gaz emboliasini tushuntiring.
28. Yurak ishi va quvvati nimaga teng?
29. Sistolik va diastolik bosimni tushuntiring.
30. Qon bosimini o'lchashni qanday usullarini bilasiz?

4-BOB. TERMODINAMIKA

Termodinamika deganda sistemani tashkil etuvchi jismlarning mikroskopik tuzilishini hisobga olmagan holda ular orasida energiya almashinuvi mumkin bo'lgan sistemalarni (termodinamik sistemalarni) qarab chiquvchi fizikaning bo'limi tushuniladi.

Muvozanatli sistemalar termodinamikasi yoki muvozanat holatiga o'tuvchi sistemalar (klassik yoki muvozanatli termodinamika, biz uni ko'pincha oddiygina termodinamika deb ataymiz) va nomuvozanatli termodinamik sistemalar (nomuvozanatli termodinamika) bir-biridan farqlanadi.

Ushbu bobda termodinamika qonunlarini o'rganish bilan bir qatorda termodinamika qonunlarining tirik organizmiga tadbqiqi ochib berilgan.

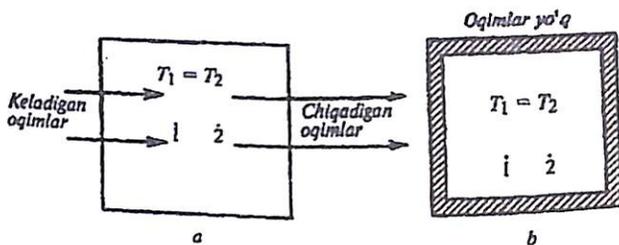
4.1-§. Termodinamikaning asosiy tushunchalari

Termodinamik sistemaning holati parametrlar (hajm, bosim, harorat, zichlik va hokazo) deb atalgan fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Agar sistemaning parametrlari uni atrof-muhitdagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, sistemaning holati statsionar deyiladi. Bunga ishlab turgan xo'jalik muzlatgichi ichki qismining juda qisqa vaqt oralig'idagi holati, odam gavdasining holati, isitiluvchi xona ichidagi havoning holati va boshqalar misol bo'ladi.

Statsionar holatda bo'lgan sistemaning turli qismlaridagi parametrlarning qiymatlari odatda bir-biridan farq qiladi: odam tanasining turli qismlari temperaturasi biologik membrananing turli qismlaridagi diffuziyalanuvchi molekulyar konsentratsiyasi va hokazo. Shunday qilib, sistemada ayrim parametrlarning gradiyenti doimiy tutib turiladi, shu sababli kimyoviy reaksiyalar o'zgarmas tezlik bilan o'tishi mumkin.

Statsionar holat energiya oqimi va sistema orqali o'tayotgan modda hisobiga ushlab turiladi. Statsionar holat sxematik ko'rinishda 4.1- a rasmda ko'rsatilgan, temperatura esa sistemaning turli nuqtalarida turlicha. Ma'lumki, statsionar holatda shunday sistemalar bo'lishi mumkinki, bir sistemani o'rab olgan boshqa sistemalar bilan energiya va modda almashinuvi (ochiq sistemalar) yoki hech bo'lmaganda o'zaro energiya almashinishi yuz berishi lozim (yopiq sistemalar).



4.1-rasm. Statsionar holat energiya oqimi. a) sxematik ko'rinishi
b) izolyatsiyalangan sistemaning muvozanat holati

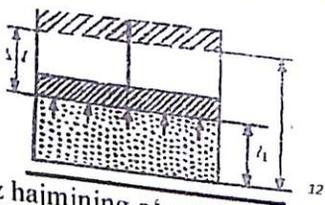
O'z atrofini o'rab turgan jismlar bilan na energiya yoki na modda almashinuvida ishtirok etmaydigan termodinamik sistema izolyatsiyalangan sistema deyiladi. Izolyatsiyalangan sistema vaqt o'tishi bilan termodinamik muvozanat holatiga qaytib keladi. Bu holatda ham, statsionar holatdagi kabi, sistema parametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmas saqlanib qoladi. Ammo eng muhimi shundaki, muvozanatli holatda zarrachalarning massasi yoki soniga bog'liq bo'lgan bosun, temperatura va boshqalar bu sistemani turli qismlarida bir xil bo'ladi.

Tabiiyki, har qanday real termodinamik sistemani issiqlik o'tkazmaydigan biror qatlam bilan o'rash mumkin bo'lmagani sababli, u izolyatsiyalangan holatda bo'lmaydi. Izolyatsiyalangan sistemani biror qulay termodinamik model deb qarash mumkin.

Bunday izolyatsiyalangan sistemaning muvozanat holati 4.1- b rasmda ko'rsatilgan.

Yopiq sistemaning atrofdagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlarini batafsilroq ko'rib chiqamiz. Sistema va uni o'rab turgan jismlar bilan energiya almashinuvi ikki xil jarayonda: ish bajarishda va issiqlik almashinishida amalga oshiriladi.

Issiqlik almashinishida uzatilgan energiya miqdorining o'lchovi issiqlik miqdori, ish bajarishda sarflangan energiyaning o'lchovi esa ishdur.



4.2-rasm. Gaz hajmining o'zgarishida gaz bajarish ishi.

Gaz hajmining o'zgarishida gaz bajargan ishni hisoblash uchun ifoda topamiz. Faraz qilaylik, silindrik idish ichida porshen ostidagi gaz izobarik holatda v_1 dan v_2 gacha kengaysin (4.2- rasm), shu vaqtda porshen $\Delta l = l_2 - l_1$ masofaga siljiydi, hajm esa $\Delta V = V_2 - V_1$ qadar o'zgaradi.

Ko'ndalang kesimi yuzi S bo'lgan porshenga gaz tomonidan P bosim tufayli $F = p \cdot S$ ga teng kuch ta'sir qiladi. Bu kuchning yo'nalishi porshenning ko'chish yo'nalishi bilan bir xil bo'lgani sababli gaz bajargan ish:

$$A = F \cdot \Delta l = P \cdot S \cdot \Delta l = P \cdot V$$

Sistema ichki energiyasining o'zgarishi ikki xil: 1) mexanik ish bajarish; 2) issiqlik miqdori uzatish usullari bilan amalga oshirilishi mumkinligi haqida bayon qilingan edi. Endi bu kattaliklar orasidagi

munosabatni topishga harakat qilamiz.

Buning uchun qizdirilayotgan choynak misolini ko'raylik. Choynak olayotgan issiqlik miqdori Q ichidagi suyuqlikning qizishiga, ya'ni suvning ichki energiyasi ortishiga U va suv bug'lari choynak qopqog'ini ko'targanda tashqi kuchlarga qarshi bajariladigan A ishga sarflanadi. Bu jarayon uchun energiyaning saqlanish va aylanish qonuni

$$Q = \Delta U + A$$

ko'rinishiga ega bo'ladi. Bu termodinamikaning birinchi qonunining matematik ko'rinishidir. Uning ta'rifi quyidagicha ifodalanadi:

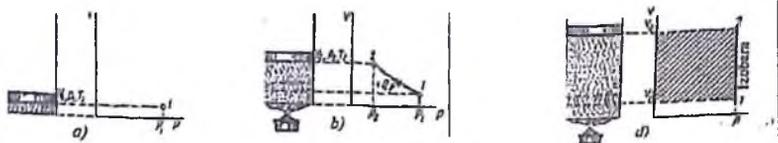
Jismga beriladigan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini orttirishga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarflanadi.

Agar jismga issiqlik miqdori berilayotgan bo'lsa, Q -musbat, agar jismdan issiqlik miqdori olinayotgan bo'lsa, Q -manfiy ishora bilan olinadi. Shuningdek, agar jism tashqi kuchlarga qarshi ish bajarayotgan bo'lsa, A ish musbat, tashqi kuchlar jism ustida ish bajarayotgan bo'lsa, A ish manfiy bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonuni birinchi tur abadiy dvigatel (lotincha «perpetuum mobile») yasash mumkin emasligini ko'rsatadi. Birinchi tur «perpetuum mobile» asosan teng miqdorda energiya sarflamasdan ish bajara oladigan mashina kurish haqida fikr yuritiladi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni bo'lgan termodinamikaning birinchi qonunida esa tabiatda ro'y beradigan

barcha jarayonlarda energiya o'z-o'zidan paydo ham bo'lmaydi, yo'qolmaydi ham, faqat bir ko'rinishdan boshqasiga aylanishi mumkin, deb qayd etiladi.

Endi termodinamika birinchi qonunining ba'zi jarayonlarga tadbirini ko'raylik.



4.3 rasm. Izojarayonlar a) izoxorik jarayon b) izotermik jarayon c) izobarik jarayon d) izobarik jarayon.

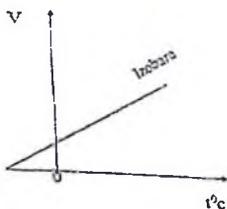
Izoxorik jarayon. Silindrda qo'zg'almas

porshen ostiga ideal gaz qamalgan deylik. Silindrni qizdiramiz va gazga biror Q_v issiqlik miqdori beramiz. Hajm o'zgarmas bo'lganda qizdirish jarayoni *izoxorik jarayon* deyiladi.



Porshen qo'zg'almas qilib mahkamlab qo'yilgani uchun gaz tashqi kuchlar ustida ish bajara olmaydi. Shuning uchun birinchi qonunga ko'ra, gazga berilgan hamma energiya (issiqlik shaklida) ichki energiyaga aylanadi va gazning temperaturasi ko'tariladi: $Q_v = \Delta U$ (V indeks issiqlik miqdori o'zgarmas hajmda turgan gazga berilganini bildiradi).

Shunday qilib, izoxorik jarayonda sistemaga berilgan issiqlik miqdorining hammasi sistema ichki energiyasining ortishiga ketadi.



Izobarik jarayon. Bosim o'zgarmas bo'lganda gazning bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayoni *izobarik jarayon* deyiladi. Izobarik jarayonni amalga oshirish uchun porshenli silindrga gaz qamaymiz.

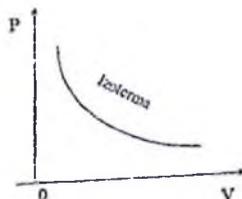
Porshen silindr ichida erkin harakatlana oladi.

Gaz qizdirilganda unga issiqlik ko'rinishida Q_p energiya uzatiladi. Termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra, bu energiya qisman sistemaning ichki energiyasiga o'tadi, qisman esa porshenni Δh balandlikka ko'tarishga sarflanadi: $Q_p = \Delta U + A_p$

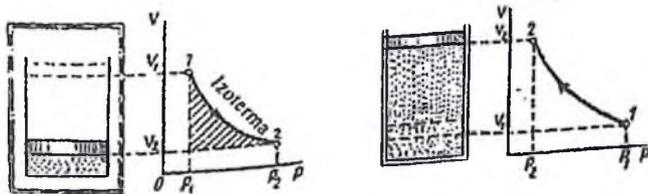
Shunday qilib, izobarik jarayonda gazga beriladigan issiqlik miqdorining bir qismi gaz ichki energiyasining ortishiga, bir qismi gazning ish bajarishiga ketadi.

Izotermik jarayon.

Temperatura o'zgarmas bo'lganda gazning bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayoni *izotermik jarayon* deyiladi. Izotermik jarayonni amalga oshirish uchun, yengil harakatlanuvchi porshenli silindrda turgan gazni termostatga joylashtiramiz.



Termostat shunday qurilmaki, unda tashqi energiya hisobiga temperatura o'zgarmas saqlanadi. Gazni asta-sekin siqamiz. Bunda biz - A_T ish bajaramiz. Termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra bu ish termostatga gaz beradigan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi:



4.4-Rasm. Izotermik jarayon.

Izotermik kengayishda gaz bajargan ish pV diagrammada izoterma bilan chegaralangan shtrixlangan shaklning yuzi bilan tasvirlanadi (4.4-rasm).

Adiabatik jarayon. Adiabatik jarayon deb, shunday jarayonga aytiladiki, bunda sistema issiqlik ko'rinishida energiya olmaydi ham,

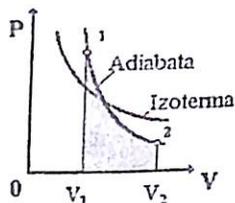
energiya bermaydi ham. Boshqacha qilib aytganda, adiabatik jarayonda $Q = 0$.

Shunday jarayonni amalga oshirish uchun gazni adiabatik idishga, ya'ni o'zi orqali issiqlik oqimi o'tkazmaydigan idishga kiritish lozim. Termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra adiabatik jarayonda: $A = \Delta U$

Adiabatik silindrga kiritilgan gaz kengayadi, deb faraz qilaylik. Bunda gaz sistemaning ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Binobarin, bu holda gazning temperaturasi pasayadi.

4.5-rasmda gazning izotermik va adiabatik

jarayonlarda kengayish grafigi keltirilgan. Adiabatada izotermadan pastroqda o'tadi. Bu adiabatik jarayonda gaz bosimining uning kengayishi va sovishi hisobiga pasayishi bilan tushuntiriladi. Binobarin, adiabatik kengayishda gaz izotermik kengayishidagiga qaraganda kamroq ish bajaradi.



4.5-Rasm. Adiabatik va izotermik kengayish.

Gazni adiabatik siqqanimizda bosim izotermik siqqandagiga qaraganda tez ortadi, bosimning bunday tez ortishi faqat siqish bilan emas, balki gazning qizishi bilan ham bog'liq. Demak, adiabatik siqishda tashqi kuchlar bajargan ish izotermik siqishdagiga qaraganda kattaroq bo'ladi.

4.2-§. Termodinamika qonunlarining tirik organizmga tadbiqu

Termodinamikaning birinchi qonuni va uning tirik organizmga tadbiqu.

Sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarga nisbatan ish bajarilishiga sarf bo'ladi, ya'ni

$$Q = \Delta U + A. \quad (4.2.1)$$

Sistemaning ichki energiyasi deganda, sistemani tashkil etgan zarrachalarning kinetik va potensial energiyalari yig'indisi tushuniladi. (4.2.1) Formula differensial ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$dQ = dU + dA \quad (4.2.2).$$

Termodinamika ikkinchi asosining boshqacha talqini:

Yopiq sistemalarda - energiyaning aylanishi hamma real jarayonlaridagi kabi sistemaning umumiy entropiyasi oshishi bilan kuzatiladi, ya'ni $ds > 0$.

Real jarayonlarda issiqlik doimo issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'tadi.

Bog'langan energiya -bu sistema ichki energiyasining ishga aylantirib bolmaydigan qismidir.

Erkin energiya- bu sistema ichki energiyasining ishga aylantirish mumkin bo'ladigan qismidir.

Sistemaning bog'langan energiyasi qancha kichik bo'lsa, uning entropiyasi shuncha kichik bo'lib, sistema ichki energiyasining ko'p qismini ishga aylantirishga imkon beradi. Demak, sistema entropiyasining ish bajara olish qobiliyati shuncha ko'p bo'ladi.

Mo'tadil iqlim sharoitlarda issiqlik yo'qotish sutkasiga taxminan 1700 kkal bo'lib, quyidagicha taqsimlanadi:

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya - 20 % (340 kkal).
2. Nurlanish - 50 % (850 kkal).
3. Bug'lanish - 30 % (510 kkal).

Mexanik ish bajarayotgan organizm (aqliy mehnat bilan shug'ullanuvchilar uchun), ekvivalent ravishda 600-800 kkal energiya sarflashadi, unda sutkalik energiya sarfi:

$$1700 + (600 \sim 800) = 2300 - 2500 \text{ kkal.}$$

Organizmnining energiya sarfi - bu organizmnining atrof muhitga berayotgan to'la energiya sarfidir. Energiya sarfi odamning ish faoliyatiga bog'liq, ya'ni uning mushak ishi intinsivligiga bog'liqdir.

Tashqi muhit ta'sir qilmaganda organizm tinch holatidagi energiya sarfi asosiy almashinish deyiladi. Shunday qilib organizmnining asosiy almashinuvi - organizmnining minimal energiya sarfidir. (sutkasiga taxminan 1700 kkal. dir).

Ayollarda esa asosiy almashinuv erkaklarnikiga qaraganda 7 - 10 % kam bo'lib, bu ulardagi mushaklarning erkaklarnikiga qaraganda kuchsiz rivojlanganligi bilan bog'liqdir.

Bir xil massali odamlarning qaysi birida mushaklari ko'proq rivojlangan bo'lsa, shunisining energiya sarfi ko'proq bo'ladi.

Og'ir jismoniy mehnatda energiya sarfi asosiy almashinuvga nisbatan 15 martagacha katta bo'lib ketishi mumkin.

4.3-§. Termometriya va kalorimetriya

Haroratni aniq o'lchash - ilmiy-tadqiqot va texnik ishlarning, shu bilan bir qatorda tibbiy diagnostika va biologiyaning ajralmas qismidir.

Ma'lum haroratlar diapazoni juda keng. Hozirgi paytgacha hosil qilingan eng past temperatura $2 \cdot 10^5$ K ga yaqin. Erishilgan haroratlarning yuqori chegarasi hech nima bilan cheklanmagan. Yer sharoitida eng yuqori haroratga vodorod bombasining portlashida erishilgan bo'lib, u taxminan 10^8 K teng. Spektroskopik ma'lumotlarga asosan yulduzlar bag'rida harorat 10^9 K va undan ham yuqori bo'lishi mumkin.

Biologik sistemalar o'zining ishlab turish imkoniyatini saqlagan holda, juda qisqa yoki uzoq muddatda bo'lish mumkin bo'lgan va uni o'rab turgan atrof-muhitning haroratlar intervali ancha qisqa. Bu haroratlar diapazoni uncha katta emas, tirik organizmlarning aktiv ish faoliyati holatida taxminan 0 dan to 90°C gacha bo'ladi.

Keng diapazondagi haroratlarni olish va o'lchash usullari turlichadir. Haroratlarni o'lchash usullari va u bilan bog'liq bo'lgan masalalarni o'rganuvchi fizikaning amaliy sohasiga *termometriya* deyiladi.

Ma'lumki, harorat bevosita o'lchanishi mumkin emas. Uni aniqlash uchun harorat shkalasini belgilab olish: termometrik moddani va harorat bilan bog'lanuvchi fizik xossani (termometrik xossani) tanlash, sanoq boshi nuqtasini va harorat birligi haqida kelishib olish lozim. Shuning uchun odatda ikkita fazaviy o'tishlarga, masalan, ma'lum tashqi sharoitlarda muzning erishiga va suvning qaynashiga mos bo'lgan asosiy haroratlar (reper nuqtalarini) tanlanadi. Bu nuqtalar orasidagi shkala qismi asosiy interval deb ataladi. Hisoblashning boshi deb reper nuqtalaridan biri (masalan, 0°C -muzning erish harorati) qabul qilinadi. Harorat birligi qilib asosiy interval ulushi olinadi. Jumladan, Selsiy shkalasida 1 gradus asosiy intervalning 0,01 qismini tashkil etadi.

Haroratlar shkalasi termometrik xossasi yoki moddasi bo'yicha farq qiladi.

Bir-biridan aytarli darajada farq qiluvchi juda ko'p shkalalarni tuzish mumkin, lekin xossalarining hech biri harorat bilan qat'iyan chiziqli bog'lanishda bo'lmaydi va bundan tashqari moddaning tabiati bilan belgilanadi.

Barcha emperik shkalalarning kamchiligi ularning termometrik modda xossalariga bog'iqligidir. Xossalari va

moddasi bilan bog'liq bo'lgan shkala faqat termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan qurilgan va absolut termodinamik haroratlar shkalasi deb ataladi. Uning reper nuqtasi qilib suvning uchlanma nuqtasi $273,16\text{ K}$ qabul qilingan. Bu shkala Karno sikli yordamida aniqlanadi. Bu sikldagi muzning erish harorati T_0 va suvning qaynash harorati T ga mos holdagi izotermik jarayonda Q_0 va Q issiqlik miqdorini o'lchab, quyidagini topish mumkin:

$$T_s/T_0 = Q_s/Q_0$$

ixtiyoriy harorat uchun shunga o'xshash:

$$T/T_0 = Q_s/Q_0$$

tenglamani yozish mumkin.

Bunda Q - sistemaga haroratdagi izotermik jarayonda berilgan issiqlik miqdori. Bu yo'sinda joriy etilgan haroratni *termodinamik harorat* deyiladi.

