

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI, CHORVACHILIK
VA BIOTEKNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**

**«AXBOROT TEXNOLOGIYALARI, TABIIY VA ANIQ FANLAR»
KAFEDRASI**



“BIOFIZIKA”

FANI BO'YICHA

O'QUV USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	800000	- Qishloq, o'rmon, baliq xo'jaligi va veterinariya
Ta'lim sohasi:	840000	- Veterinariya
Ta'lim yo'nalishi:	60840100	- Veterinariya meditsinasi

Samarqand – 2025

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi tasdiqlangan o'quv reja, ishchi o'quv reja, o'quv dasturi va sillabusi (ishchi o'quv dasturi)ga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

Mamatkulov N.	- "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasining dotsenti, f.-m.f.n.
Nurmuhammedov B.	"Ichki yuqumsiz kasalliklari" kafedrasi dotsenti, v.f.n.
Boymatova N.	- "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasining o'qituvchisi
Berdiyarov R.	- "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasining o'qituvchisi

"BIOFIZIKA"
FANINING O'QUV-USLUBIY MAJMUASI:

"Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasining 2025 yil " 26 " avgustdagi " 1 " -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan hamda fakultet kengashida muhokama etish va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya qilish uchun taqdim etilgan (1- bayonnoma).

Kafedra mudiri:


L.U.Safarova

"Iqtisodiyot" fakulteti Kengashining 2025 yil " 28 " avgustdagi " 1 " -son yig'ilishida muhokama etilgan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya qilingan (1- bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi, professor


A.Alikulov

Kelishildi:

**O'quv-uslubiy boshqarma
boshlig'i, v.f.n., dotsent**


Sh.X.Qurbanov

M U N D A R I J A

№	Ma'lumotlar	bet
I	Fanning o'quv dasturi	4
II	Fanning ishchi o'quv dasturi	5
III	Fanning asosiy o'quv materiallari:	6
3.1	Ma'ruza mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari	7
3.2	Laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari	88
3.3	Mustaqil ta'lim bo'yicha o'quv materiallari	167
3.4	Fan bo'yicha glossariy (o'zbek, rus, ingliz tillarida)	168
IV	Fan bo'yicha o'tkaziladigan attestatsiyalar uchun savollar:	175
4.1	1-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	175
4.2	2-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	178
4.3	YaB uchun og'zaki savollar (300 ta)	181
4.4	1-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	186
4.5	2-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	190
4.6	YaB uchun yozma ish savollari (500 ta)	194
4.7	1-OB uchun test savollari (200 ta)	208
4.8	2-OB uchun test savollari (200 ta)	232
4.9	YaB uchun test savollari (500 ta)	255
V	Fan bo'yicha baholash me'zonlari	315
VI	Fan bo'yicha tarqatma materiallar	316
VII	O'UMning elektron varyanti (DVD)	324

FANNING O‘QUV DASTURI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**



"TASDIQLAYMAN"

Samarqand davlat veterinariya
meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti
rektori X.B. Yunusov

Ro'yxatga olindi: BD-60840100-L.07

2025-yil "29" 08

2025-yil "29" 08

BIOFIZIKA

O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 800000 – Qishloq, o'rmon va baliq xo'jaligi va veterinariya

Ta'lim sohasi: 840000 – Veterinariya

Ta'lim yo'nalishi: 60840100 – Veterinariya meditsinasi

Samarqand – 2025

Fan/modul kodi B1204		O'quv yili 2025 - 2026	Semestr 2	ECTS – Kreditlar 4	
Fan modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek-rus		Haftadagi dars soatlari 4	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)	
	Biofizika	60	60	120	