Termodinamik harorat birligi kelvin (K) hisoblanib, u suv uchlanma nuqtasi termodinamik haroratning $1/273,16$ ulushiga teng. Kelvin temperatura interval birligi sifatida, absolut nol bilan suvning uchlama nuqtasi orasidagi termodinamik harorat intervalining $1/273,16$ qismini oldi.

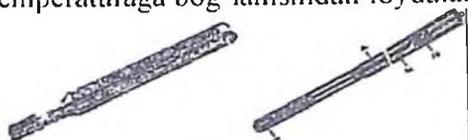
Istalagan emperik shkala shu modda termometrik xossasining haroratga bog'lanishini hisobga oluvchi tuzatmalar kiritish vositasi bilan absolut termodinamika shkalasiga aylantiriladi. Harorat qiymati termometrik modda biror xossasining kattaligi bo'yicha belgilangani uchun uni o'lchash hajm, bosim, elektrik, mexanik, optik, magnit va shunga o'xshash fizik parametrlarni o'lchashdan iborat. Haroratni o'lchash usullarining xilma-xil bo'lishi foydalanuvchi termometrik modda va xossalar sonining ko'pligi bilan bog'liqdir.

Termometr haroratni o'lchaydigan qurilma bo'lib, termometrik xossani amalga oshiruvchi sezgir elementdan (dilatometr, manometr, galvanometr, potensiometr va hokazodan) iborat. Haroratni o'lchashdagi zarur shart harorati o'lchanayotgan jism bilan sezgir element orasida issiqlik muvozanatining yuzaga kelishidir.

O'lchanadigan haroratlar oralig'iga qarab eng ko'p tarqalgan termometrlarga suyuqlikli, gazli termometrlar qarshilik termometri, termometr kabi ishlaydigan temopara va pirometrlar kiradi. Suyuqlikni termometrlarda hajm- termometrik xarakteristika bo'lib hisoblanadi, suyuqlik (idish odatda simobli va spirtli) esa sezgir element bo'lib

hisoblanadi. Pirometrlarda termometrik xossa sifatida nurlanish intensivligidan foydalaniladi. Pirometrlarning boshqa termometrlardan farqi shundaki, ularning sezgir elementlari jism bilan bevosita kontaktda bo'lmaydi. Pirometrlardan istalgancha yuqori haroratlarni o'lchashda qollaniladi.

O'ta past haroratlarni o'lchashda termometrik modda sifatida paramagnetiklardan, o'lchash xossasi sifatida esa ularning magnitlashining temperaturaga bog'lanishidan foydalaniladi.



4.6-rasm. a-simobli termometr, b-metastatik termometr:
1-rezervuar, 2-qo'shimcha kamera, 3-kamera, 4-asosiy shkala.

Tibbiyotda ishlatiluvchi simobli termometr maksimal haroratni ko'rsatadi, shu sababli u maksimal termometr deb ataladi. Undagi bu xususiyat uning tuzilishiga bog'liq: simobli rezervuar darajalangan kapillardan qilsimon darajada toraytirilgan qismi bilan ajratilgan bolib, bu torayganlik termometr sovugan vaqtda simobning rezervuarga qaytishiga imkon bermaydi (4.6 a-rasm). Uzoq vaqt kuzatiluvchi past temperaturalarni ko'rsatuvchi minimal termometrlar ham mavjud. Kichik intervaldagi haroratlar qiymatini yuqori aniqlikda o'lchash uchun metastatik termometrlardan (4.6 b-rasm) foydalaniladi. Bunday termometrlar suyuqlikli (odatda simobli) katta rezervuar 1 dan va uzun ingichka kapillar 3 dan iborat boladi. 1 rezervuardagi simob massasi o'zgaruvchan bo'lib, uning qismi 2 rezervuarga qo'yilishi mumkin, buning natijasida shkalaning nol (0) belgisi o'lchanuvchi haroratlar intervalining pastki chegarasi qilib olinadi. Bunday termometr darajasining qiymati $0,01^{\circ}$ ga teng. Hisoblash intervali hammasi bo'lib 5° ni tashkil etadi, lekin u har xil haroratlar atrofida olinishi mumkin. Turli fizik, kimyoviy va biologik jarayonlarda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdorini o'lchash uchun kalorimetriya deb ataladigan bir gator usullardan foydalaniladi, bu metodlar to'plamiga kalorimetriya deyiladi.

Kalorimetrik usul yordamida jismlarning issiqlik sig'imi, fazoviy aylanishlar vaqtida issiqlik miqdori, eruvchanlik, ho'llash, adsorbsiya, kimyoviy reaksiya tufayli hosil bo'lgan issiqlik, nurlanish energiyasi, radioaktiv parchalanish va shu kabilar o'lchanadi.

4.4-§. Davolash uchun qo'lianiladigan isitilgan va sovuq muhitlarning fizik xossalari

Tibbiyotda ayrim joylarni isitish yoki sovutish maqsadlarida isitilgan yoki sovutilgan jismlardan foydalaniladi. Odatda buning uchun nisbatan imkoni bo'lgan muhitlar tanlanadi, bunda ulardan ba'zilari foydali bo'lgan mexanik va kimyoviy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Bunday muhitlarning fizik xossalari ularning qanday maqsadda ishlatilishiga qarab belgilanadi. Birinchidan, nisbatan uzoq vaqt davomida kerakli effekt hosil qilinadigan bo'lishi shart. Shuning uchun ishlatiluvchi muhitlar katta issiqlik sig'imiga (suv, balchiq) yoki fazoviy o'tish solishtirma issiqligi (parafin, muz)ga ega bo'lishlari kerak. Ikkinchidan, bevosita teri ustiga yopiladigan muhitlar og'riq sezdirmasligi kerak. Bu hol bir tomondan olingan muhitlar haroratini cheklab qo'yadi, ikkinchi tomondan issiqlik sig'imi kam bo'lgan muhitlarni tanlashga majbur etadi. Masalan, davolash uchun ishlatiladigan suvning harorati 45°C gacha torf va balchiqning harorati 50°C gacha bo'ladi, chunki bu muhitlarda issiqlik almashinuvi (konveksiya) suvdagidan kam bo'ladi. Parafin 60-70°C gacha isitiladi, chunki uning issiqlik o'tkazuvchanligi katta emas, teriga tegib turgan qismi esa tez sovub ketib kristallanadi - bu kristallar esa uning qolgan qismlaridan keluvchi issiqlik oqimini o'tkazmaydi.

Davolash maqsadida sovutuvchi muhit sifatida muz ishlatiladi. Keyingi yillarda past haroratlardan tibbiyotda yetarlicha keng ko'lamda foydalanilmoqda.

Davolash maqsadida a'zolarning bir joyini yoki qismini kesib olib boshqa joyga o'rnatish va bularning normal ishlashi, tirik organizm o'z ish faoliyatini yetarlicha uzoq vaqt saqlashi uchun bu a'zolar past haroratda konservatsiya qilinadi. *Kriogen usulini* muzlatish va eritish yo'li bilan to'qimalarni yemirishda, tomoq bezi, so'gal va shu kabilarni olib tashlashda ishlatishadi.

Bu maqsadda maxsus kriogenli apparatlar va kriozondlar yasaladi. Anesteziya xossasiga ega bo'lgan sovuq yordamida asab kasalliklariga tegishli bo'lgan odam bosh miyasidagi ayrim hujayralar yadrosini yo'q qilishda ishlatiladi, masalan, parkin-sonizmda shu usuldan foydalaniladi.

Mikroxirurgiyada nam to'qimalarning sovuq metall asboblarga yopishib qolishidan bu to'qimalarni boshqa joyga ko'chirishda foydalaniladi.

Past haroratlarning tibbiyotda qo'llanilishi tufayli kriogen tibbiyotda krioterapiya, krioxirurgiya va shu kabi yangi terminlar yuzaga kelgan.

To'rtinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Termodinamika bo'limi nimani o'rganadi?
2. Termodinamikaning birinchi asosi va uni gaz jarayonlariga tadbiq etilishini yoriting.
3. Molyar issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
4. Qanday jarayonga adiabetic jarayon deyiladi?
5. Qanday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi?
6. Qanday jarayonga izobarik jarayon deyiladi?
7. Qanday jarayonga izotermik jarayon deyiladi?
8. C_p va C_v lar nima? Ularning tenglamasini yozing.
9. Nima uchun C_p C_v dan katta?
10. Adiabatic jarayonda ichki energiya qanday o'zgaradi?
11. Adiabatic jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni yozing.
12. Termodinamikaning ikkinchi qonunini tushuntiring.
13. Entropiya nima?
14. Prigojin teoremasini yoriting.
10. Tirik organizmlarda energiya sarfi?
11. Bog'langan energiya nima?
12. Bog'lanmagan energiya nima?
14. Davolash maqsadida sovituvchi muhit sifatida nimadan foydalaniladi?
15. Termometriya nima?
16. Termometrlarning qanday turlini bilasiz?
17. Puasson tenglamasini yoriting.
18. Termodinamika qonunlarining tirik organizmga tadbqiqini tushuntiring.
19. Termodinamik parametrlarga qaysilar kiradi?
20. Termodinamik sistemalarni tushuntiring.

5-BOB. BIOELEKTRODINAMIKA

Mazkur bobda elektr toki va tok maydonining ba'zi xarakteristikalari, elektrolitlardagi va gazlardagi tok va termoelektrik hodisalari ko'rib chiqiladi. Tok va elektromagnit maydonlar ta'sirida to'qimalarda kechadigan fizik jarayonlar ochib berilgan.

5.1-§. Tok zichligi va kuchi

O'tkazgich bo'yicha musbat elektr zaryadlarining yo'nalishi harakatining trayektoriyasini tok chiziqlari deb ataymiz, bu chiziqlarning urinmalari esa zaryadning tartiblangan harakat tezligining yo'nalishini ko'rsatadi. Odatda tok chiziqlari zaryad tezligiga emas, balki tok zichligiga bog'liq.

Tok zichligi elektr tokining vektor xarakteristikasi bo'lib, son jihatdan tok hosil qiluvchi, zaryadlangan zarrachalar harakatining yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan, birlik yuzadan o'tuvchi tok kuchining shu elementar yuzaga nisbatiga teng: $j = dJ/dS$

Zarrachalar oqimining zichligi, konsentratsiyasi va yo'nal-tirilgan harakat tezligi orasidagi bog'lanish: $J = nv$

Agar bu formulani tok tashuvchi zaryadga ko'paytirsak, u holda tok zichligini olamiz: $j = qJ - qnv$

Buni vektor ko'rinishda yozsak: $j = qnv$

j - vektor tok chiziqlariga urinma bo'ylab yo'naladi. Tok kuchi uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$I = dq/dt$$

Biror kesim yoki sirt orqali zaryadning vaqt bo'yicha olingan hosilasi bu tokdir.

5.2-§. Biologik to'qimalar va suyuqliklarning o'zgarimas tokda elektr o'tkazuvchanligi

Biologik to'qimalar va organlar har xil elektr qarshiliklaridan iborat bo'lib, turli tuzilishga ega. Ularning qarshiliklari elektr toki ta'sirida o'zgarishi mumkin. Bu hol tirik biologik sistemalar qarshiliklarini o'lchash ishini qiyinlashtiradi.

Bevosita tana ustiga qo'yilgan elektrodlar orasida turgan organizmning ayrim uchastkalarining elektr o'tkazuvchanligi teri va teri osti qatlamlarining qarshiligiga bog'liq. Organizm ichida tok asosan qon va limfatik tomirlar, muskullar, nerv ustunlarining qobiqlari bo'yicha

tarqaladi, terming qarshiligi o'z navbatida, uning holati, qalinligi, yoshi, namligi va hokazoga ko'ra aniqlanadi.

To'qima va organlarning elektr o'tkazuvchanligi ularning funksional holatiga bog'liq, demak, undan diagnostik ko'rsatkich sifatida foydalanish mumkin. M asalan, yallig'lanish vaqtida h ujayralar shishganda, hujay ralararo birlashmalarning kesimlari kamayadi va elektr qarshiligi kattalashadi. K o'p terlashga sabab boladigan fiziologik hodisalar teri elektr o'tkazuvchanligining ortishi bilan birga kuzatiladi va h.k. Organizmdagi turli to'qimalar va suyuqliklarning solishtirma qarshiliklari quyidagi jadvalda keltirilgan.

ρ, Om^*m	$\rho, \text{O m}^*m$
Orqa miya suyuqligi - 0,55	Y og' to'qimasi - 33,3
Qon - 1,66	Quruq teri - 10^5
Muskullar - 2	Suyak-pardasiz suyak - 10^7
Miya va nerv to'qimasi - 14,3	

5.3-§. Reografiyaning fizik asoslari

Organizm to'qimalari o'zgarimas tokdan tashqari o'zgaruvchan tokni ham o'tkazadi. Organizmda induktiv g'altakka o'xshagan sistemalar yo'q, shuning uchun induktivligi nolga yaqin. Biologik membranalar va demak, butun organizm sig'im xossalarga ega, shu tufayli organizm to'qimalarining impedansi faqat Om va sig'im qarshiliklari bilan belgilanadi. Biologik sistemalarda sig'im elementlarning mavjudligi tok kuchining qo'yilgan kuchlanishdan faza bo'yicha oldinda bo'lishi bilan tasdiqlanadi.

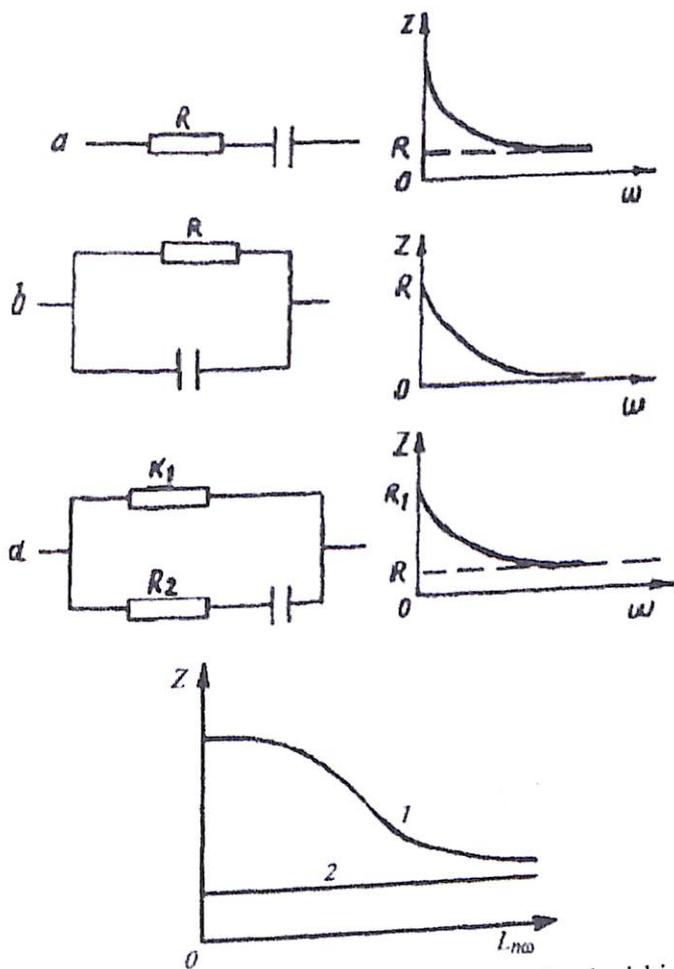
Ekvivalent elektr sxemalardan foydalanib, to'qimalarning Om va sig'im xossalari modelini yasash mumkin. Ulardan ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz. A rasmda tasvirlangan sxema uchun impedansning chastota bog'lanishini $L = 0$ bo'lganda:

$$Z = \sqrt{R^2 + 1/(C\omega)^2}$$

$$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

Impedansning chastotali boglanishi organizm to'qimalarining hayot qobiliyatini baholashga imkon beradi, buni organ va to'qimalarni kesib boshqa joyga ulashda (transplantatsiya qilishda) bilish muhimdir. 5.1-rasmda grafikda ko'rsatilgan. Bunda 1 - egri chiziq sog', normal to'qima uchun, 2- egri chiziq o'lik, suvda qaynatib o'ldirilgan to'qima uchun. O'lik to'qimada membranalar buzilgan bo'lib, tirik kondensator va

to'qima faqat Om qarshilikka ega bo'ladi. Impedansning chastotaviy bog'lanishidagi farq sog' va kasal to'qimalarda ham hosil bo'ladi.



5.1-Rasm. Impedansning chastotali boglanishi.

Tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljish burchagi to'qimaning sig'im xossalari haqida ham ma'lumot berishi mumkin. Organizm to'qimalarining impedansi ularning fiziologik holatiga ko'ra ham aniqlanadi. Jumladan, tomir qonga to'lganda impedans yurak-tomir faoliyatiga ko'ra o'zgaradi. Yurak faoliyati jarayonida to'qimalar

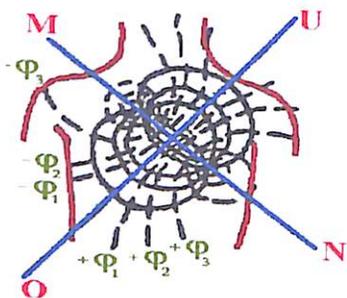
impedansi o'zgarishini qayd qilishga asoslangan diagnostika uslubi reografiya (impedanspletizmografiya) deyiladi.

Bu usul yordamida bosh miya (reoensefalogramma), yurak (reokardiogramma), magistral tomirlar, o'pka, jigar va qo'l-oyoqlarning reogrammalari olinadi. O'lchash odatda 30 k Hz chastotalarda ko'prik sxemasi bo'yicha olib boriladi.

5.4-§. Elektrokardiografning ishini o'rganish

Yurakning bir sikli davomida yurakda tarqaladigan elektrik aktivlikni qayd qilish metodi elektrokardiografiya deyiladi va u yurak kasalligiga diagnoz qo'yishda asosiy metodlardan biri bo'lib hisoblanadi. Bu metod asosida Eyntxoven nazariyasi yotadi.

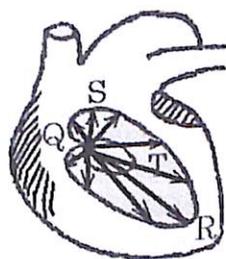
Eyntxoven nazariyasiga asosan ishlayotgan yurakni bir jinsli o'tkazuvchan muxitda joylashgan ekvivalent elektirik dipol' kabi tassavur etish mumkin. Dipol' atrofida elektr maydoni hosil bo'ladi. Uning kuch chiziqlari musbat qutbdan (boshlanish) chiqib, manfiy qutbga (oqish) kiradi. Kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda ekvipotensial chiziqlar o'tadi, ya'ni bu chiziqlarning har qanday nuqtasida elektrik potentsialning kattaligi bir xil bo'ladi. (5.2- rasm) punktir chiziqlar, 00-potensial nol' bo'lgan chiziqdir). Dipolning qutblaridan o'tuvchi MN tug'ri chiziq dipol o'qi deyiladi.



5.2-rasm.

Eyntxoven ekvivalent yurak dipolini hajmiy o'tkazgichdagi tok manbai deb qaradi va ekvivalent dipolni ko'krak qafasining o'rtasiga joylashgan cheksiz kichik radiusli sfera shakliga ega deb faraz qildi. Bu farazlar yurakni kichik ulchamli ekvivalent dipol deb qarashga imkon berdi. Agar teng tamonli uchburchakning uchlaridagi potentsiallar

ayirmasi qayd qilinsa, murakkab bo'lmagan hisoblashlar yordamida, EKGni shakllantiruvchi elektr yurituvchi kuchning kattaligi va yo'nalishini (ya'ni vektorlarni) aniqlash mumkin. Eyntxoven uchburchaklarning uchlari sifatida o'ng qul (O'Q), chap oyoq (ChO) va chap qo'l (ChQ) ni oldi. Yurakni ishlash prosessida elektr yurituvchi kuchning kattaligi va yo'nalishi o'zgaradi va bunga mos ravishda yurak integral vektorining YuIV (dipol' elektr momenti vektorining shartli atalishi) qiymati ham o'zgaradi. YuIV boshlanishining quyilish nuqtasi doimiydir - bu yurak bo'lmalari aro to'siqning nerv tugunidir. Vektorning oxiri yurak ishining bir tsikli davomida tananing frontal tekisligida joylashgan murakkab fazoviy egri chiziq chizadi, bu egri chiziq 3 ta halkadan: yurak oldi R dan, kompleksli QRS (qo'zg'alishning tarqalishi yoki qorinchalarning depolyarizatsiya fazasi) dan va T (qo'zg'alishning so'nishi yoki repolyarizatsiyasi) dan iborat (5.3 rasm).



5.3-rasm.

Eyntxoven uchburchagining tomonlariga tushirilgan YUIV ning proektsiyasi berilgan vaqt momentida uchta standart tarmoqlardagi EYUK ning skalyar miqdorini beradi. Yurakning bir tsikli davomida qayd qilingdigan bunday skalyar miqdorlar (kattaliklar) EKG ni shakllantiradi. Ular har bir vaqt momentida quyidagi tenglama bilan aniqlanqdi:

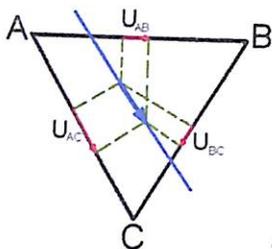
$$U_I = U_{II} + U_{III}$$

Bu munosabat Eyntxoven qoidasi deb yuritiladi, bu erda U_I , U_{II} , U_{III} signallarning algebraik miqdori (kattaligi). Tananing frontal tekisligidagi YuIV o'rta proektsiyasining yo'nalishi yurakning elektrik o'qi deyiladi. Ikkita elektrod joylashgan qarama-qarshi qutbli nuqtalarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq berilgan tarmoqning o'qi deyiladi.

Klinikada EKGni qayd qilish uchun 12 ta tarmoqdan tashkil topgan sistema qabul qilingan: (I, II, III) oyoq-qo'llardan 3 ta standart tarmoqlanish, (dVR, dVL, dVF) oyoq-qo'llardan 3 ta kuchaytirilgan bir

qutbli tarmoqlanish va 6 ta bir qutbli kukrakdan ($V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$) tarmoqlanishlardir.

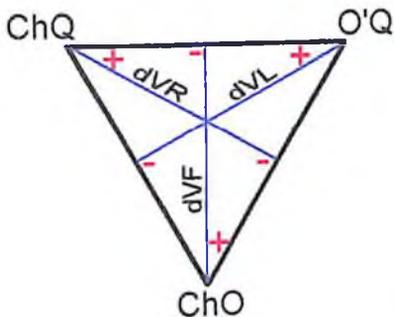
Standart tarmoqlanishdagi EKGning qayd qilish uchun elektrodlar Eyntxoven uchburchagidagi elektrik ekivalent nuqtalar A,B,C ga o'rnatiladi (5.4-rasm): o'ng va chap bilakka va chap boldirga. Elektrodlar qo'yilgan har ikki nuqta birgalikda tarmoqni hosil qiladi: I tarmoq ChK-O'Q, II tarmoq ChO-O'Q va III tarmoq ChO-ChQ.



5.4 rasm.

EKGni I tarmoqda yozish uchun o'ng qo'ldagi elektrod elektrokardiografning manfiysiga ulanadi. (manfiy elektrod), chap quldagi elektrod asbobning musbatiga ulanadi (musbat elektrod), tarmoqning o'qi garizontal joylashgan bo'ladi. Manfiy elektrod o'ng qulga, musbat elektrod chap oyoqqa joylashtirilganda, tarmoqning o'qi yuqoridan pastga va o'ngdan chapga yo'nalganda II chi tarmoq EKGni qayd qiladi. EKGni III chi tarmoqda yozish uchun manfiy elektrod chap qo'lga, musbat elektrod chap oyoqqa joylashtiriladi, tarmoqning o'qi yuqoridan pastga va chapdan o'ngga yo'naladi.

Kuchaytirilgan bir qutbli tarmoqlar yordamida oyoq-qullardan EKG quyidagicha qayd qilinadi. (5.5-rasm): dVR tarmoq chap qo'l (ChQ) va chap oyoqqa (ChO) birlashtirilgan elektrod - manfiy, o'ng qo'l (O'Q) ga qo'yilgan elektrod masofasining o'rtasidan yurak (uchburchak) markazi orqali o'ng qo'lga qarab yo'nalgan. Tarmoqlanish dVL: O'Q va ChO qa birlashtirilgan elektrod manfiy, chap qo'ldagi elektrod musbat, o'q pastdan yukoriga qarab va chapga yo'nalgan. dVF tarmoq: ikkala qo'lga birlashtirilgan elektrod - manfiy, chap oyokdagi elektrod -musbat, o'q pastga vertikalb yo'nalgan.

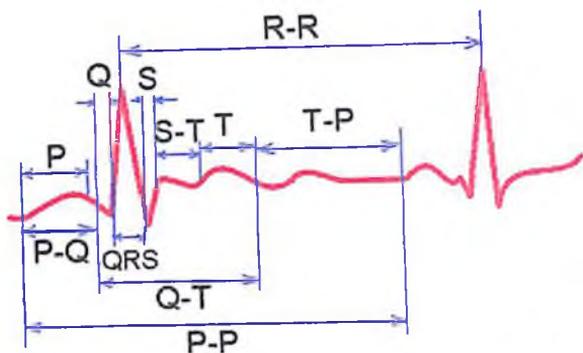


5.5-rasm.

Ko'krakdagi tarmoqlar orqali EKG qayd qilinganda manfiy qutb (elektrokardiografning manfiy elektrodi) o'ng quldagi, chap quldagi va chap oyoqdagi elektrodni birlashtiradi. Musbat qutblar ko'krakdagi elektrodlar holatiga mos keladi. O'qlar-yurak markazi va ko'krakdagi elektrodlar orasidan o'tadi. Ko'krakka elektrodlar quyidagicha joylashtiriladi: bular ko'krak suyagining o'ng tomonida to'rtinchi qovurga orasidan - V_1 tarmoqlanish, ko'krak suyagining chap tomonidan xuddi shunday satxdan - V_2 tarmoqlanish, chap ko'krak suyagi oldi chizig'idagi to'rtinchi qovurga satxdan - V_3 tarmoqlanish, chap o'rta o'mrov chizig'idagi beshinchi qovurga orasidan - V_4 tarmoqlanish, chapdan oldi tomondan qo'ltiq ostidagi chiziq va V_4 bilan bir xil satxdan - V_5 tarmoqlanish va o'sha satxda chap tomonda o'ng qo'ltiq osti o'rta chizig'idan - V_6 tarmoqlanishlardir.

EKGning 12 ta qabul qilingan tarmog'i ko'p hollarda normada va patologiyada yurakning EYuK haqidagi asosiy va etarli ma'lumotlarni (informasiyani) beradi. Standart tarmoqlardagi va kuchaytirilgan bir qutbli tarmoqlardagi EKGni analiz qilish, frontal tekislikdagi EYuK vektorining yo'nalishini xarakterlashga va ko'krak tarmoqlardagisi esa EYuK vektorining gorizantal tekisligidagi og'ishini xarakterlashga imkon beradi.

5.6- rasmda yurakning bir ish tsikli davomida standart tarmoqlanish I dagi normal EKG tasvirlangan. EKGda quyidagilar aniqlanadi: diastola paytida yozib oluvchi gorizantal kesma (T-R-diastolik interval), aratishlar - gorizantal chiziqdan egri chiziqning yuqoriga og'ishi (musbat tishlar) yoki pastga og'ishi (manfiy tishlar).



5.6-rasm.

Yurak oldi tishi R va qorinchalar kompleksiga tegishli tishlar T va U, bu tishlarning cho'qqisi yarim aylana shaklida bo'lib-to'lqinlar deyiladi. Bir xil tishlar orasidagi vaqt oraliqlari sikllararo interval deyiladi. Bitta sikldagi har xil tishlar orasidagi vaqt oralig'i - sikl ichidagi interval deyiladi.

Tishlarning shakli, balanddagi va intervallarning davomiyligi EKG ning asosiy xarakteristikasi bo'lib hisoblanadi. Tishning kengligi R bilan o'lchanadigan yurak bo'lmasi qo'zg'alishining normal davomiyligi 0,08-0,10 s ga teng. Yurak bo'lmasi qorinchaning o'tkazish vaqti ya'ni R-Q interval normada 0,12-0,20 s. Korinchalar bo'ylab qo'zgalishning tarqalish vaqti, kompleks QRS ning eniga qarab aniqlanadi va u 0,06-0,10 s ni tashkil qiladi. Qorinchalar elektirik sistolasining davomiyligi ya'ni intervali QRST (Q-T) chastotaning ritmiga (ketma-ketligiga) bog'liq bo'lib, Bazetta formulasi bilan hisoblab topiladi.

$$Q-T = K\sqrt{C}$$

bu erda K - koeffitsent bo'lib, erkaklar uchun 0,37 ga, ayollar uchun va bolalar uchun 0,39 ga teng, S-yurak tsiklining (R-R) davomiyligi bo'lib sekundlarda ifodalanadi.

Yurak elektr o'qining holati burchak - α ning miqdoriga qarab aniqlanadi, va α burchak-yurak dipol' momenti vektori bilan tarmoqlanish chiziqlari orasida hosil bo'ladi (3 rasm). EKG tishlarining balanligini bilgan holda α ni topish mumkin. AB chiziq tarmoq I ga, AC chiziq tarmoq II ga, BC chiziq tarmoq III ga mos keladi. (3 rasm). Bunday paytda:

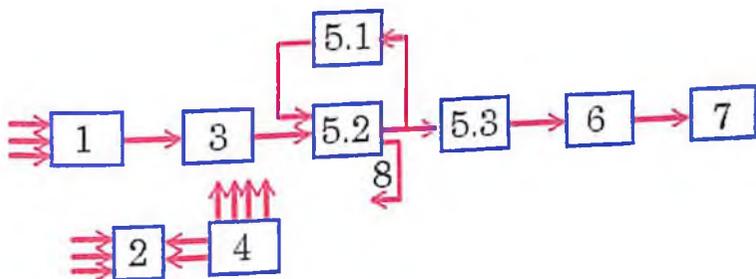
$U_{AB} = U_I$, $U_{AC} = U_{II}$, $U_{BC} = U_{III}$ va $\alpha_{AB} = \alpha$. U holda burchak α ni quyidagi formulada topish mumkin bo'ladi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{U_n + U_m}{U_n - U_m} \quad (1)$$

yurakda qo'zgalishning tarqalishi bilan bir vaqtda sodir bo'ladigan elektrik protsesslar tufayli vujudga keladigan elektrik potentsiallarni kuchaytirishda va qayd qilishda ishlatiladigan asbob elektrokardiograf deyiladi. Bir-, ikki-, turt-, olti kanalli elektrokardiograflar mavjud.

Qurilmaning tuzilishi

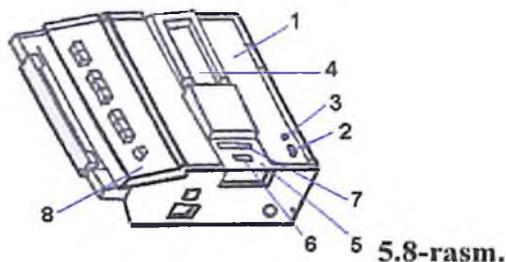
Pero bilan yoziladigan, bir kanalli elektrokardiograf EKIK-O1 ning tuzilishi va ishlashi prinsipini ko'rib chiqamiz. Elektrokardiograf strukturaviy sxemasi 5.7- rasmda keltirilgan.



5.7-rasm.

Biosignallar tarmoq 1 ning kabeli orqali biopotentsiallar kuchaytirgichi 3 ning kirish qismiga uzatiladi. Biosignalni ossiloskopning ekranida kuzatish uchun, uning dastlabki kuchaytirilishi va qo'shimcha chiqish 8 ga uzatilishi kuchaytirgichdan avvalgi 5.2 bilan amalga oshiriladi. Dastlabki kuchaytirgich 5.2 ning chiqishidagi signal-amalga oshiriladi. Dastlabki kuchaytirgich 5.2 ning chiqishidagi signal-chegaralaydigan kuchaytirgichning 5.3 kirishiga va avtomatik tinchitadigan sistema 5.1 ga beriladi. Chegaralovchi kuchaytirgich 5.3 signal qulochini shu darajagacha chegaralaydiki, u qayd qilingan tasvirning qulochini 42-43 mm dan oshmasligini ta'minlaydi. Quvvat kuchaytirgichi 6 signalni shunday miqdorgacha kuchaytiradiki, bunda galvonometr 7 ning perosi to'la quloch yoyadi. Elektrokardiografda yozma tashuvchining tortish tezligini fotoelektron datchik bilan stabilizatsiya qilinadigan sistema qo'llanilgan. Manba biloki 4 elektrokardiografning hamma tarmoqlarini tok bilan ta'minlaydi.

5.8- rasmda elektrokardiograf EKIK - 01 ning umumiy ko'rinishi berilgan. Elektrokardiografning yuqori sirt paneli uchta qismga bo'linadi:



5.8-rasm.

Qo'shimcha paneli 1, kuchlanish 220 V li o'zgaruvchan tok manbaiga ulaydigan knopka 2 va indikator 3 bor;

O'rta qismida qog'oz lentani tortadigan mexanizm 4 va boshqarish paneli 5 bo'lib, unda yozmaning nul' chizig'idan siljitish dastasi 6 bor va galvanometr perosining joylashish indikatorlari 7 bor;

Elektrokardiografda boshqarishning asosiy paneli 8 sirt panelining pastki chet tomoniga joylashtirilgan va unda quyidagilar joylashtirilgan:

- yozma tashuvchining ulanadigan knopkasi « |----- 1 »
- tezliklarni o'zgartiradigan knopka 50²⁵/-
- kalibrlangan signalni ulaydigan knopka V
- past chastotali filtni ulaydigan knopka J t
- qo'l bilan tinchitish uchun knopka □
- sezgirlikni o'zgartiradigan knopka «5-10-20 mm/mv»
- tarmoqlarni o'zgartiradigan knopka.

EKGni olish uchun patsientga standart tarmoqlar ChQ, O'Q, ChO buyicha elektrodlar qo'yiladi. Teri bilan elektrodlar orasiga tok o'tkazuvchi muxit sifatida maxsus pastalar yoki isitilgan 5-10% osh tuzi eritmasiga hullangan paxmoq qistirmalar yoki filtrlaydigan qog'ozdan yasalgan qistirmalar qo'llaniladi.

5.5-§. Magnit maydon. Moddalarning magnit xossalari

Magnit maydoni deb materiyaning shunday ko'rinishiga aytiladiki, u tufayli maydonga joylashtirilgan harakatlanuvchi elektr zaryadlariga va magnit momentiga ega bo'lgan boshqa qismlarga kuch ta'sir etadi. Magnit maydoni elektromagnit maydonning shakllaridan biridir.

Tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch - Amper kuchi deb ataladi.

Amper kuchi tokli o'tkazgich uzunligiga, undan o'tayotgan tok kuchiga va unga ta'sir qiluvchi magnit induksiyasiga bog'liq:

$$F = B \cdot I \cdot \sin \alpha$$

Bitta zaryadli zaryadga ta'sir qiluvchi kuch esa Lorens kuchi deyiladi: $F = q \cdot b \cdot v \cdot \sin \alpha$

Magnit maydoni magnit momentiga ega bo'lgan zarrachalarning oriyentatsiyasiga ta'sir qiladi, natijada modda magnitlanadi.

Moddaning magnitlanish darajasi magnitlanganlik vektori bilan karakterlanadi. Magnetiklar asosan uchta sinfga bo'linadi: paramagnetiklar, diamagnetiklar va ferromagnetiklar. Ularning har birining o'ziga xos tipdagi magnetizmi mavjud: paramagnetizm, diamagnetizm va ferromagnetizm.

1) **Diamagnetiklarning** ko'pchilik atomlari xususiy magnit momentlariga ega bo'lmay, ularning magnit momentlari tashqi maydon ta'sirida vujudga keltiriladi. Diamagnetiklar uchun magnit singdiruvchanlik $\mu < 1$ bo'ladi. Diamagnetiklarning tipik vakillari sifatida suv, marmar, oltin, mis, simob va inert gazlarni keltirish mumkin.

2) **Paramagnetiklarning** molekullari noldan farqli xususiy magnit momentlariga ega. Magnit maydoni bo'lmaganda bu momentlar betartib joylashgan bo'lib, jismning magnitlanish vektori nolga teng bo'ladi.

Paramagnit tashqi maydonga kiritilganda alohida atomlar va molekullarning magnit momentlari maydon bo'ylab joylashib qoladi. Natijada paramagnetiklarning xususiy maydoni tashqi magnit maydonini kuchaytiradi, ya'ni tashqi magnit maydonining kuchayishi ro'y beradi ($\mu > 1$). Paramagnetiklarga kislorod, alyuminiy, platina va ishqor hosil qiladigan metallar kiradi.

3) **Ferromagnetizm** - paramagnetizmning chegara holi hisoblanadi. Ferromagnetiklar- kuchli magnetiklar hisoblanib ($\mu \gg 1$), o'z-o'zidan magnitlanib qolishi mumkin. Hattoki tashqi magnit maydoni bo'lmaganda ham ular magnitlanish qobiliyatiga ega bo'ladilar.

Organizm to'qimalari suvga o'xshab ma'lum darajada diamagnitdir. Biroq organizmda paramagnit moddalar, molekullar va ionlar ham mavjud. Organizmda ferromagnit zarrachalar yo'q.

Organizmda hosil bo'ladigan biotoklar kuchsiz magnit maydonlarining manbaidir. Ba'zan bunday maydonning induksiyasini olchash mumkin.

Masalan, yurakning magnit maydoni induksiyasining vaqtga bog'iqligini yurak biotoklarining qayd qilish asosida diagnostika metodi - magnitokardiografiya yaratilgan. Magnit maydoni o'z ichidagi biologik sistemalarga ta'sir qiladi. Bu ta'sirni biofizikaning magnitobiologiya deb ataluvchi bo'limi o'rganadi.

5.6-§. Past va yuqori chastotali toklarning organizmga ta'sirining biofizikaviy asoslari

Past chastotali tok (150 HZ gacha)-fizoterapiyada ta'sirlovchi omil sifatida ishlatiladi. Bunda issiqlik effekti bo'lmaydi, faqat ta'sirlash effekti mavjud.

Chastota ortishi bilan ta'sirlash effekti kamayib, issiqlik effekti ortadi. Yuqori chastotali tokning ta'sirlash effekti yo'q bo'lib, issiqlik effekti sezilarlidir.

Darsonvalizatsiya-to'qimalar orqali yuqori chastotali (YuCh) tok o'tkazib davolash usuli. $\nu=100-400$ kHz $U=40-50$ kV $I=10-15$ mA

Ta'sir turli shakldagi tayoqcha bilan amalga oshiriladi. Nerv oxirlariga qo'zg'atuvchi ta'sir ko'rsatadi.

Diatermiya- Yuqori chastotali tok bilan davolash usuli.

$\nu=1$ MГц $U=100-150$ kV $I=1.5-2$ A (bir necha A)

Chuqur yotgan to'qimalarni qizdirish uchun ishlatiladi. Teri, yog', suyaklar, muskullarning solishtirma qarshiligi katta, shuning uchun ular ko'p qiziydi.

Diatermotomiya –"elektr pichoq", $j=40$ mA/mm²

Diatermokoogulyatsiya- to'qimalarni kuydirish, payvandlash, $j=6-10$ mA/mm²

Induktotermiya-o'zgaruvchan magnit maydoni bilan davolash usuli. $\nu=13.56$ MHz

Elektrodlar spiral yoki ga'ltak shaklda yasaladi. Yuqori chastotali magnit maydoni to'qimalarga ta'sir qilganda uyurmali toklar-Fuko toklari yuzaga keladi, ular tok o'tkazuvchi to'qimalarni qizishiga olib keladi. Issiqlik moddalar almashinuvini stimullaydi. Muskul, yog' to'qimalari ko'proq isiydi.

Ultrayuqori chastotali terapiya (UyuCh) – o'zgaruvchan elektr maydon bilan davolash usuli: $\nu=40,68$ MHz

UYuCh terapiyada ham tok o'tkazuvchi to'qimalar (elektrolitlar), ham dielektriklar qiziydi. Biroq, dielektriklar elektrolitlarga qaraganda ko'proq qiziydi.

O'ta yuqori chastotali terapiya (O'YuCh)-elektromagnit tebranishlarni ta'sir ettirib davolash usuli: $\nu=300$ MHz

Bunda, suv saqlovchi to'qimalar qiziydi. Siljish toklari yuzaga keladi.