2.	I. Fanning mazmuni Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga veterinariya tibbiyotida ishlatiladigan materiallar fizik xossalari va xarakteristikasini o'rganish, nurlanish kasalligini o'z vaqtida aniqlash va davolashni to'g'ri tashkillashtirish, hamda biologik tadqiqot usullarini ishlab chiqish, ularni amalga oshirishda kasal hayvonlarni davolash va nurlanishlarni profilaktika qilishda mos bilim, ko'nikma va malakani shakllantirishdan iborat. Fanning vazifasi - asosiy biofizikaviy hodisalar va g'oyalarni o'rganish; fizikaviy qonunlarni tirik organizmlarda tadqiq qilish; biofizika fani yutuqlarini chorvachilik va qishloq xo'jalik sohalariga tadbiiq qilish; hayvonlarning radioaktiv nurlar ta'sirida kasallanishini tahlil qilish va ulardan olingan mahsulotlarni veterinariya-sanitariya ekspertiza qilish usullarini o'rgatishdan iboratdir. II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) II.1. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi: 1- mavzu. Biomexanika. Biofizika fanining pridmeti va uning boshqa tabiiy fanlar bilan aloqasi. Fazo va vaqt, to'g'ri chiziq kinematikasi, kuchlar va muvozanat , Nyuton qonunlarining ekperimental asoslari. Biomexanika elementlari, hayvonlar organizmlariga deformasiya turlari, biologik materiallar, elastiklik moduli, elastiklik va mustahkamlik chegaralari, hayvonlar biostatikasi. Muskul mexanikasi. 2- mavzu. Bioakustika. Veterinariyada tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Veber Fexnerning psixofizik qonuni. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish va undan himoyalanih. Ultra va infratovushlar. Ularning organizmga ta'siri. Tovushdan davolash va diagnostikada foydalanish. 3- mavzu. Gidrodinamika. Suyuqliklarda oqim turlari. Gidro- va gemodinamikaning fizik asoslari. Suyuqliklarning naylarda oqimi. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari. Yopishqoqlik koeffisenti va uni o'lchash usullari. Suyuq biomateriallar xossalari, yurak va qon tomirlari yopiq biofizik tizimliga va qon tomirlari elastikligining ahamiyati. Yurakning ishi va quvvati. Qon bosimini o'lchash. 4- mavzu. Biologik tizimlarda ko'chish hodisalari. Biologik tizimlarda termodinamika asoslari.
----	--

Nyuton qonunlari. Biologik tizimlarda o'pka, qon tomirlari devorida, oshqozon, ichak va teri qatlamlarida diffuziya.

Termodinamik jarayonlar, termodinamikaning 1, 2 qonunlari va ularning biologik ahamiyati. Ichki energiya, issiqlik muvozanati. Tirik organizmlarda issiqlik almashinishining biofizik asoslari. Biologik tizimlarda energiya saqlanish qonuni. Adiabatik jarayon ochiq tizim uchun entropiya. Entropiya. Veterinariyada termodinamik davolash usullari.

5- mavzu. Elektr hodisalar.

Elektr maydoni, uning asosiy xarakteristikalari va o'lchov birliklari. Moddalarning elektr xossalari. Dielektrik singdiruvchanlikning organizm holatiga qarab o'zgarishi va undan diagnostika maqsadlarida foydalanish. To'qima va hujayralarning elektr sig'imi, elektr maydonidan veterinariya fizioterapiyasida foydalanish. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi. Yurak biopoteniali-EKG. Ionlarning harakatchanligi. Elektrodifuziya. Elektroforiz yordamida organizmga dori moddalar yuborish.

6- mavzu. Bioelektromagnetizm.

Magnit maydoni va uning asosiy xarakteristikalari. Magnit maydon induksiyasi. O'zgaruvchan tok va uni hosil qilish. Moddalarning magnit xossalari; diamagnetlat, paramagnetlar va ferromagnetlar. Magnit zondlari yordamida qoramollar oshqozonidan tamir buyumlarni olish. Magnit bo'ronlari va uning Yerdagi hayotga ta'siri. Magnitobiologiya.

7-mavzu. Optik mhdosalar

Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. To'la ichki qaytish. Endoskoplari. Refraktomyetrlar. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri. Fotosintez

8-mavzu. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri

Yorug'likning yutilishi va uning qonuniyatlari. Kolorimetrik usul. Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentrasiyasini aniqlash. Fotobiologik jarayonlar. Yorug'likning qutblanishi, saxarometrlar Ko'rish sistemasining tuzilishi va unda bo'ladigan biofizik jarayonlar.

9- mavzu. Kvant biofizikasi

Atom tuzilishi. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari. Rentgen nurlari, ularning olinish, xossalari, ishlatilishi. Lyuminessensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari. Lyuminessensiyadan amalda foydalanish. Kvant optik generatorlar. Lazer nurlari, ularning xossalari, lazer nurlarining biologik ta'siri. Tibbiyot va veterinariyada lazer nurlaridan foydalanish.

10- mavzu. Yadro fizikasi

Atom yadrosi va uning tuzilishi. Massa defekti. Bog'lanish energiyasi. Radioaktivlik. Nurlanish dozasi va uning o'lchov birliklari. Radioaktiv yemirilish va uning asosiy qonuni. Nishonlangan atom usulidan veterinariyada foydalanish. Radioaktiv nurlardan veterinariyada foydalanish.

III. Laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

III.1. Laboratoriya mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Talabalarga ayrim maslahat va ko'rsatmalar. Tajriba xatoliklarini aniqlash
2. Turli moddalar konsentratsiyasini aniqlash.
3. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.
4. Stoks usuli yordamida suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash.
5. Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida aniqlash.
6. Tomchi uzilish usuli yordamida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.
7. Havo namligini psixrometr yordamida aniqlash.
8. Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.
9. Suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganish.
10. Elektr zanjiri elementlarini o'rganish.
11. Elektron ossilograf ishini o'rganish.
12. Yarim o'tkazgichli diodning volt-ampere xarakteristikasini o'rganish.
13. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.
14. Termoparani darajalash.
15. Saxarometr yordamida eritmalar konsentratsiyasini aniqlash.
16. Linzaning fokus masofasini aniqlash.
17. Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash.
18. Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash
19. Difraksiya panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash
20. Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Suyuq biomateriallar xossalari, yurak va qon tomirlari yopiq biofizika tizimiga va qon tomirlari elastikligining ahamiyati. Qon bosimini o'lchash.
2. Ichki energiya, issiqlik muvozanati. Biologik tizimlarda energiya saqlanish qonuni.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalari universiteti Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar kafedrasida dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatqulov va SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasida o'qituvchisi R.Berdiyarovlar tomonidan "Biofizika" fanidan tayyorlangan fan dasturiga

TAQRIZ

"Biofizika" fanining qishloq xo'jaligi bilan ijodiy ittifoqining qishloq xo'jalik hayvonlarining hayot faoliyati jarayonlarining hayvon rivojlanayotgan muhitning fizik sharoitlariga bog'liq bo'lib, hayvonlar uchun zarur bo'lgan iqlim sharoitini o'rganish va eng qulay muhitni aniqlash biofizikaning asosiy vazifasidir.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalari universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasida dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatqulov, tomonidan "Biofizika" fanidan tayyorlangan "Biofizika" fan dasturi 60840100-Veterinariya meditsinasi ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan. Talabalar tabiatda oz uchraydigan ob-havo va iqlimni xarakterlaydigan asosiy meteorologik kattaliklar, qishloq xo'jaligi va unga bog'liq bo'lgan tabiiy muhitdan barqaror, sifati biologik mahsulot ishlab chiqarishda ularning uzviy bioenergiyadan foydalanishdan iboratdir.

"Biofizika" fanining asosiy qishloq xo'jalik mahsulotlari rivojlanishidagi rolini ko'rsatish, asboblari va qurilmalar bilan tanishtirish; kundalik turmushimizda kerak bo'ladigan ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishda xalq xo'jaligining turli sohalarini rivojlantirishda asosiy baza bo'lib hisoblanadi va havo va tuproqning tozaligini ta'minlashdan iboratdir.

Ushbu fan dasturi 60840100-Veterinariya meditsinasi ta'lim yo'nalishi talabalariga fan sifatiga o'tish uchun tasdiqlashni tavsiya etaman.

Samarqand viloyat veterinariya boshlig'i



chorvachilikni rivojlantirish boshqarmasi
Nurullayev. A

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalari universiteti Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar kafedrası dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatkulov va SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrası o'qituvchisi R.Berdiyarovlar tomonidan 60840100–Veterinariya meditsinasi ta'lim yo'nalishi talabalariga "Biofizika" fanidan tayyorlangan fan dasturiga

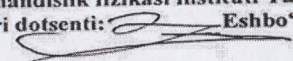
TAQRIZ

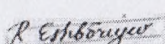
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalari universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrası dotsenti, f-m.f.n. N.Mamatqulov tomonidan tayyorlangan "Biofizika" fan dasturi 60840100–Veterinariya meditsinasi ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

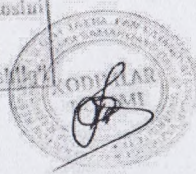
Qishloq xo'jalik ta'lim yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalarga "Biofizika" fani bo'yicha auditoriyalarda ma'ruza, laboratoriya mashg'ulotlari o'tkaziladi. Fanni o'zlashtirish davomida insonning tabiatga ta'sir kuchi, yer, o'rmon, hayvonlar, o'simliklar, yer osti boyliklari ishlatila boshlangan vaqtdan boshlab kuchaya borishni, atmosferani ifloslanish darajasi haqida, tabiatni muxofaza qilishning ekologik prinsiplari hamda ob-havo va iqlimni xarakterlaydigan asosiy meteorologik kattaliklarni o'rganish, turlicha sharoitlarining vujudga kelishining qonuniyatlari bilan tanishtirish, talabalarga mexanik hodisalar, yani organizmda uchraydigan deformasiya turlarini tanishtirish, tovush yordamida hayvonlardabi ba'zi kasalliklarni davolash usullarini o'rgatish, Yurakda yuz beradigan jarayonlar bilan tanishtirish, elektr va magnit hodisalarning organizmga ta'sirini o'rganish, quyosh nurining organizmga ta'sirini tushuntirish, ko'rishning biofizikaviy tomonlarini o'rgatish, atom nurlari, lazerlar yordamida davolash usullari bilat tanishtirish va h.k.