A) mikroto'liqinli terapiya - $\lambda=12,6$ sm

B) detsimetrto'liqinli terapiya - $\lambda= 65,2$ sm

Issiqlikning yuzaga kelishi O'YuCh li maydon ta'sirida suv molekulasining qayta oriyentatsiyasi natijasidir.

To'liqin energiyasining ko'p yutilishi muskullar va qonda bo'ladi. Suyak va to'qimalarida kam yutiladi va isish kam bo'ladi.

Beshinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
2. Tok kuchi va uning birliklari?
3. Elektr maydon nima?
4. Magnit maydon nima?
5. Past va yuqori chastotali toklarning organizmga ta'sirining biofizikaviy asoslari ni yoriting.
6. Past chastotali tok bilan davolash usullariga nimalar kiradi?
7. Yuqori chastotali tok bilan davolash usullariga qaysi usullar kiradi?
8. Magnit maydon bilan davolash usullariga qaysilar kiradi?
9. Elektr maydon bilan davolash usullariga qaysi usullar kiradi?
10. O'zgarmas tok uchun Om qonunini yoriting.
11. Reografiya nima?
12. Impedans nima?
13. Elektrokardiografiya bilan fonokardiografiyaning farqlang.
14. Elektrokardiografning printsiptial tuzilishi qanday?
15. Elektrokardiogrammalarni qayd qilish texnikasining asosiy qoidalari qanday?
16. Standart Elektrokardiografik tarmoqlarning qayd qilish metodikasini tushuntiring.
17. Kuchaytirilgan bir qutbli Elektrokardiografik tarmoqlarni qayd qilish metodikasini tushuntiring.
18. Ko'krakdagi Elektrokardiografik tarmoqlarning qayd qilish metodikasini tushuntiring.
19. Eyntxoven uchburchagi nima?
20. Elektrokardiografik o'qlarining aloqasi qanday?

6-BOB. OPTIKA

Optika bo'limida yorug'lik hodisa va qonunlari, yorug'likning tabiati hamda uning modda bilan o'zaro ta'siri o'rganiladi.

Yorug'lik energiyasini sezish uchun tabiiyki ko'z alohida ahamiyatga ega. Ushbu bobda optik qonuniyatlar bilan bir qatorda ko'zning optik sistemasi asoslari yoritilgan.

6.1-§. Yorug'likning tabiati

Yorug'lik ma'lum diapazondagi elektromagnit to'lqinlardan iboratdir. Inson ko'zi butun nurlanish tarkibidan faqat to'lqin uzunligi $3,8 \cdot 10^{-1}$ m dan $7,7 \cdot 10^{-7}$ m gacha bo'lgan nurlarnigina ko'ra oladi. To'lqin uzunligi $3,8 \cdot 10^{-7}$ m dan qisqa bo'lgan nurlar *ultrabinafsha*, to'lqin uzunligi $7,7 \cdot 10^{-7}$ m dan katta bo'lgan nurlar esa *infraqizil* nurlar deb ataladi. Ultrabinafsha va infraqizil nurlar ko'zga ko'rinmaydi.

Jismlardan yorug'lik qaytib ko'zimizga tushgandagina biz ularni ko'ra olamiz. Ba'zi jismlarni atrofimiz yorug' yoki qorong'i bo'lishidan qat'iy nazar ko'raveramiz, chunki ularning o'zlari yorug'lik sochadi. Bunday jismlar *yorug'lik manbalari* deb ataladi.

Yorug'lik manbalari ikki guruhga: tabiiy va sun'iy manbalarga bo'linadi. Quyosh, yulduzlar, atmosferadagi nur sochuvchi gazlar va ba'zi tirik organizmlar (masalan, baliqlar, hasharotlar, yog'ochni chiritadigan ba'zi mikroblar va boshqalar) yorug'likning tabiiy manbalaridir. Biz uchun asosiy tabiiy yorug'lik manbayi Quyoshdir. Quyoshdan chiqayotgan yorug'lik barcha tirik organizmlar- o'simlik, hayvon va insonlarning hayot manbayidir.

Yorug'likning sun'iy manbalari jumlasiga cho'g'langan jismlar, tok o'tganida nurlanuvchi gazlar, lyuminessensiyalanuvchi qattiq jismlar va suyuqliklar kiradi.

Odatda yorug'lik manbalari ma'lum o'lchamli jismlar bo'ladi, lekin ular ko'pincha nuqtaviy yorug'lik manbayi deb qabul qilinadi. Agar yorug'lik manbayining chiziqli o'lchami shu manbadan uning ta'siri o'rganilayotgan joygacha bo'lgan masofaga nisbatan juda kichik bo'lsa, bunday yorug'lik manbayi *nuqtaviy yorug'lik manbayi* deb ataladi.

Yorug'lik vakuumda 300000 km/s tezlik bilan, boshqa muhitlarda esa bundan kichik tezlik bilan tarqaladi.

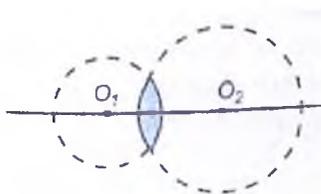
Muayyan to'lqin uzunlikdagi yorug'lik, masalan, qizil, yashil, binafsha va shu kabi rangli yorug'liklar monoxromatik yorug'lik deyiladi.

Yorug'lik turli uzunlikdagi to'liqlardan iborat bo'lsa, bunday yorug'lik murakkab yorug'lik deyiladi. Masalan, Quyoshdan keladigan yorug'lik murakkab yorug'likdir. Binobarin, bunday yorug'likni turli rangli monoxromatik yorug'liklardan tarkib topgan deyish mumkin.

Yorug'lik o'zi bilan birga energiya eltadi. Biror modda orqali yorug'lik o'tganda uning energiyasi ma'lum miqdorda yutiladi, bunda yorug'lik energiyasi moddaning ichki energiyasiga aylanadi.

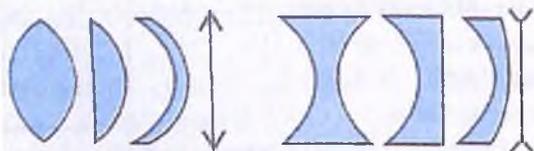
6.2-§. Linzalar

Linzadan yorug'likning qaytishidan va sinishidan nurlarning yo'nalishini o'zgartirish uchun yoki yorug'lik dastalarini boshqarish uchun foydalaniladi. Masalan: mikroskop, fotoapparat va boshqa shu kabi maxsus optik asboblarning yaratilishida ushbu qoidaga asoslangan. Bu asboblarning asosiy qismini linza tashkil etadi. Masalan, ko'zoynakning oynasi gardishga olingan linzadir. Ko'zoynakdan insonlar kichik narsalarni katta qilib, uzoqni yaqin qilib ko'rishda foydalaniladilar. Inson hayotida linzalarning qo'llanilishi muhim ahamiyatga ega. Demak, linzalar shaffof jismlardan yasaladi. Yorug'likni yaxshi o'tkazadigan moddalardan yasalgan jismlarga shaffof jism deyiladi. Ikki yoki bir tomoni sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jisimga linza deyiladi. Uni har qanday shaffof materialdan, hatto muzdan ham yasash mumkin.

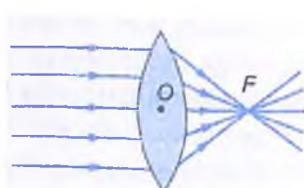
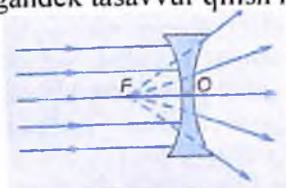


Linzalarda tasvir yasash uchun optik o'qqa parallel nurlar yuboriladi. *Linzaning bosh optik o'qi deb* sferik sirtlarning O_1 va O_2 markazlaridan o'tuvchi to'g'ri chiziqqa aytiladi.

Linzalar qavariq va botiq linzalarga ajratiladi. Qavariq linza yig'uvchi, botiq linza sochuvchidir. Linzaning o'rta qismi chetlariga qaraganda yo'g'on bo'lsa qavariq, ya'ni nurlarni yig'adi, agar o'rta qismi chetlariga qaraganda ingichka bo'lsa botiq, ya'ni nurlarni sochadi. Linzalarning mana shu xususiyatidan amalda keng foydalaniladi. Masalan: Fatoapparatlarda yig'uvchi linzalar fotosuratga olinayotgan buyumni kichiklashtirgan tasvimi beradi. Sochuvchi linza kino apparatdagi kichik kadrda tasvimi yuzlab marta kattalashtirib beradi.



Linzadan o'tgan nurlar bir nuqtada yig'iladi. Bu nuqta linzaning fokus masofasi deyiladi. Fokus nuqtani F harfi bilan belgilanadi. Linzaning markazi O nuqtadan F nuqtigacha bo'lgan masofa linzaning fokus masofasi deyiladi. Botiq linzada tasvir hosil bo'lmaydi. Botiq linzada mavhum fokus mavjud. Sochilgan nurlarni go'yoki F nuqtadan chiqib kelayotgandek tasavvur qilish mumkin.



Linzada tasvir hosil bo'lishi.

Buyumdan linzaga qarab ikkita nur birinchisi optik o'qqa parallel, ikkinchisi linzaning markaziga yo'naltiriladi. Nur linza fokusidan o'tsa, ikkinchisi linza markazidan sinmasdan o'tadi va A nuqtada uchrashadi va tasvir hosil bo'ladi. Linzaning optik kuchi, buyum va linza orasidagi masofaga bog'liq ravishda tasvir turlicha bo'ladi.

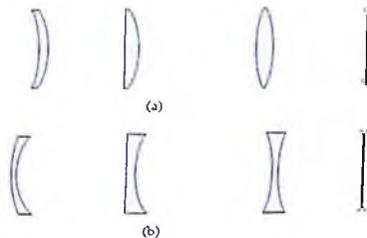
Geometrik optika prinsiplari asosida linzalar, ko'zgulardan to'zilgan optik asboblarda nurning yo'li matematik ravishda hisoblanadi. Misol sifatida yupqa linzada tasvirni yasash va uni fokus masofasini keltiramiz:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F}$$



Manba har qanday joylashgan va fokus shunga yarasha joylashgan har qanday holda linzaning bu umumiy formulasi qavariq va botiq linzalar uchun yaraydi.

Bosh optik o'qqa parallel bo'lgan nurlarning linzadan o'tgandan keyin kesishish no'qtasi linzaning fokusi deyiladi. Linzadan fokusgacha bo'lgan oraliqdagi masofa linzaning fokus masofasidir. Fokusdan bosh optik o'qqa perpendikulyar ravishda o'tadigan tekislik fokal tekislik deyiladi



Yupqa linzani tekshirganimizda ob'ektgacha va tasvirga bo'lgan masofalarni a_1 va a_2 bilan belgilaylik unda linzaning umumiy formulasi.

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

6.3-§. Ko'zning optik sistemasi

Odam ko'zi o'ziga xos optik asbob bo'lib, u optikada alohida o'rin tutadi. Bu, birinchidan, ko'p optik asboblarning ko'z sezishiga mo'ljallangani, ikkinchidan, odamning ko'zi evolutsiya jarayonida taqsimlashgan biologik sistema sifatida, bionika doirasida optik sistemalarni loyihalash va yaxshilashga doir ba'zi g'oyalarning vujudga kelishi bilan tushuntiriladi. Ko'z tibbiyot sohasi vakillari uchun faqat funksional buzulish va kasallanish qobiliyatiga ega bo'lgan a'zo hisoblanmay, balki ba'zi ko'zga taalluqli bo'lmagan kasalliklarni to'g'risidagi axborot manbai ham hisoblanadi.

Linzalarga xos aberratsiyalar ko'zda deyarli sezilmaydi. Sferik aberratsiya qorachiq kichik bo'lgani uchun bilinmaydi va faqat oqshomlari qorachiq kengayganda namoyon bo'ladi, bunda tasvirlar ravshan emas. Ko'z axromatik sistema bo'lmasa ham, biroq nurlanishning

ko'rinuvchanligi tanlanuvchi va qorachiq o'lchovi kichik bo'lgani tufayli xromatik aberratsiya sezilmaydi. Qiya dastalar astigmatizmi ro'y bermaydi, chunki ko'z hamisha kuzatiluvchi buyum tomonga qaratiladi.

Optik sistemaning asimmetriyasi tufayli hosil bo'luvchi astigmatizm bundan istisnodir (muguz parda yoki ko'z gavharining nosferik shaklda ekanligi). Bu, xususan, sinov o'tkazish jadvalida ko'zning ikkita o'zaro perpendikular chiziqlarni bir xil aniq ko'rish qobiliyatiga ega emasligida namoyon bo'ladi. Ko'zning bunday kamchiligi maxsus silindrik linzali ko'zoynaklar yordamida kompensatsivalanadi. Ko'zning optik sistemasiga ba'zi o'ziga xos kamchiliklar xosdir. Akkomodatsiya yo'qligida normal ko'zning orqa fokusi to'r pardaga to'g'ri keladi, bunday ko'zga emmetropik ko'z deyiladi va bu shart bajarilmaydigan hollarda ametropik ko'z deyiladi.

Ametropiyaning eng ko'p tarqalgan ko'rinishlari yaqindan ko'rish (miopiya) va uzoqdan ko'rish (gipermetropiya) hisoblanadi. Yaqindan ko'rish- ko'z kamchiligi bo'lib, akkomodatsiya yo'qligida orqa fokusning to'r parda oldida yotishidan iboratdir: uzoqdan ko'rish vaqtida, akkomodatsiya yo'qligida, orqa fokus to'r parda orqasida yotadi. Yaqindan ko'ruvchi ko'zni korrektsiyalash (tuzatish) uchun sochuvchi linza ishlatilsa, uzoqdan ko'ruvchi ko'zni tuzatish uchun yig'uvchi linza ishlatiladi.

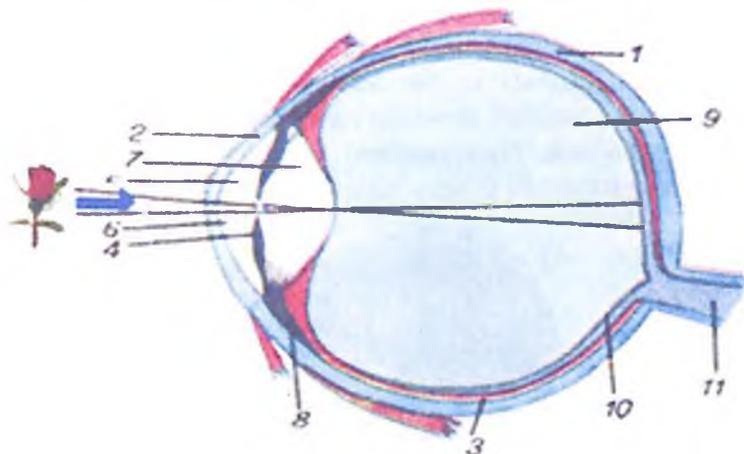
Ko'z nafaqat elektromagnit to'liqinni qabul qiladi, balki ularni farqlay oladi ham. Buyum tasvirini va rangini, qanday masofada joylashganini ham aniqlaydi. Tabiat bunga uzoq evolyusiya tufayli erishdi.

Ba'zi umurtqali hayvonlar ham odamlar kabi ranglarni ajratadi. Masalan, otlar, qo'yalar va cho'chqalar faqat qizil va zangori ranglarni farqlaydi. Tunda ov qiluvchi hayvonlar, masalan, mushuklar, bo'rilar rangni farqlamaydi. Hayvonlar ultrabinafsha va infraqizil nurlarni farqlay olmaydi. Bunga sabab quyoshdan yerga amalda 290 nm dan kichik to'liqlar yetib kelmaydi. Shu sababli hayvon va odamlarda bu to'liqin uzunligini sezuvchi organlar rivojlanmagan. Lekin, bundan ancha katta to'liqin uzunlikli ultrabinafsha nurlarni ham ko'z sezmaydi. Bunga sabab yuqori energiyali ultrabinafsha nurlar ko'zdagi yorug'likka sezgir pigmentlarni buzishidir.

Shu sababli gavhar va shishasimon suyuqlik nafaqat ultrabinafsha nurlarni, balki to'liqin uzunligi 400 nm ga yaqin ba'zi nurlarni ham kuchli yutadi. Agar bu nurlar energiyasi katta bo'lsa to'r pardani kuydiradi.

Infraqizil nurlarni oladigan bo'lsak, uni hayvonlar tanasining o'zi ham chiqaradi. 37°C da maksimal nurlanish 9-10 mkm to'liq uzunlikka mos keladi. 1 sm² hayvon tanasi 50 mW quvvatli energiyani nurlaydi. Bu esa ko'zga Quyoshdan tushadigan energiyadan ancha kattadir.

Ko'z bosh suyagining maxsus chuqurchasida - ko'z kosasida joylashgan. Ko'z ko'z soqqasidan, ko'rish nervi va yordamchi qismlardan (ko'z soqqasini harakatlantiruvchi muskullar va ularning nervlari, qovoq va kipriklar, yosh bezlari, qon tomirlari kabilardan) iborat.



Ko'z soqqasi:

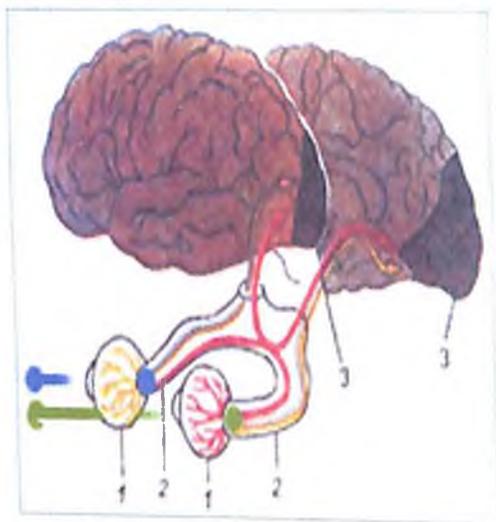
1- ko'z soqqasining oq pardasi; 2- ko'z soqqasining shox pardasi; 3- ko'zning qon tomir pardasi; 4- ko'zning rangli pardasi; 5- ko'zning oldingi bo'shlig'i (suyuqlik bilan to'lgan); 6- ko'z qorachig'i; 7- ko'z gavhari; 8- gavharni o'rab turuvchi kiprik-simon muskul; 9- shishasimon tana; 10-ko'zning to'r pardasi; 11- ko'rish nervi.

Ko'z soqqasi yumaloq tuzilgan bo'lib, oldingi va orqa qutblarga ega bo'ladi. Ko'z soqqasi ikki qismdan, ya'ni tashqi va ichki qismlardan iborat. Tashqi qism tashqi fibroz, o'rta qon-tomir, ichki to'rsimon pardadan, ichki qism esa, ko'z ichi suyugligi, ko'z gavhari, shishasimon tanadan iborat.

Ko'z soqqasining tashqi- fibroz pardasi ikki qismga bo'linadi. Uning oldingi qismi shox parda deb atalib, u shishadek tiniq, yorug'lik nurlarini sindirish xususiyatiga ega. Tashqi fibroz pardaning yon va orqa qismi ko'zning oq pardasi (sklera) deb ataladi.

Ko'z soqqasining qon tomir qavati nomiga monand, qon tomirlariga boy bo'lib, ko'z to'qimalarini oziq moddalar va kislorod bilan ta'minlaydi. Bu qavatning oldingi qismi rangli parda deb atalib, uning rangi hammada har xil (qora, ko'k, sarg'imgir va hokazo) bo'ladi. Bu pardaning o'rtasida yumaloq teshikcha bo'lib, u ko'z qorachig'idir. Teshikcha atrofida ko'z qorachig'ini kengaytiruvchi va toraytiruvchi muskullar bo'ladi.

Ko'z soqqasining ichki - to'rsimon pardasi, ayniqsa muhim ahamiyatga ega, chunki uning orqa qismida yorug'likni, ranglarni nerv hujayralari bo'lib, tayoqcha va kolbacha shaklidir. To'rsimon pardaning orqa qismida ko'rish nervining tolasi kiradigan teshikcha bo'lib, u orqali ko'rish nervi to'rsimon pardaga o'tadi va mayda tolachalarga bo'linib, tayoqchasimon va kolbachasimon retseptorlarga tutashadi.



Ko'rish analizatorining qismlari:

1- ko'z to'r pardasida joylashgan yorug'lik sezuvchi hujayralar (ko'rish analizatorining periferik qismi-retseptorlar); 2- ko'rish nervi (ko'rish analizatorining o'tkazuvchi qismi); 3- bosh miya po'stlog'ining ensa qismida joylashgan ko'rish markazi (ko'rish analizatorining markaziy qismi).

Ko'zning rangli pardasi o'rtasida joylashgan teshikcha bo'lib, uning atrofi aylana va to'g'ri yo'nalgan muskullar bilan o'ralgan. Ular parasimpatik va simpatik nerv tolalari bilan ta'minlangan. Ko'z qorachig'i gavharga va to'r pardaga yorug'likni, faqat markaz qismdagi nurlarni

o'tkazadi, atrofdagi nurlarni esa o'tkazmaydi. Qorachiqning ana shu funksiyasi tufayli buyumlarning shakli, rangi, ko'rinishi va boshqa xususiyatlari ko'zning to'r pardasiga aniq o'tkaziladi.

Yorug'lik ko'p bo'lganda ko'z qorachig'i torayadi va to'r pardaga o'tkaziladigan nur oqimi kamayadi, yorug'lik kam bo'lganda esa qorachiq kengayadi va to'r pardadagi retseptorlarga o'tkaziladigan nur oqimi ko'payadi. Bundan tashqari, odam hayajonlanganda, qo'rqqanda, og'riq sezganda ko'z qorachig'i kengayadi. Bu simpatik nervning qo'zg'alishi va buyrak usti bezining mag'iz qismidan ajraladigan adrenalin, noradrenalin gormonlari ko'payishi tufayli ro'y beradi.

Tayoqchasimon retseptorlar:

- yorug'lik kam bo'lgan vaqtda qo'zg'alib ko'zni qorong'ulikda ko'rishini ta'minlaydi;
- tarkibida rodopsin moddasi bo'lib, u oqsil va A vitaminidan tashkil topgan;
- to'r pardada 100 mln dan ko'proq tayoqchasimon hujayralar joylashgan.

Kolbachasimon retseptorlar

- tashqi muhitda yorug'lik yetarli bo'lganda qo'zg'alib, ko'zning «kunduzi» ko'rish xususiyatini ta'minlaydi;
- rang bilish xususiyatiga ega;
- to'r pardada 5 mln ga yaqin kolbachasimon hujayralar joylashgan.

Ko'zning ko'rish maydoni

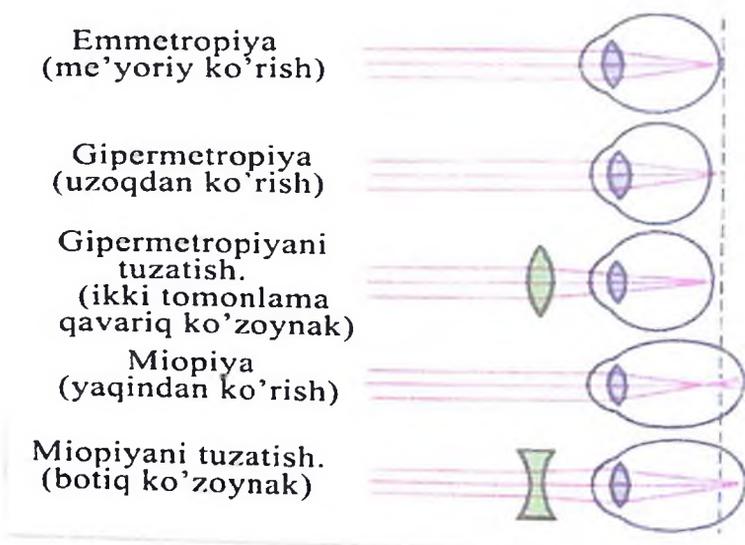
Markaziy ko'rish- ko'z soqqasini qimirlatmay ma'lum bir nuqtaga (buyumga) qaralganda uning tasviri ko'zning to'r parda qavatidagi markaziy chuqurchaga tushishi:

Chetki ko'rish- markaziy chuqurchaning atrofiga tushgan tasvirlar;

Ko'rish maydoni- ko'zni harakatlantirmay turganda atrofdagi buyumlarni, ularning rangini ko'ra olish xususiyati (markaziy va chetki ko'rish yig'indisi).

Ko'zning har xil rangdagi buyumlarni ko'rish maydoni bir xil bo'lmaydi. Oq rangni ko'rish maydoni eng katta, ko'k va sariq ranglarni ko'rish maydoni undan kichikroq, qizil va yashil ranglarni ko'rish maydoni yanada kichik bo'ladi. Ko'zning har xil ranglarni ko'rish maydoni turlicha bo'lishi to'r qavatning turli qismlarida tayoqchasimon va kolbachasimon retseptorlar har xil joylashishiga joylashishiga bog'liq.

Yaqindan va uzoqdan ko'rish refraksiyasi quyidagi tasvirlarda keltirilgan.



Ko'rish a'zosi funksiyasining buzilishi:

Yaqindan ko'rish (Miopia)- odamning ko'z soqqasi cho'ziqroq shaklda bo'ladi. Shuning uchun uzoqdagi buyumlar tasviri ko'zning to'r pardasiga emas, balki undan oldinroqqa tushadi. Natijada uzoqdagi buyumlarning tasviri aniq ko'rinmaydi. Bu holat ko'z gavharining do'ngligi ortib ketishi oqibatida ham yuzaga kelishi mumkin.

Uzoqdan ko'rish (Gipermetropiya)- bunday odamlarda ko'z soqqasi qisqaroq bo'ladi. Bunda yaqindagi buyumlarning tasviri ko'z to'r pardasiga emas, balki uning orqasiga tushadi. Uzoqdan ko'rishning ikkinchi sababi ko'z gavhari do'ngligining kamayishidir.

Daltonizm- ranglarni farqlay olmaslik. Buning sababi ko'zning to'r pardasida joylashgan rang sezuvchi ko'bachasimon retseptorlarda ma'lum rang ta'sirida qo'zg'aladigan nervlar bo'imasligidir.

Ko'rish a'zosi funksiyalarini buzilmasligi uchun ko'rish gigiyena qoidalariga amal qilish lozim. Ko'zning ko'rish qobiliyati normal saqlanishi ko'p jihatdan har bir odamning o'ziga bog'liq. Buning uchun quyidagi gigiyena qoidalariga rioya qilish zarur:

ish, o'qish joyida yorug'lik yetarli (100-150 lyuks) bo'lishi talab etiladi. Yorug'lik chap tomondan tushishini ta'minlashga e'tibor berish kerak;

o'qiganda, yozganda daftar va kitob ko'zdan 35-40 sm uzoqlikda bo'lishi kerak. Shuningdek, chizmachilik, tikish va boshqa mayda nozik ishlarni bajarganda ham shu qoidaga amal qilish kerak;

o'quv-yozuv, chizmachilik, tikish kabi mashg'ulotlar bi-lan shug'ullanganda har 12-15 minutdan keyin yarim-bir minut davomida uzoqdagi daraxtlarga, buyumlarga qarash lozim. Chunki yaqinga qarab ish bajargan vaqtda ko'z qorachig'i kengayib, ko'z ichidagi bosim ortadi va ko'z toliqadi. Uzoqqa qaraganda esa ko'z qorachig'i torayib, ko'z ichidagi bosim pasayadi va ko'z dam oladi;

avtobus, tramvay, metro, poezd va boshqa transport vositalarida ketayotganda o'qish yaramaydi, chunki bu vaqtda qo'ldagi kitob yoki jurnal, gazeta bir tekis turmaydi, balki qimirlab turadi. Bu esa ko'z gavhari shaklining uzluksiz o'zgarib turishiga sabab bo'ladi va ko'zni toliqtirib, uning xiralanib qolishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, yotib o'qish ham zararli; uzoq vaqt davomida televizor ko'rish ham ko'zni toliqtiradi;

ko'zni quyosh nuridan, yonib turgan olov shu'lasidan, changdan va shunga o'xshash noqulay ta'sirlardan himoya qilish lozim. Shuningdek, ko'zni qo'l barmoqlari bilan ishqalash yaramaydi. Ko'z qichishsa, toza bint yoki ro'molcha bilan avaylab qovoq ustidan silash mumkin;

kundalik ovqat tarkibida A vitamin yetishmasligi tayoqchasimon va kolbachasimon retseptorlar faoliyati buzilishiga va ko'rish o'tkirligi pasayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun tarkibida A vitamini bo'lgan taomlar (jigar, tuxum, sariyog', sabzi, qovoq, baliq ikراسi kabilar) ni muntazam iste'mol qilish kerak;

zararli odat bo'lgan chekish, spirtli ichimliklar ichish, giyohvandlik ko'zning turli kasalliklari yuzaga kelishiga sabab bo'ladi;

ko'zni chiniqtirish uchun bolalar yoshlikdan boshlab tennis, basketbol, voleybol, futbol, otish kabi sport turlari bilan shug'ullanib borishlari maqsadga muvofiq bo'ladi.

6.4-§. Lazerlar va uning tibbiyotda qo'llanilishi

Lazer (ing . laser; Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation- majburiy nurlanish yordamida yorug'likning kuchayishi ma'nosini anglatadigan so'z birikmalarining bosh harflaridan olingan), optik kvant generator- ultrabinafsha, infraqizil va ko'zga ko'rinadigan soha diapozondagi nurlanishlarni hosil qiluvchi qurilma; kvant elektronikadagi asosiy qurilmalardan biri. Birinchi Lazerni 1960 yilda yoqutda amerikalik olim T. Meyman tomonidan yaratilgan. Ishi atom va molekullarning majburiy nurlanishiga asoslangan. Lazer har xil energiya (elektr, yorug'lik, kimyoviy, issiklik va h.k.)ni optik diapozondagi kogerent elektromagnit nur energiyasiga aylantirib beradi. U 3 element-energiya manbai, aktiv muhit (modda), teskari bog'lanishdan iborat (agar Lazer kogerent nurni kuchaytirish uchun xizmat qilsa, teskari boglanish zarur emas). Lazer boshqa yorug'lik manbalardan kogerentligi, monoxromatikligi, juda kichik burchak ostida yo'nalganligi bilan, nur quvvatining katta spektral zichlikka, juda yuqori tebranish chastotasiga egaligi bilan farqlanadi. Aktiv muhitga ko'ra, Lazer quyidagi guruhlarga bo'linadi: 1) qattiq jism va suyuqlikdan tayyorlangan Lazer 2) gazli Lazer 3) yarimo'tkazgichli Lazer. Bulardan tashqari, eksimer, kimyoviy va h.k. Lazer xillari ham bor. Lazerda teskari bog'lanish optik rezonator (ikki ko'zgu) yordamida amalga oshiriladi. Ko'zgulor orasiga aktiv modda joylashtiriladi. Nur to'liqini ko'zgulardan qaytib, yana aktiv moddadan o'tadi, unda majburiy o'tishlarni yuzaga keltiradi. Ko'zgulardan biri qisman shaffof bo'lib, u cheksiz ko'p o'tishlardan keyin kuchaygan nurni tashqariga chiqib ketishiga xizmat qiladi.

Lazerning ishlash tamoyilida atom tuzilishi muhimdir. Moddalarni tashkil qilgan atomlarni energetik holatlari (orbitasi) har xil. Pastki orbitada zarrasi bo'lgan atom turg'un, yuqori orbitada zarrasi bo'lgan atom beqaror bo'ladi. Yuqori orbitada zarra uzoq turmaydi. Ma'lum vaqt o'tgach, zarra pastki orbitaga tushib, atom o'zidan nur chiqaradi. Yuqori energetik holatlar (orbita) dagi o'zo'zidan pastga, ya'ni, energetik turg'unroq holatga tushmasa, uni "turtib" tushirib yuborishi mumkin. Buni fanda majburiy nurlatish deyiladi. Tog' ustidan pastga yumalatilgan bitta tosh bir necha toshni yumalatib tushirganidek, moddaning bitta zarrasi turtib yuborilsa, barcha orbitalardagi zarralar qo'zg'aladi. Atom chiqargan nur bilan yutilgan nur ko'shilib, ikkitasi to'rtta, to'rttasi sakkizta va h.k. Lazer nuriga aylanadi. Bu nurlarni kvant generator (elektr signal kuchaytirgichiga o'xshab) kuchaytirib, g'oyat to'g'ri yo'nalgan nur

(energiya)ga aylantirib beradi. Energiya manbai (o'zgarmas tok, yuqori yoki o'ta yuqori chastotali tok, optik yoki Lazer nuri, elektron nur dastasi) hisobiga aktiv moddadagi elektronlar yuqori (uyg'otilgan) sathlarga o'tib, inversiya holati (elektronlar soni yuqori sath N_2 da quyi sath N dagiga nisbatan ko'p bo'ladi) vujudga keladi. Ularga biror energiya manbai bilan ta'sir ettirilsa (masalan, yorug'lik nuri), aktiv modda ishga tushadi. Bunda elektronlarga berilgan energiya bir necha ming marta ko'payadi va shu onda Lazer nuri shaklini oladi. Bundan tashqari, Lazer nurining qurilmadagi kuchaytirish koeffitsiyenti K_k unda sodir bo'ladigan energiya yo'qotishlar koeffitsiyenti K_y dan ancha katta ($K_k J.$) bo'lishi kerak. Shu shartlar bajarilganda Lazer nuri generatsiyasi (hosil bo'lishi)ga erishish mumkin.

Lazer 2 xil ish rejimiga ega. Agar unda uzluksiz energiya manbaidan foydalanilsa, uzluksiz ingichka nur hosil qilish mumkin. Agar manba impulseli energiya bersa, Lazer nur impulslarini beradi.

Lazerlar uchta asosiy qismdan iborat bo'ladi:

1) Aktiv muxit - metastabil holatga ega bo'lgan modda.
2) Majburiy yig'ish (optik nakachka) sistemasi - aktiv muxitda inversiyali joylashish holatini hosil qiladigan qurilmalar. Inversiyali joylashish holati deb asosiy holatdagi atomlar soniga nisbatan uyg'ongan holatdagi atomlar sonining ko'p bo'lishiga aytiladi.

3) Optik rezonator - lazer nurlanishini shakllantiruvchi qurilma.

Lazer nurlari quyidagi xossalarga ega:

1) Ular yuqori darajada kogerent va dastasi esa ni'oyatda ingichka.
2) O'ta monoxromatik ($DI < 16-16\text{mkm}$).
3) Katta quvvatli: masalan, $W=20$ J energiya bilan majburiy yilish (optik nakachka) va $16-3$ s nurlantirilsa, nurlanish oqimi $F=2 \cdot 16-4$ J/s, $R=2.1616$ Vt/m².

4) Tarqalish burchagi (ingichka) juda kichik.

Birinchi gazli lazer 1961 yilda neon va geliy gazi aralashmasi asosida yaratildi. Bizga ma'lumki gazlar ingichka yutilish chiziqlariga ega bo'lgani uchun gazli lazerlarda majburiy yilish (optik nakachka) elektr razryadi orqali amalga oshiriladi. Geliy - neonli lazerda majburiy yilish ikki bosqichda amalga oshiriladi: geliy energiya tashuvchi vazifasini bajarsa, neon nurlanish hosil qiladi; gaz razryadida hosil bo'lgan elektronlar to'qnashishi natijasida geliy atomini uyg'otadi.

Qattiq jismlardan tayyorlangan Lazerda (masalan, yoqutli Lazerda) 0,05% gacha xrom (Sg^{3+}) ionlari (aktivator) qo'shilgan alyuminiy oksid

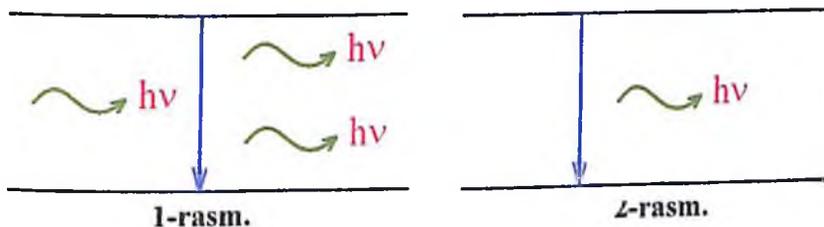
(Al₂O₃) dan tayyorlangan kizil kristall shisha tayoqcha ishlatiladi. Bunda yoqut silindr shaklida bo'lib, yoqut o'qining ikki uchiga optik rezonator hosil qiluvchi ko'zgular joylashtirilgan. Impulsi lampadan chiqayotgan yorug'lik tebrantirishni vujudga keltiradi. Lampaning yorug'ligi yoqutga tushganda, xrom ionlari lampadan chiqayotgan radiatsiya spektrining yashil va sarik, qismlarini yutib "uyg'ongan" aktivlashgan holatga o'tadi. Natijada nurlanishga tayyor aktiv muhit hosil bo'ladi va yoqutning o'qi bo'ylab ko'zguga tik yo'nalgan jala shaklida ko'payib boruvchi yorug'lik kvantlari paydo bo'ladi. Yoqutli Lazerlarda generatsiyalanayotgan yorug'likning quvvati 20 kVt gacha yetadi. Ularning f.i.k. 0,1% dan 10% gacha. Lazer nuri generatsiyasi aktivatorning energiya sathlari orasidan o'tishiga bog'liq. Unda hosil bo'lgan infraqizil nurning to'lqin uzunligi $\lambda = 0,69$ mkm. Qattiq jisimli Lazerlardan neodim Lazerida aktiv modda vazifasini neodim (Nd³⁺) ionlari qo'shilgan shisha (CaWO₄) tayoqchadan foydalaniladi. Bu Lazer Lazer=1,06 mkm li infraqizil nur chiqaradi.

Suyuq jismlardan tayyorlangan Lazerda aktiv modda o'rnida "Rodamin-6J", piranin, tripaflavin va boshqa ishlatiladi. Bo'yoqni erituvchi sifatida spirt, atseton, toluol va boshqalardan foydalanib, aktiv modda shisha kyuvetaga joylashtiriladi. Gazli Lazerda [birinchi gazli Lazer (He-Ne) aralashmasida amerikalik olim A. Javan tomonidan yaratilgan] aktiv muhit gaz (yoki gaz aralashmasi)dan bo'ladi. Mac, geliy-neon (Ne-Ie)li aktiv muhit geliy va neon gazlar aralashmasidan iborat. Gaz aralashmasi elektr razryadi bilan aktivlashgan holatga keladi. Bunday Lazerda generatsiya Ne ning sathlar orasidan o'tishida sodir bo'ladi. Bunda 3 ta to'lqin uzunlikdagi nur chiqadi: 0,63 mkm (qizil nur), 1,15 mkm va 3,39 mkm (infraqizil nurlar). Gazli Lazerdan (CO₂+N₂) da $X=10,6$ mkm uzunlikdagi nur chiqadi. Ionli va kimyoviy Lazerlar ham gazli Lazer hisoblanadi. Ionli Lazerda aktiv muhit – ionlashgan atomlar, kimyoviy Lazerda esa kimyoviy reaksiyalarda "uyg'ongan" holatga o'tgan atomlar bo'ladi (ion sathlarda ishlovchi argon Lazeri ko'k nur chiqaradi). Yarimo'tkazgichli Lazerlarda aktiv muhit yarimo'tkazgichlardan bo'ladi. Bunday Lazerda muhit optik va elektronlar oqimi yordamida aktiv holatga keltiriladi. Bular Lazer diodlari deyiladi. Yarimo'tkazgichli diod qalinligi 0,1 mm va yuzasi bir necha mm² bo'lgan kristall plastinkadan iborat. Bu diodlar orqali to'g'ri tok o'tkazilganda elektronlar yuqori zona yoki sathlarga o'tib, inversiya holati ro'y beradi. Elektronlar quyi zona (yoki sathlar)ga o'tganida

elektron-kovaklar rekombinatsiyasi natijasida ajralgan energiya hisobiga Lazer nuri generatsiyasi kuzatiladi. Bunday Lazeridan chiquvchi infraqizil nurning to'liq uzunligi 84 mkm. Yarimo'tkazgichli Lazerlardan aktiv moddasi CdS (ko'k nur), CdTe (qizil, to'q qizil nur – qirmizi), CaSb (qizil; infraqizil nur) bo'lgan Lazerlar mavjud. Yarimo'tkazgichli Lazerlarning tuzilishi sodda, o'lchami kichik va ular uzoq ishlay oladi.

Lazerlar - optik oraliqda ishlaydigan nurlanish kvant generatorlaridir (OKG). Ularning ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, nurlanish modda bilan ta'sirlanish natijasida, modda atomlari fatonni yutib ichiki energiyasi yuqori bo'lgan uyg'ongan holatga o'tishi mumkin. Bu holat barqaror emas. Odatda atomlarning bu holatda yashash vakqi juda qisqa, ya'ni 10^{-3} s. Uyg'ongan holatdagi atomlar qandaydir bir vaqtda o'z-o'zidan (spontan ravishda) fotonlarni nurlatib, energiyasi kichik bo'lgan holatga o'tadi.

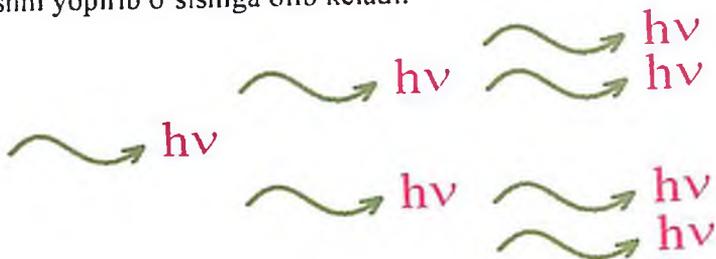


Bunday nurlanishga spontan nurlanish deyiladi. Spontan nurlanish tasodifiy xarakterga ega. Shuning uchun bu nurlanish izotropdir (biror bir asosiy yo'nalishga ega emas), kogerent emas (har xil atomlar nurlatgan kvantlar har xil fazaga ega), va monoxromatik emas (har xil chastotalarni to'plamidan iborat). Bunday nurlanishni masalan, cho'g'lanma va gaz razryadli lampalari beradi.

Atomlarning uyg'ongan holatdan kam uyg'ongan holatlarga o'tishi unga tushayotgan fotonlar ta'sirida ham yuzaga kelishi mumkin. Faqat buning uchun fotonning energiyasi shu o'tish energiyasiga teng bo'lishi lozim. Bunda bir vaqtda ikkita foton hosil bo'ladi; tushayotgan foton va atomni bir holatdan boshqa holatga o'tishi natijasida hosil bo'lgan fotonlardir. Tushayotgan foton bu holatda atomni uyg'ongan holatdan kam uyg'ongan holatga o'tishini indutsiyalaydi (majburlaydi). Shuning uchun bunday nurlanishlar indutsiyalangan yoki majburiy nurlanishlar deyiladi. Uyg'ongan atomni majburiy nurlanishi tashqi foton ta'sirida

yuzaga kelibgina qolmay balki induksiya nurlanishning fotoni ta'sirida ham hosil bo'ladi.

Uyg'ongan atomlarning soni etarli bo'lgandagi bu hodisa nurlanishni yopirib o'sishiga olib keladi.



Kogerentlik, monoxromatiklik va aniq yo'nalishga ega bo'lishlik induksiya nurlanishning asosiy xossasidir. Bunga sabab (uyg'ongan atomga) tushayotgan kvant chastotasi, fazasi, impulsi va qutblanishi bir ekanligidir. Induksiya nurlanish - lazerlar ishlash printsipining fizikaviy asosini tashkil etadi.

Induksiya o'tishlar ehtimolligi - tushayotgan kvantlar soni va uyg'ongan atomlar soni qancha ko'p bo'lsa shuncha katta bo'ladi.

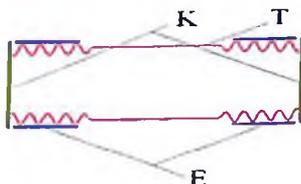
Tabiiy sharoitda moddada uyg'ongan holatdagi zarralarning soni, kam uyg'ongan holatdagidan kichik bo'ladi. Induksiya o'tishlar tufayli hosil bo'layotgan nurlanishni kuchaytirish uchun uyg'ongan holatdagi atomlar soni kam uyg'ongan holatdagidan katta bo'lishi kerak.

Zarralar orasidagi bunday munosabat ba'zi moddalarda kuzatiladi. Bu moddalarda zarralarni shunday uyg'ongan holatlari mavjudki, ulardan kam uyg'ongan holatga yoki asosiy holatga o'z-o'zidan o'tish ehtimolligi juda kam.

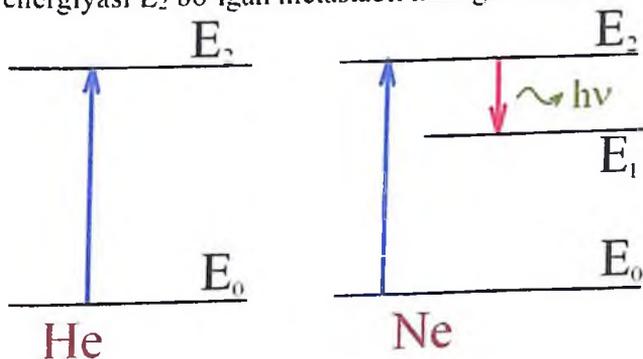
Atomni bunday holatda yashay oladigan vaqti katta (10^{-3} s gacha) bo'ladi. Bunday energitik holatga mos keladigan satxlar metastabil satxlar deb ataladi. Uyg'otish protsessi ta'sirida bunday satxlardagi atomlarning soni ortib, yig'ila boshlaydi. Va natijada shunday holat yuzaga keladiki metastabil uyg'ongan satxdagi atomlarning soni, kam uyg'ongan satxdagi atomlar sonidan katta bo'lib ketadi. Bunday holatga satxda inversli to'planish deyiladi. Mana shunday moddalar lazerning aktiv (ishchi) muxitini tashkil etadi. Invers to'planish holatini hosil qilish uchun kerakli zarralarni ajratib olish yo'li (ajratish metodi), zarralarni yorug'lik (optik metodi) yoki elektr zaryadi (elektr metodi) yordamida uyg'otish usullari qullaniladi.

Induksiyalangan nurlanishning quvvatini oshirish uchun lazerlarda rezanatorlar ishlatiladi. Ular ikkita bir-biriga qaratilgan qaytaruvchi sirtlar bo'lib, OKG ning aktiv (ishchi) moddasi ularning orasida joylashadi. Rezanatorning qaytaruvchi sirti har xil shakllarda: yassi, sferik, parabolik bo'lishi mumkin. Ulardan biri yarim shaffof bo'ladi. Rezanator sirtlaridan qaytib, nurlanish OKG ning ishchi moddasidan ko'p marta o'tadi. Va har gal induksiyalangan nurlanishni kuchaytiradi. Nurlanish ma'lum quvvatga etgach yarim shaffof qaytaruvchi sirtidan o'tib tashqariga chiqib ketadi. Hozirgi vaqtda lazerlarni ishchi moddasi sifatida turli materiallar qo'llaniladi: bu kristallar, aktivlashtirilgan shishalar, plastmassalar, gazlar, suyuqliklar, yarim o'tkazgichlardir.

Lazer nurining to'liq uzunligini aniqlash usullarida spektning qizil qismida nurlanish beradigan geliy-neon lazeri qo'llaniladi. U geliy (1 mm.sm.ust.bosimi ostida) va neon (0,1 mm.sim.ust. bosimi ostida) gazlarning aralashmasi to'ldirilgan kvarts trubkasi T dan iborat. Trubkaning uchlariga yassi yoki sferek ko'zgular K o'rnatiladi. Ko'zgularning biri yarim shaffof bo'ladi.



Gaz razriyadi trubkaning tashqarisiga yoki ichkarisiga o'rnatilgan elektrodlar \mathfrak{E} yordamida hosil qilinadi. Elektr razriyadi vaqtida neon atomlari elektronlar bilan ta'sirlashib energiyasi E_0 bo'lgan asosiy holatdan energiyasi E_2 bo'lgan metastabil holatga o'tadi.



Neon atomlari E_2 energetik holatdan E_1 energetik holatga o'tganda spektirning qizil qismiga mos kelgan nurlanish hosil bo'ladi. Indutsiyalangan nurlanish yuzaga kelishi uchun neonning E_2 satxida E_1 satxiga nisbatan invers to'planish hosil qilish kerak. Lekin toza neonda satxlar orasida bunday munosabatning yuzaga kelishi juda qiyin. Chunki neonda E_2 metastabil energetik satxdan tashqari unga yaqin bo'lgan bir necha metastabil satxlar mavjud. Agar neon gaziga geliy gazini aralashtirilsa, gaz razryadi vaqtida geliy atomlari, energiyasi neonning E_2 satxining energiyasiga yaqin bo'lgan metastabil satxga o'tadi. Noelastik ta'sirlanish natijasida geliy atomlari o'z energiyasini neon atomlariga uzatadi va neon atomlari uyg'ongan E_2 holatga o'tadi. E_1 energetik holatdagi neon atomlari trubka devori bilan ta'sirlashib asosiy holatga o'tadi. Shu usul bilan bu holatdagi neon atomlarining soni kamayib turadi. Natijada geliy atomlari neon atomlarini E_2 satxida E_1 satxiga nisbatan statsionar invers to'planishni yuzaga keltiradi. Shunday qilib, bu lazerda neon atomlari ishchi, geliy atomlari esa yordamchi bo'ladi. Gaz lazerlari uzluksiz ishlaydigan lazerlarga kiradi.

Kogerentlik, yuqori monoxromatiklik, aniq yo'nalishga va katta quvvatga ega bo'lishlik lazerning asosiy xossalaridan bo'lib, uning fan va texnikada keng qullanilishiga imkon beradi.

Lazer nurlanishi modda bilan ta'sirlashganda tushgan joyini qizitadi va temperaturasini keskin oshiradi. Buning natijasida moddaning holatini o'zgarishi (erishi, bug'lanishi), zarb to'liqlarining hosil bo'lishi va intensiv issiqlik almashinishi kuzatiladi.

Bu xossalar Lazer nurlanishining energiyasi yuqori bo'lgan ingichka (mikro) nurga to'plash mumkinligi, hamda uni selektiv (tanlanib) yutilishi uni meditsinada keng qo'llanilishiga yo'l ochadi.

Lazer nuri xirurgiyada to'qimalarni qonsiz kesishlarni bajarishda ishlatiladi, chunki uning ta'sirida kesilayotgan tuqimaning chetlari payvanlanib qolishi natijasida kapillyar qon ketishni oldi olinadi. Onkologiyada rak hujayralarini emirishda ishlatiladi (chunki lazer nuri ularda kuchli yutiladi).

Oftalbmalogiyada lazer nuri o'rnidan ko'chgan ko'z to'r pardasini «payvandlashda» va glaukomaning davolash uchun ko'z ichidagi suyuqlikni oqizib chiqarish uchun, sklerada mikroskopik teshiklar hosil qilishda ishlatiladi.

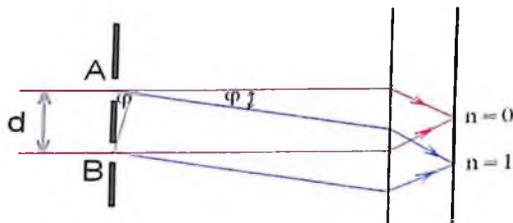
Dermatologiyada gaz lazerining nurlanishidan terapevtik maqsadda qo'llaniladi.

Lazer nurlanishining biologik to'qimalarga ta'sirining xususiyatlarini hisobga olib, u bilan ishlash jarayonida tajriba o'tkazuvchiga nurning tushishini bartaraf qilish lozim, (hattoki, biror buyumdan qaytganini ham).

lazer nurlanishining to'lqin uzunligini aniqlash uchun difraksion panjara ham kerak bo'ladi. U bir-biridan bir xil masofada joylashgan bir xil tirqishlar sistemasidan iborat. Difraksion panjara, bo'lish apparati yordamida kerakligicha parallel shtrixlar chizilgan, shisha plastinka ko'rinishida yasaladi. Shtrixlarga qora bo'yoq surtiladi. Natijada shtrixlar yorug'likni sochadi, ularning orasi yorug'lik uchun shaffof bo'lib panjaraning tirqishlari vazifasini o'taydi.

Qo'shni tirqishlar markazlari orasidagi masofa d - panjara davri yoki doimiysi deyiladi.

Gyuygens-Frenel printsipiga asosan har bir tirqish bir-birini interferentsiyalaydigan kogerent ikkilamchi to'lqinlarning manbai bo'lib hisoblanadi. Agar difraksion panjaraga monoxromatik yorug'likning parallel nurlarini dastasi tushayotgan bo'lsa, L linzaning fokal tekisligida joylashadi.



E ekranda har xil tirqishlardan chiqayotgan yorug'likning interferentsiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan difraksion maksimum va minimumlar sistemasi kuzatiladi.

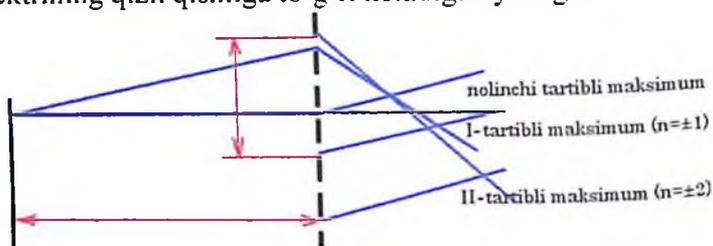
Yorug'likning kuchayishi yoki susayishi har xil tirqishlarning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlarning yo'llar farqiga bog'lik bo'ladi. Agar yo'llar farqi AC butun son to'lqin uzunliklariga karrali bo'lsa, u holda ekranda interferentsiya natijasida bosh maksimumlar paydo bo'ladi:

$$\left. \begin{array}{l} AS = d \sin \alpha \\ AC = n \lambda \end{array} \right\} \text{ yoki } d \sin \alpha = n \lambda \quad (1)$$

Bu erda, $n=0; \pm 1; \pm 2, \dots$ - bosh maksimumlar tartibi, α - nurlarning difraksiya burchagi

$\alpha=0$ yo'nalishda nolinci maksimum kuzatiladi ($n=0$). Bosh maksimumlar nolinci maksimumga nisbatan simmetrik joylashadilar.

Bosh maksimumlarning joylashish to'liq uzunligi λ ga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun panjaradan nomonoxromatik yorug'lik nuri o'tkazilganda nolinci maksimumdan boshqalari spektrga ajraladi va spektrning binafsha qismi nolinci maksimum tomonida joylashadi. Nurlanish manbai sifatida gely-neonli lazerdan foydalanilganda ekranda qizil rangli qator difraksion maksimumlar hosil bo'ladi. Sababi ushbu lazer spektrining qizil qismiga to'g'ri keladigan yorug'likni nurlantiradi.



7-rasm.

Tajriba o'tkazish qurilmasi optikaviy kursichadan iborat bo'lib, unga difraksion panjara bilan shkalali ekran joylashtirilgan. Lazer-optikaviy kursichaning o'qi bo'ylab uning nuri difraksion panjaraga perpendikulyar ravishda tushadigan qilib o'rnatiladi. Bu holda interferentsion maksimumlar shu o'qqa nisbatan simmetrik joylashadi. Difraksiya burchagi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_n}{2\lambda}$$

bunda X - difraksion panjara bilan ekran orasidagi masofa, X_n - tartiblari mos keladigan maksimumlar o'rtalari orasidagi masofa.

Lazerni tibbiyotdagi ahamiyati

Lazerni 1960-yillarning oxirlarida tibbiyotga kirishdi. Yaqinda lazer tibbiyotining uchta yo'nalishi paydo bo'ldi, ularning orasidagi farq lazer nurlari oqimining kuchi bilan aniqlandi (va natijada uning biologik ta'sirining turi). Kam quvvatli (mVt) nurlanish asosan qon terapiyasida, xatarli o'smalarni endoskopiya va fotodinamik davolashda o'rtacha quvvat (Vt) va jarrohlik va kosmetologiyada qo'llaniladi. Lazerni jarrohlik usulda qo'llash ("lazerli skalpellar") yuqori intensiv nurlanishning to'g'ridan-to'g'ri mexanik ta'siriga asoslangan bo'lib, bu

sizga to'qimalarni kesish va "payvandlash" imkonini beradi. Huddi shu effekt lazerlarni kosmetologiya va estetik tibbiyotda qo'llashga asoslanadi (so'nggi yillarda stomatologiya bilan birgalikda u sog'liqni saqlashning eng foydali sohalaridan biri bo'lib kelgan). Biroq, biologlar lazerlarning terapevtik ta'siri fenomeni bilan ko'proq qiziqishadi. Ma'lumki, past intensivlikdagi lazer ta'sir qilish tonusning kuchayishi, stressga chidamlilik, asabiy immunitet, immun tizimining yaxshilanishi, ishemik jarayonlarni yo'q qilish, surunkali yaralarni davolash va boshqalar kabi foydali ta'sirlarga olib keladi. Lazer terapiyasi shubhasiz yuqori samarali, ammo, ajablanarli tomoni shundaki, uning biologik mexanizmlari haqida hali aniq tasavvur yo'q! Olimlar ushbu hodisani tushuntirish uchun faqat modellarni ishlab chiqmoqdalar. Shunday qilib, past intensivlikdagi lazer nurlanishi (LLLT) hujayralarning proliferativ potentsialiga ta'sir qiladi (ya'ni ularning bo'linishi va rivojlanishini rag'batlantiradi). Buning sababi to'qimalarda biosintez jarayonlarini rag'batlantiradigan mahalliy haroratning o'zgarishi deb ishoniladi. LILR shuningdek, tananing antioksidant mudofaa tizimini kuchaytiradi (yuqori intensiv nurlanish esa, aksincha, reaktiv kislorod turlarining ommaviy paydo bo'lishiga olib keladi.) Ehtimol, bu jarayonlar LILRning terapevtik ta'sirini tushuntiradi. Ammo, yuqorida aytib o'tilganidek, lazer terapiyasining yana bir turi mavjud - bu atalmish. malign o'simtalarga qarshi kurashda ishlatiladigan fotodinamik terapiya. Bu 1960-yillarda kashf etilgan fotosensibilizatorlardan foydalanishga asoslangan - hujayralar ichida (asosan saraton hujayralarida) tanlab to'planishi mumkin bo'lgan maxsus moddalar. O'rta quvvatli lazer nurlanishida fotosensitizator molekulasi yorug'lik energiyasini o'zlashtiradi, faol shaklga o'tadi va saraton hujayrasida bir qator halokatli jarayonlarni keltirib chiqaradi. Shunday qilib, mitoxondriya (hujayra ichidagi energiya tuzilmalari) buziladi, kislorod almashinuvi sezilarli darajada o'zgaradi, bu juda ko'p miqdorda erkin radikallarning paydo bo'lishiga olib keladi. Va nihoyat, hujayra ichidagi suvning kuchli isishi uning membranali tuzilmalarini (xususan, tashqi hujayra membranasini) yo'q qilishga olib keladi. Bularning barchasi oxir-oqibat o'simta hujayralarining intensiv o'limiga olib keladi. Fotodinamik terapiya lazer tibbiyotining nisbatan yangi sohasi (80-yillarning o'rtalaridan boshlab rivojlanmoqda) va aytaylik, lazer jarrohligi yoki oftalmologiya kabi mashhur emas, ammo hozirda onkologlar asosiy umidga ega. Lazerli jarrohlikda uzluksiz yoki pulsatsiyalanuvchi rejimda ishlaydigan etarlicha kuchli lazerlar

qo'llaniladi, ular biologik to'qimalarni kuchli qizdirishga qodir, bu esa uning kesilishiga yoki bug'lanishiga olib keladi.

Oltinchi bobni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Optika bo'limi nimani o'rganadi?
2. Difraksiya nima?
3. Dispersiya nima?
4. Interferensiya nima?
5. Qutblangan yorug'likni tushuntiring.
6. Qutblanmagan yorug'likni tushuntiring?
7. Difraksion panjara doimiysi deganda nimani tushunasiz?
8. Spektr nima?
9. Kogerent to'lqinlar deb nimaga aytiladi?
10. Bitta tirqishdan kuzatiladigan difraksion hodisani tushuntiring.
11. Maksimumlar sharti?
12. Minimumlar sharti?
13. Berr qonunini yoriting.
14. Malyus qonunini tushuntiring.
15. Ko'z-optik sistemasi deganda nimani tushunasiz?
16. Lazer deb nimaga aytiladi?
17. Linza deb nimaga aytiladi?
18. Linzaning qanday turlarini bilasiz?
19. Akkomadatsiya nima?
20. Yaqindan ko'rishning optik asoslarini tushuntiring.
21. Uzoqdan ko'rishning optik asoslarini tushuntiring.
22. Lazerlarning tibbiyotdagi ahamiyatini tushuntiring.
23. Ko'z qismlarini tushuntiring.
24. Tasvir ko'zning qaysi qismida hozil bo'ladi?
25. Nur sindirish ko'rsatkichi nima?
25. Spektr natijasida oq yorug'lik qanday rangdagi spektrni hosil qiladi?

FIZIKA VA TIBBIYOT

Rentgen nurlanishning tibbiyotdagi ahamiyati

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.

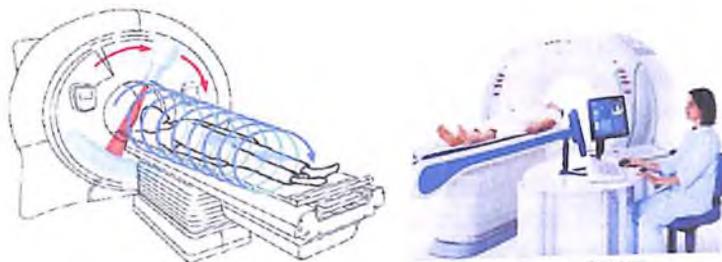
Rentgen nurlanishining tibbiyotda qo'llanishini muhim tomoni bu diagnostika maqsadlarda ichki organlarni nurlantirib ko'rish – *rentgenodiagnostika*dir. U ikkiga bo'linadi: *rentgenoskopiya* (ichki organlarning soya tasvirini ko'rish),

rentgenoterapiya (tasvirni fotoplyonkaga tushirish)

Rentgenodiagnostikaning asosiy masalalari:

- Kasallikning bor-yo'qligini aniqlash;
- Kasallikning belgilarini (boshqa kasalliklardan farq qiluvchi) ko'rsatib berish (differensial diagnostika);
- Patologik jarayonning aniq joyini va tarqalishini aniqlab berish (topdiagnostika)
- Kasallikning shaklini, rivojlanish fazalarini va surunkaviylikini aniqlab berish(sifat diagnostika)

Kompyuterli rentgen tomografiyasi – bu elektron-nur trubkasida yoki qog'ozda ob'yekt(organ)ning tasvirini qatlam-qatlam qilib tushirish, bunda masalan miyaning oq va kulrang moddasini ajratish va juda kichkina o'simta hosil bo'lish joyini ko'rish mumkin.



Chapda- Spirial Kompyuter Tomografiyasi (SKT);

O'ngda- Kompyuter Tomografiya o'tkazish

1970-yillardayoq KT skanerlar- rentgen va kompyuter tomograflarining o'zaro uyg'unlikdagi qurilmalari paydo bo'ldi. Bu usulning mohiyati shundaki, odam organizmidagi turli to'qimalar, rentgen nurlarini turlicha o'tkazadi. Shu sababli, har xil organlarning rentgen tasvirlarini olish uchun kompyuterda murakkab qayta ishlash jarayonlari bajariladi.

Rentgenoterapiya – nur terapiyasi usuli bo'lib, rentgen nurlanishi yordamida amalga oshiriladi. Hozirda qisqa fokusli (qisqa masofali) rentgenoterapiya ko'proq qo'llaniladi. U yordamida tana sirtida, terida yuqori va pastki labda, og'iz bo'shlig'ida, to'g'ri ichakda va h.k.da joylashgan o'simalarni, tomirli o'simalarni (angisarkoma, gemangioma, limfangioma) davolashda qo'llaniladi.\

Rentgenoterapiyada fotonlarning maksimal energiyasi 150-200keV, masofa 15-300mm bo'lib, bir marta beriladigan doza 200-250rad. Doza yig'indisi 5000-6500 rad. Bir haftada 5ta fraksiya ritmida beriladi. Ayrim hollarda doza oshiriladi.

O'simta harakterida bo'lmagan jarayonlarni (qattiq shamollash joylari, ekzema, neyrodermit va h.k.) rengenoterapiya boshqa terapiya usullari yordam bermagan holatlarda qo'llaniladi, Bunda doza minimal bo'ladi (bir marta – 15-25rad), terapevtik effektivlik 85-98% ni tashkil qiladi. Bu usulni bolalarda, homilador ayollarda o'tkazish man qilinadi.

Aktivlik. Ionlovchi nurlarning dozimetriyasi. Ekspozitsion doza. Radiotsion nurlanishdan himoyalanih. Organizmning turli a'zolari faoliyatini tekshirishda radioaktiv moddalardan foydalanish.

Tashqi ta'sirsiz, ma'lum elementlarni o'zida mujassamlashtirgan moddalarning o'z-o'zida ko'rinmaydigan murakkab tuzilishga ega bo'lgan nurlarni chiqarishga *tabiiy radioaktivlik* deyiladi.

Uran tuzlarining tabiiy radioaktivligini 1896-yilda fransuz olimi *Bekkerel* ochgan.

Radioaktiv moddalar chiqaradigan nurlanish murakkab tuzilishga egadir. Agar radioaktiv nurlanishning ingichka dastasini magnit maydonidan o'tkazilsa, dasta parchalanadi:

- a-nurlar, a-zarrachalar - sust eguluvchan musbat zarrachalar oqimi;
- b-nurlar, b-zarrachalar - kuchli eguluvchan manfiy zarrachalar oqimi;
- g-nurlar, g-zarrachalar – egilmaydigan neytral zarrachalar oqimi;

a, b, g- nurlar har xil o'tish va ionizatsiyalash qobiliyatiga egadir. g – nurlarning o'tish qobiliyati maksimal bo'lib, a- nurlarniki minimaldir. g – nurlarning ionizatsiyalash qobiliyati minimal bo'lib, a – nurlarniki maksimaldir.

a, b, g – nurlarning barchasini faqat bir necha radioaktiv elementlarni o'zida mujassamlashtirgan birikmalar nurlatadi. Toza radioaktiv elementlar alohida a- yoki b nurlarni chiqaradi, bu g- nurlanish bilan sodir bo'ladi, faqat g-nurlanishning kuzatilishi juda kam uchraydi.

Radioaktivlik yadro ichidagi jarayon hisoblanadi. Tabiiy radioaktivlik jarayoniga faqat yadroni, masalan, neytronlar bilan nurlantirib ta'sir ko'rsatish mumkin.

a – nurlar geliy yadrosi bo'lib, uni tajribada Rezerford tasdiqlagan. Mass spektrometrik analiz yordamida uning qiymati aniqlangan.

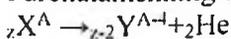
b- nurlar elektron oqimidan iboratdir. Ular katod nurlari kabi ta'sir ko'rsatib, solishtirma zaryadi ham unga teng bo'ladi. Uni E va H maydonlarda harakatlanganda o'lchamlar olib borilgan.

g- nurlar katta energiyaga ega bo'lgan kvantlar oqimidan iborat bo'lib, yuqori chastotaga ega. Uning tabiati rentgen yoki yorug'lik nurlariga o'xshashdir.

Radioaktiv nurlanishda bir elementning boshqasiga aylanishi ma'lum qonuniyat asosida sodir bo'ladi, uni siljish qoidasi deyiladi. Masalan, Rاديyning parchalanishida ikkita gaz hosil bo'ladi – radon va geliy. Radon parchalanib poloniy va geliyni beradi va h.k.

a- radioaktivlikda yadroning zaryadi 2 ta birlikka kamayadi, massa soni esa 4 birlikka kamayadi. Parchalanish maxsuloti Mendelyeyev jadvaliga 2ta katakka chapga joylashadi.

Parchalanishning umumiy sxemasi:

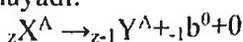


b-parchalanish 3 xil bo'ladi: elektron, pozitron va e-yutish.

Elektron parchalanishda massa soni (A) massa soni o'zgarmaydi, zaryadi bir birlikka ortadi. Mendelyeyev jadvalida o'ngga bitta katak surilish ro'y beradi:



Pozitron parchalanishda massa soni o'zgarmaydi. Zaryadi bir birlikka kamayadi:



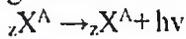
misol $p \rightarrow n + b^+ + \nu$ (neytrino)

e-yutish (elektron yutish). Bu tur radioaktivlik shundan iborarki, yaro tomondan atomning ichki elektronlaridan birini tutib olib, yadro dagi protonni neytronga aylanishi bilan sodir bo'ladi.



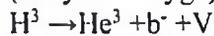
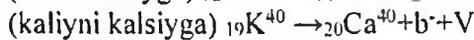
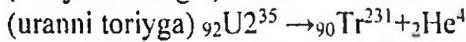
Misol: ${}_4 Be^7 + b^0 \rightarrow {}_3 Li^7$

g- nurlanishda elementlarning boshqalariga o'tishi sodir bo'lmaydi:



Lekin uyg'otilgan yadro holatining ichki energiyasiga o'zgarishi sodir bo'ladi. Siljish qoidasiga zaryad va massa sonining saqlanish qonunini ifodalaydi

Parchalanishlarga misollar:



Parchalanish maxsuloti o'z navbatida radioaktiv bo'lishi mumkin. Bu holat radioaktiv zanjir yani qatorni chiqaradi, ularda bir element boshqasini tug'diradi.

Bunday zanjirni hosil qiluvchi elementlar to'plami radioaktivlik oilasi deyiladi. Parchalanadigan element onalik, hosil bo'lgani qizlik deyiladi. Tug'dirishni boshlang'ich elementi boshtug'diruvchi deyiladi. 3ta tabiiy va 1ta sun'iy radioaktiv oilasi ma'lum.

Qizlik yadroning va a-zarrachaning tinchlikdagi massa yig'indisi onalik yadroning tinchlikdagi massasidan kichik bo'lib, ularning tinchlikdagi energiyalariga nisbatan ham shunday deyish mumkin

Bu energiyalarning farqi a-zarracha va qizlik yadroning kinetik energiyasiga tengdir.

Ionlovchi nurlanish biologik ta'sirining mohiyati

Juda kichik nurlanish energiyasi nasliy aparatga ta'sir etib, turli o'zgarishlarga olib keladi (DNK da qaytmas o'zgarishlar, embriogenez buzilishlar va yosh organizmning o'sishiga qarshi funksiyalar, juda radiosezgir hujayralar: qon ishlab chiqaruvchi, jinsiy, epiteliy va h.k.lar).

Ionlovchi nurlanishdan himoyalani sh

Uch xil himoyalani shni bir-biridan farqlash mumkin: vaqt, material va masofa bilan himoyalani sh.

Nurlanish ostida minimal vaqtda va maksimal masofalarda turish lozim.

a-nurlanishdan himoyalash uchun bir varaq qog'oz bo'lsa kifoya. Kiyim,

havoning ingichka qatlami a- nurlarni to'liq yutadi. Biroq a- zarracha organizm ichiga tushib qolishdan (havo yoki ovqat orqali) ehtiyot bo'lish kerak

b-nurlanishdan himoyalash uchun bir necha sm qalinlikdagi alyuminiy va

shisha plastinkasi bo'lsa kifoya. Lekin bunda b - zarrachalarning modda bilan o'zaro ta'sirida tormozli rentgen nurlanishini b+ zarrachalarda g – nurlanish hosil bo'lishini nazarda tutish kerak.

“Neytral” zarrachalardan himoyalash eng murakkab masala hisoblanadi (rentgen, g-nurlanish, neytron oqimlaridan).

Bu nurlanish moddaga chuqur kirib boradi va ular bilan juda kam o'zaro ta'sirlashadi.

Himoyalash uchun – qalin suv qatlamlaridan, yer, beton, hamda og'ir metallardan (masalan; Pb) foydalaniladi.

Tez neyronlardan himoyalashda ularni suvda sekinlashtiriladi, keyin kadmiy yutgichlaridan foydalaniladi.

Ultrabinafsha nurlanishi va tibbiyotda ahamiyati

Ultrabinafsha nurlanish- to'liq uzunligi 30 nm dan 400 nm gacha bo'lgan elektromagnit nurlanishlanishning bir turi hisoblanadi. Ultrabinafsha nurlanish ko'zga ko'rinadigan nurlanishning qisqa to'liq qismi bilan rentgen nurlarning uzun to'liq qismi oralig'ida joylashgan. Ultrabinafsha nurlanishni dastlab nemis olimi N. Ritter va U.X. Vollaston xlolri kumushga fotokimyoviy modda ta'sir qilib sezishgan (1801).

To'liq uzunligi 400 nm dan kichik ultrabinafsha nurlanish barcha moddalar, hatto havoning yupqa qatlamida ham kuchli yutiladi. Uni aniqlash uchun vakuum spectral asboblardan foydalaniladi.

To'liq uzunligi qisqa ultrabinafsha nurlanishni birinchi bo'lib nemis olimi V. Shuman o'zi yaratgan flyuoritdan yasalgan prizmalı vakuum spektrografi yordamida qayd etgan (1885-1903).

Ultrabinafsha nurlarining asosiy manbalari 3 ta keng toifaga bo'linadi.

1) Tabiiy;

2) Sun'iy, texnogen;

3) Lazer.

Ultrabinafsha nurlarning tabiiy manbasining yagona turi- Quyoshdir. Bu to'liqlarning eng kuchli zaryadini beradigan samoviy jism bo'lib, ular Yerning sirtiga o'tishi va o'tishiga qodiQuyosh boshqa yulduzlar singari, nafaqat ko'rinadigan yorug'likni keltirib chiqaradi - u ko'chma energetika, uzunlik va miqdordagi energiya va miqdorida tavsiflanadi. Ushbu spektr radiatsiyasiga radio to'liqlarga bo'lingan va ular orasida juda muhimi, hayotsiz hayotsiz. Turli omillarga qarab, UB nurlanish ham foyda va zarar keltirishi mumkin.

Ultrabinafsha diapazoni Nanometrlarda o'lchanadi va ISO xalqaro standartiga muvofiq kichik guruhlariga bo'linadi:

- o'rta (uzun to'liqin) - 300-400 nm;
- o'rta (o'rta to'liqin) - 200-300 nm;
- uzoq (qisqa to'liqin) - 122-200 nm;
- ekstremal - to'liqin uzunligi 10-121 nm.

Shunday qilib, diapazonning haddan tashqari qismi odamlarga ko'rinmaydi, ammo ultrabinafsha to'liqin uzunligi 400 nm bo'lsa, uni ko'rish mumkin. Bunday binafsharang yorug'lik, masalan, diodlar chiqariladi.

Turli xil yorug'lik turli xil miqyosda ko'chma energiya va chastota miqdori, kichik guruhlar kirib boradigan qobiliyatda sezilarli darajada farq qiladi. Masalan, odamga duch kelganda, UB nurlarining o'rtasi teri bilan to'silgan va o'rta to'liqlarning nurlanishi hujayralarga kirishi va DNK mutatsiyalariga olib kelishi mumkin. Ushbu mulk innootexnologiyada genroomizatsiya qilingan organizmlarni olish uchun ishlatiladi.

Ultrabinafsha nurlanishning tibbiyotda qo'llanilishi



Ultrabinafsha ba'zi kimyoviy jarayonlarni tezlashtira oladi, masalan, inson terisida DNK molekulalari va polimer aralashmalarining tanazzulini kamaytiradi. Bundan tashqari, bu fotolyumensiyaning ba'zi moddalarga ta'siriga olib keladi. Bunday xususiyatlar tufayli ushbu nurlanishning sun'iy manbalari turli sohalarda keng qo'llaniladi.

Birinchidan, tibbiyot ultrabinafsha nurlanishining bakteritsid mulki qo'llanilishini aniqladi. UB nurlari yordamida patogen mikroorganizmlarning o'sishi shikastlanishda, muzlash, kuyishlar. Qon nurlanishi spirtli ichimliklar zaharlanishida, giyohvand moddalar va dori-darmonlarda, oshqozon osti bezi, sepsis, og'ir yuqumli kasalliklarda qo'llaniladi.

UB chiroqning nurlanishi bemorning turli organizm tizimlari kasalliklari uchun shartini yaxshilaydi:

- deosivin - D vitamini etishmovchiligi yoki raxit, diabet;
- asabiy - turli etiologiyaning nevralgii;
- mushak - mikitit, osteomyelit, osteoporoz, artrit va bo'g'inlarning boshqa kasalliklari;

- siydik - adneksit;
- nafas olish;
- teriaz, vitiligo, ekzema.

• Shuni yodda tutish kerakki, ultrabinnet ro'yxatga olingan kasalliklarni davolashning asosiy vositasi emas: ular bemorning farovonligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Uning bir qator kontrenratsiyalarga ega, shuning uchun shifokor bilan maslahatlashmasdan ultrabinafsha chiroqni qo'llashning iloji yo'q.

• UB nursi psixiatriyada, "Qishning depressiyasida", tabiiy radio yorug'lik darajasi kamayishi tufayli markaziy asab tizimining ishiga ta'sir qiladigan mereatdonin va serotonin sintozining sintezi pasayadi. Buning uchun maxsus lug'atli lampalar, ultrabinafshadan infraqizil diapazonga to'liq yorug'lik chiqaradi.

• Ultrabinafsha nurlanishidan foydalanish dezinfektsiya qilish maqsadida eng foydali. Suvni, havo va qattiq sirtlarni dezinfektsiya qilish uchun, Simoburk-kvarts lampalarida 205-315 nm suv uzunligi bo'lgan nurlar hosil bo'ladi. Bunday nurlanish eng yaxshi, bu mikroorganizmlar genlarining tuzilishini buzishga olib keladi, shuning uchun ular ko'payishni va tezda o'lishni to'xtatadi.

• Ultrabinafsha dezinfektsiya uzoq muddatli harakat etishmasligi bilan ajralib turadi: ishlov berish tugallangandan so'ng, ta'siri pasayadi va

mikroorganizmlar yana ko'payishni boshlaydilar. Bir tomondan, bu dezinfektsiya kamroq samaraliroq qiladi, boshqasida esa uning odamga salbiy ta'sir ko'rsatish qobiliyatini pasaytiradi. Iqtisodiy ehtiyojlar uchun ichimlik suvi yoki suyuqliklarni tugatish uchun UB nurlanishidan foydalanish mumkin emas, ammo xloga qo'shimcha ravishda xizmat qilishi mumkin.

Infraqizil nurlanish va uning tibbiyotda ahamiyati

Infraqizil nurlanish-bu elektromagnit to'liqlar spektrida 0.77 dan 340 mikrongacha bo'lgan elektromagnit nurlanishning bir turi.

Infraqizil nurlari qizil chegarada, spektrning ushbu qismining uzun to'liqlik va qisqa to'liqlik qismlar oralig'ida topilgan. Shuni ta'kidlash kerakki, quyosh nurlanishining deyarli yarmi aniq infraqizil nurlanishdir. Bu nurlarning ko'ziga ko'rinmaydigan asosiy issiqlik kuchli issiqlik energiyasidir: barcha isitiladigan jasadlar uni doimiy ravishda chiqaradi.

Ushbu nurlarning nurlanishi uch uzunlikdagi parametr bilan uchta sohaga bo'linadi:

- 0,75 dan 1,5 mikrongacha - yaqin mintaqa;
- 1,5 dan 5,6 mikrongacha - o'rtacha;
- 5.6 dan 100 mikrongacha - uzoq.

Infraqizil nurlanishining infraqizil nurlanishi barcha turdagi zamonaviy texnik vositalarning mahsuloti emas, masalan, IR isitgichlari. Bu har bir kishi uchun doimiy harakat qiladigan tabiiy muhit omili. Bizning tanamiz doimiy ravishda infraqizil nurlar beradi va beradi.

Umuman olganda, ma'lum bir haroratgacha qizdirilgan har qanday jism elektromagnit to'liq spektrining infraqizil diapozonida issiqlik energiyasini chiqaradi va bu energiyani boshqa jismlarga nurli issiqlik uzatish orqali yetkazishi mumkin. Energiya uzatish yuqori haroratga ega tanadan pastroq haroratga ega bo'lgan tanaga o'tadi, boshqa jismlar turli xil emissiya va singdirish kuchlariga ega, bu ikki jismning tabiatiga, ularning sirt holatiga va boshqalarga bog'liq.

Infraqizil nurlanishning tibbiyotda qo'llanilishi



Agar radiatsiya juda kuchli bo'lmasa, infraqizil nurlar tibbiy maqsadlarda qo'llaniladi. Ular inson tanasiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Infraqizil nurlar tanadagi mahalliy qon oqimini oshirish,metabolizmni oshirish va qon tomirlarini kengaytirish qobiliyatiga ega.

Bundan tashqari, terapevtik ta'sir quyidagi kasalliklarda qo'llaniladi:

- Surunkali bronxit va bronxial astma;
- Zotiqlam;
- Surunkali xoletsistit va uning kuchayishi;
- Potensial buzilgan prostatit;
- Romatoid artrit;
- Siydik yo'llari kasalliklari;
- Infraqizil nurlarini ishlatish uchun dorivor maqsadlarda;

Fizioterapiya uzoq infraqizil to'lqinlardan foydalanishga asoslangan bo'lib, quyidagi jarayonlarni keltirib chiqaradi:

- Terining sirt qatlami ta'sirida gipotalamusga ma'lumot uzatilgandan keyin silliq mushaklarning gevşemesi paytida qon aylanishini yaxshilaydi;
 - vazodilatatsiyadan keyin qon bosimi normallasadi;
 - tananing hujayralari ozuqa moddalari va kislorod bilan ko'proq ta'minlanadi, bu umumiy holatni yaxshilaydi;
 - biokimyoviy reaksiyalar tezroq davom etadi, bu metabolik jarayonga ta'sir qiladi;
 - immunitetni yaxshilaydi va organizmning patogen mikroorganizmlarga qarshiligini oshiradi;
- metabolizmning tezlashishi toksik moddalarni olib tashlashga va shlaklarni kamaytirishga yordam beradi.

Patologik ta'sir

Qisqa to'lqin uzunligi teskari ta'sir ko'rsatadi. Infraqizil shikastlanish qisqa nurlarning kuchli issiqlik ta'siridan kelib chiqadi. Kuchli issiqlik

effekti vujudga chuqur kirib, ichki organlarning isishiga olib keladi. To'qimalarning haddan tashqari qizishi suvsizlanishga va tana haroratining sezilarli darajada oshishiga olib keladi.

Haddan tashqari issiqlik ta'sir qilish, agar mavjud bo'lsa, yallig'lanish jarayonlarining ko'payishiga olib keladi, shuningdek, yallig'lanish boshlanishi uchun unumli zamin bo'lib xizmat qiladi. Shifokorlarning aytishicha, haroratning bir necha darajaga ko'tarilishi menenjit infeksiyasini qo'zg'atishi mumkin.

Tana haroratining umumiy ko'tarilishi issiqlik urishiga olib keladi, agar yordam ko'rsatilmasa, qaytarilmas oqibatlarga olib kelishi mumkin. Issiq urishning asosiy belgilari:

- umumiy zaiflik;
- Kuchli bosh og'rig'i;
- bulutli ko'zlar;
- ko'ngil aynish;
- yurak urish tezligining oshishi;
- orqada sovuq ter paydo bo'lishi;
- qisqa muddatli ongni yo'qotish.

GLOSSARIY

1-Tur o'tkazgichlarda- ya'ni metallarda tokni erkin elektronlar tashiydi.

2-Tur o'tkazgichlarda- ya'ni elektrolitlarda tokni (+) va (-) zaryadli ionlar tashiydi.

Amorf jismlar – umuman kristall panjara tashkil etmagan qattiq jismlar.

Atmosfera bosimi - atmosferani tashkil qilgan har qanday gaz, shu jumladan suv bug'i ham havoning umumiy bosimiga o'z ulushini qo'shadi. Jismlarga qo'yilgan bu bosim atmosfera bosimi deyiladi.

Audiometriya – eshitish qobiliyatini tekshirish usuli.

Auskultatsiya – organizmda mustaqil ravishda paydo bo'ladigan tovushlarni eshitish.

Bioreologiya – biofizikaning biologik suyuqliklar(qon)ning oqimini, to'qimalar, mushaklar, suyak va qon oquvchi tomirlar deformatsiyasini o'rganuvchi bo'limidir.

Bug'lanish - suyuqlikning erkin (idish devoriga tegib turmaydigan) sirtidan har qanday temperaturada bug' hosil bo'lishi.

Deformatsiya – jism nuqtalari vaziyatlarining o'zaro bir biriga nisbatan o'zgarishi tufayli uning o'lchamlari va shaklining o'zgarishi.

Deformatsiya kuchlanganligi – deformatsiya hosil qiluvchi P kuchni shu kuch ta'sir etayotgan ko'ndalang kesim yuzasi S ga nisbati.

Diastolik bosim – arteriyadagi oxirgi ton, bosimning minimal qiymati.

Dielektriklar-elektr tokini deyarli o'tkazmaydigan materiallar. Solishtirma elektr qarshiligi- 10^7 - 10^{20} Om*m

Difraksion panjara- bir-biriga yaqin joylashgan ko'p sonli parallel tor tirqishlar to'plamidir.

Elastik deformatsiya – tashqi kuch olib tashlanganda, jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklashi.

Elastik plastik deformatsiya – jismda qisman deformatsiya saqlangan oraliq holat

Elastiklik chegarasi – jism deformatsiya ta'sirida hali elastiklik xususiyatini yo'qotmagan bo'lsa, bunda hosil bo'lgan eng katta mexanik kuchlanish hisoblanadi.

Elastomerlar – yuqori elastikligi va yopishqoqligi bilan farq qilib, deformatsiyaning oshishiga olib keluvchi jismlar.

Elektr toki – zaryadlangan zarrachalarning tartibli harakati.

Eshitish bo'sag'asi nolinci intensivlik – bu chastotasi 1kGs bo'lgan tovushni eshituv sezgisi hosil bo'lgandagi tovushning minimal intensivligidir.

Fonendoskop – ovoz chiqaradigan kamera bilan bog'langan ikkita moslashuvchan eshitish naychasidan tashkil topgan bemorlarni tinglash uchun tibbiy qurilma.

Foniatr – qo'shiqchilarni davolovchi mutaxassis.

Fonokardiografiya – yurakdagi tovushlarni yozish usuli.

Frenkel biprizmasi-kogerent to'lqinlar hosil qilinadigan asbob

Gaz emboliyasi – havo pufakchasi (masalan bosim keskin o'zgaranda, chuqurlikdan yuqoriga chiqqanda) qonda azot gazi hosil bo'lishi qon xarakatini to'xtab qo'yish hodisasi.

Havo emboliyasi – kichik diametrli qon tomiriga havo pufakchasi kirib qolganda, uning ikki tomonida menisk hosil bo'lishi natijasida qo'shimcha bosim ostidagi havo pufakchasi qon harakatini to'sib qo'yishi.

Havoning namligi - suv bug'ining atmosferada mavjud bo'lishi. ya'ni havodagi suv bug'ining miqdori.

Havoning nisbiy namligi - havodagi suv bug'i bosimining shu temperaturadagi to'yingan bug' bosimiga nisbatining foizlarda ifodalangan qiymati.

Ho'llanmaydigan suyuqliklar – suyuqlik va idish devori molekulalari orasidagi o'zaro tortishish kuchi suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchidan kichik bo'lgan suyuqliklar (o'tmas burchak).

Ho'llovchi suyuqliklar – suyuqlik va idish devori molekulalari orasidagi o'zaro tortishish kuchi suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchidan katta bo'lgan suyuqliklar (o'tkir burchak).

Ideal suyuqlik – absolyut siqilmaydigan, yopishqoqlikka ega bo'lmagan suyuqlik.

Infratovush – 0,001 Hz dan 16 Hz gacha bo'lgan, qulog'imiz eshita olmaydigan kichik chastotali tebranishlardir.

Intensivlik – vaqt birligi ichida yo'nalishga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan o'tuvchi to'lqinning energiya miqdoridir.

Interferensiya-bu ikki yoki undan ortiq kogerent to'lqinlarning ustma-ust tushishi natijasida to'lqinlarning kuchayishi yoki zaiflashishidir.

Interferometrlar-interfrensiya hodisasiga asoslanib ishlatiladi. Ular yordamida yorug'likning to'liq uzunligi λ ni, gazlarning sindirish ko'rsatkichini, sirlarning silliqqligini, ob'jektning o'lchamini aniqlash mumkin.

Interfrensiya manzara-yorug' va qorong'u chiziqlarning takrorlanishidir.

Kapilyarlik – suyuqlik ingichka kapilyar naylarda menisk hosil qilib ko'tarilishi yoki pasayishi hodisasi.

Ko'rinuvchi nurlanish yoki yorug'lik- 380nm – 770 nm gacha bo'lgan optik nurlanish ko'zga ta'sir qilganda yorug'lik sezishni paydo qiladi va uni ko'rinuvchi nurlanish yoki yorug'lik deyiladi.

Kogerent to'liqlar - chastotasi bir xil va fazalar farqi o'zgarmas to'liqlardir

Kondensatsion gigometr - bu havo haroratini shudring nuqtasigacha sovutish orqali uni namligini o'lchovchi asbob.

Korotkov usuli – klinikada qo'llaniladigan, qon chiqarmasdan, qon bosimini o'lchash usuli.

Kristallar – atomlari, ionlari va molekulari ma'lum tartibda joylashib, fazoviy kristall panjarani tashkil etgan qattiq jismlar.

Kritik holat – laminar oqim turbulent oqimga o'tadigan holatdagi Reynolds sonidir.

Laminar oqim – bir-biri bilan aralashmasdan har xil tezlikda harakatlanuvchi qatlamlar oqimi.

Logoped – duduqlanishni davolovchi mutaxassis.

Mezomorf holat – moddalarning suyuqlik (oquvchanlik) xossalari hamda qattiq kristallarning ba'zi xossalari (anizotropiya) ga ega bo'lgan oraliq holati.

Monokristallar – bir turdagi kristall panjaraga ega yirik kristallar.

Nisbiy deformatsiya – kuch ta'sirida jism o'lchovlarining o'zgarigan qiymatini ϵ absolyut qiymatining boshlang'ich qimatiga ϵ_0 ga nisbatiga teng bo'ladigan kattalik

Nonyuton suyuqliklari – yopishqoqligi ularning oqish sharoitiga, bosimiga va tezlik gradiyentiga bog'liq bo'lgan suyuqliklar polimerlar, suspenziya va emulsiyalar.

Nyuton suyuqliklari – yopishqoqligi tezlik gradiyentiga bog'liq bo'lmaydi, faqat ularning tabiatiga va temperaturasiga bog'liq bo'ladi. (Suv, past molekularli organik moddalar).

O'tkazgichlar- elektr tokini yaxshi o'tkazuvchi moddalar.

Oddiy tonlar – garmonik tebranish qonuniyatiga bo'ysunadigan tovush tebranishi.

Oktava – bu shunday ton balandligining intervalidirki, undagi chetki chastotalar nisbati 2 ga tengdir.

Optik nurlanish- to'lqin uzunligi 10^{-8} - 10^{-4} m gacha bo'lgan elektromagnit nurlanishlar.

Otorinolarinolog – quloq bo'yicha (oto), tomoq bo'yicha – larynx, (hiqildoq yoki halqum) va burun (rino) mutaxassis.

Panjaraning davri-Qo'shni tirqishlar orasidagi masofa -d- ga muntazam panjara. Davri o'zgaras va barcha tirqishlarning kengligi bir xil bo'lgan panjara.

Perkussiya – tananing ayrim qismlarini tukkullatish va uni analiz qilinishi.

Plastik deformatsiya – tashqi kuch olib tashlanganda, jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklay olmasligi.

Polikristallar – mayda-mayda kristallchalardan tashkil topgan kristallar.

Potensial energiya – sistemada faqat konservativ va girooskopik kuchlar ta'sir etganda hosil bo'lgan energiya.

Psixrometr - havo namligi va temperaturasini o'lchovchi asbob.

Puls to'lqini – sistolar yuz berishi davrida qonning chap qorinchadan itarib chiqarilishi tufayli yuzaga kelgan va aorta hamda arteriyalar orqali tarqaluvchi yuqori bosimli to'lqin.

Qon bosimi – tomirlarda oqayotgan qonning shu tomirlar devoriga ko'rsatadigan bosimi.

Qonning kinetik energiyasi – qon tomirlarda qon harakatlanayotganda hosil bo'lgan energiyaga aytiladi.

Renyuning psixrometik formulasi - $\epsilon = E - \alpha(t_1 - t_0)H$

Reologiya – bu fizikaning suyuqliklarning oqimini va qoldiq deformatsiyasini o'rganuvchi bo'limidir.

Sfigmomanometr - bu qon bosimini o'lchaydigan tibbiy asbob.

Sfigmotonometr – arterial qon bosimini o'lchash uchun asbob.

Shovqin – ma'lum vaqt oralig'ida tartibsiz o'zgaradigan murakkab tonlardan tashkil topgan tovush hisoblanadi.

Shudring nuqtasi - to'yingan bug'ga o'tish va kondensatsiya boshlanish nuqtasidagi suv bug'ining temperaturasi yoki havodagi suv bug'larining to'yingan holga o'tadigan temperaturasidir.

Sirt taranglik – suyuqlik molekulari suyuqlikning ichki hajmiga tortilishi tufayli suyuqlikning sirti tarang holga kelishi.

Sirt taranglik koeffisienti – son jihatdan molekularning sirtini hosil qilish uchun sarflaydigan ishini shu sirt yuzasiga nisbatiga teng.

Sirt taranglik koeffitsienti – sirtini chegaralab turuvchi konturning birlik uzunligiga ta'sir etuvchi sirt taranglik kuchidir.

Sistolik bosim – arteriyadagi birinchi ton, bosimning maksimal qiymati.

Solishtirma bug'lanish issiqligi - 1 kg suyuqlikni o'zgarmas bosim va temperaturada bug'ga aylantirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori.

Surdolog – eshitish qobilyati pasaygan bemorlarni davolovchi mutaxassis.

Suyuq kristallar – suyuq kristall holat.

Tezlik gradiyenti – qatlamlar orasidagi tezlik o'zgarishini ular orasidagi masofa nisbati.

To'yingan bug' - o'zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan bug'.

To'yinmagan bug' - suyuqlikdan uchib chiqayotgan molekular soni unga qaytayotgan molekular sonidan ko'p bo'lgan bug'.

Tok kuchi- birlik vaqt ichida oqib o'tuvchi zaryad miqdori.

Tok zichligi - tokni hosil qilgan zaryadlangan zarrachalar harakat yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan oqib o'tuvchi tok kuchining shu yuzaga nisbati

Tolali gigrometr - maxsus laboratoriya asbobi bo'lib havodagi nisbiy namlikni o'lchashga xizmat qiladi.

Tovush – qulog'imiz seza oladigan chastotalarda zarrachalarning elastik muhitda tebranishidir, ya'ni $16 - 2 \cdot 10^4$ Gs chastotadagi diapazondir.

Tovush bosimi – atrof muhitda tovush to'liqinidan zarrachalarning quyiqlashgan qismidagi o'rtacha bosimdan maksimal katta bo'lgan ortiqcha bosim va u Δp deb belgilanadi.

Tovush toni – vaqt mobaynida doimiy yoki biror qonuniyat asosida o'zgaruvchi bo'lgan tebranish.

Tovush zarbasi – qisqa muddatli tovush ta'siridir (chapak, to'p zarbi tovushi va h.k.).

Turbulent oqim – suyuqlik qatlamlarining bir-biri bilan aralashib, katta tezlikda oqishi.

Ultratovush – chatotasi 20 kGs dan katta boʻlgan, boʻylama toʻlqin sifatida tarqaluvchi elastik tebranishlar.

Viskozimetriya – suyuqliklarning yopishqoqligini aniqlash usuli.

Yarim oʻtkazgichlar - oʻtkazuvchanligi jihatidan metall va dielektriklar orasidagi moddalar boʻlib, oʻz fizik xususiyatlarini turli tashqi taʼsirlar natijasida keng intervalda oʻzgartira olish xususiyatiga ega.

Yopishqoqlik (Ichki ishqalanish) – suyuqlik va gazlarning ayrim parallel qatlamlarining bir-biriga urinma kuch bilan taʼsiri hisoblanadi.

Yorugʻlik difraksiyasi – yorugʻlikning toʻgʻri chiziqli yoʻnalishidan ogʻishi boʻlib, toʻlqinlarning toʻsiqni aylanib oʻtish hodisasidir.

Yurak ishi – yurak boʻlmacha va qorinchalari qisqarib qonni tana boʻylab harakatlantirishi.

Yurakning quvvati – yurakning bir marta qisqarishiga sarflanadigan quvvat.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Asosiy adabiyotlar

1. M.I.Bazarbayev, I.Mullajonov, X.J.Raximova, F.B.Nurmatova va boshqalar “Biofizika”, 2017
2. Remizov A. N “Tibbiy va biologik fizika” Toshkent, “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” Davlat ilmiy nashriyoti, 2005
3. Ремизов А.Н. “Медицинская и биологическая физика”, Москва, Высшая школа, 1999

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. Антонов В. Ф., Архарова Г. В., Песечник В. И. Медицинская биофизика. Москва, ММА.: 1993.
2. Антонов В. Ф., Вознесенский С.А., Черныш А. М. Медицинская биофизика. Москва, ММА, 1991.
3. Jerry V.Marion “General Physics with Bioscience Essays” Москва, Высшая школа, 1986.
4. Internetdan olingan ma’lumotlar: www.bio.fizteh.ru.. www.zone-x.ru.. www.booka.ru.. www.knigi-o.com.

MUNDARIJA

Kirish	3
I BOB. BIOMEXANIKA	
1.1-§. Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o'rganish	5
1.2-§. Odam tayanch-harakat apparati mexanikasining elementlari.....	11
II BOB. AKUSTIKA	
2.1-§. Tovushning tabiati.....	16
2.2-§. Eshituv sezgilarining tavsifi. Tovush o'lchovlari	18
2.3-§. Tibbiyotda tovush usulida tashxis qo'yish va davolash.....	24
2.4-§. Ul'tratovush	28
III BOB. BIOREOLOGIYA	
3.1-§. Suyuqlik va gazlardagi bosim	31
3.2-§. Bernulli tenglamasi. Statik va dinamik bosim	33
3.3-§. Qon bosimini o'lchash	35
3.4-§. Sun'iy qon aylanish apparati. Sun'iy yurak. Sun'iy buyrak.....	36
3.5-§. Suyuqliklarni naylardagi oqimi	39
3.6-§. Sirt tarangligining molekulyar asoslari. Kapilyarlik.....	49
3.7-§. Suyuqlik sirt taranglik koeffitsientini aniqlashning usullari	51
IV BOB. TERMODINAMIKA	
4.1-§. Termodinamikaning asosiy tushunchalari	55
4.2-§. Termodinamika qonunlarining tirik organizmga tadbiqui	60
4.3-§. Termometriya va kalorimetriya.....	64
4.4-§. Davolash uchun qo'lianiladigan isitilgan va sovuq muhitlarning fizik xossalari.....	67
V BOB. ELEKTRODINAMIKA	
5.1-§. Tok kuchi va zichligi.....	69
5.2-§. Biologik to'qimalar va suyuqliklarning o'zgarma tokda elektr o'tkazuvchanligi	69

5.3-§. Reografiyaning fizik asoslari	70
5.4-§. Elektrokardiografning ishini o'rganish	72
5.5-§. Magnit maydon. Moddalarning magnit xossalari.....	78
5.6-§. Past va yuqori chastotali toklarning organizmga ta'sirining biofizikaviy asoslari	80

VI BOB. OPTIKA

6.1-§. Yorug'likning tabiati	82
6.2-§. Linzalar	83
6.3-§. Ko'zning optik sistemasi	85
6.4-§. Lazerlar va uning tibbiyotda qo'llanilishi	92
 Fizika va tibbiyot.....	 103
Glossariy.....	113
Foydalanilgan adabiyotlar.....	119

F.B. NURMATOVA, D.Z. XODJAYEVA

BIOFIZIKA

Muharrir: M.Talipova

Musahhih: I.Tursunova

Kompyuterda tayyorlovchi: G.Ibragimova

Bosishga ruhsat etildi: 19.02.2023 yil
Bichimi 60x84 ^{1/16}. «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda chop etildi.
Shartli b.t. 7.0. Nashr h.t. 5.2
Adadi 100. Buyurtma № 13-12

“LESSON PRESS” MChJ nashriyoti,
100071, Toshkent, Komolon ko'chasi, 13.

«IMPRESS MEDIA» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shaxri, Qushbegi ko'chasi, 6-uy.

ISBN 978-9943-9733-2-9



9 789943 973329