Ishlab chiqilgan mazkur o'quv dasturi- keltirilayotgan ta'limiy yo'nalishi bo'yicha DTS –ning qo'yiladigan talablariga mos keladi.

Umuman olganda fan dasturi 60840100–Veterinariya meditsinasi ta'lim yo'nalishi talabalariga fan sifatiga o'tish uchun tasdiqlashni tavsiya etaman.

Sharof Rashidov nomidagi SamDU Muhandislik fizikasi instituti Yadro fizikasi va astronomiya kafedrası mudirı dotsenti:  Eshbo'riyev R.M

 R. Eshbo'riyev
Ishlab chiqilgan
Sharof Rashidov nomidagi
SamDU kafedrası bo'limi boshlig'i



3. Biologik menbrama tuzilishi, o'pkada gaz almashinuvi. Oshqozon va ichaklarda diffuziya.
 4. Osmos. Osmotik bosim, kapilyar hodisalar.
 5. Qutblanish tekisligi buralish hodisasi yordamida modda konsentrasiyasini aniqlash.
 6. Dielektrik singdiruvchanlikning organizm holatiga qarab o'zgarishi va undan diagnostika maqsadlarida foydalanish. To'qima va xujayralarning elektr sig'imi.
 7. Moddlarning magnit xossalari: damagnit, paramagnit va ferromagnitlar.
 8. Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentrasiyasini aniqlash.
 9. To'la ichki qaytish. Endoskoplar.
 10. Fotobiologik jarayonlar klassifikatsiyasi. Birlamchi fotofizikaviy va fotokimyoviy reaksiyalar.
 11. Atom nurlarining qishloq xo'jalik ekinlariga ta'sir effektlari.
 12. Atom nurlarini organizmga ta'siri. Atom nurlarining qishloq xo'jaligida foydalanish haqida tushuncha.
 13. Massa defekti, yadroning bog'lanish energiyasi.
 14. Radioaktiv nurlar, ularning xossalari. Radioaktiv yemirilish va sintez. Yadro reaksiyalari.
 15. Radioaktiv nurlarining tirik organizmga ta'siri. Nurlanish dozasi.
- Mustaqil o'zlashtirilgan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda internet tarmoqlaridan foydalanib referat va uning taqdimoti vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqishi tavsiya etiladi.

3.

V. Fan o'qitilishining natijalari (shakillanadigan kompetensiyalar) Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

- biofizika tushunchasi va asoslari, iqtisodiy rivojlanish omillari, iqtisodiy rivojlanish nazariyalari haqida **tasavvurga ega bo'lishi; (bilim)**
- biofizika nazariyalari asoslarini, iqtisodiy rivojlanish qonunlari, asosiy tushunchalar, iqtisodiy jarayonlarning xususiyatlarini **bilishi va ulardan foydalana olishi; (ko'nikma)**
- talaba biofizika jarayonlarni tahlil qilish usullarini qo'llash, iqtisodiy rivojlanish muammolari bo'yicha yechimlar qabul qilish **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak. (malaka)**

4.

VI. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ma'ruzalar;
- interfaol keys-stadilar;
- seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar);
- guruhlarda ishlash;

	ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.
4.	VI. Ta'lim texnologiyalari va metodlari: • ma'ruzalar; • interfaol keys-stadilar; • seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar); • guruhlarda ishlash; • taqdimotlarni qilish; • individual loyihalar; • jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.
5.	VII. Kreditlarni olish uchun talablar: Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish hamda joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazoratni muvaffaqiyatli topshirish.
6.	Asosiy adabiyotlar: 1. Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika. Darslik, T.: Chulpon. 2013. 206 bet. 2. Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika va radiobiologiya. Darslik. – T.: Sano standart. 2018 y. 487 bet. 3. Mamatkulov N, Nurmuhammedov B. Biofizika va radiobiologiya fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari o'quv qo'llanma – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2022 yil 264 bet. 4. Nelson Filipp: <u>Biologik fizika</u>. New York, NY: Freeman, 2018 y. 630 bet 5. Лысенко И.П. и др, Радиобиология; Учебник 3-е изд., СВП Издательство «Лань», 2017. – 576 с. Qo'shimcha adabiyotlar 1. Mirziyoyev Sh.M. Birlashgan millatlar tashkiloti bosh assambleyasi 75-sessiyasida so'zlagan nutqini o'rganish va keng jamoatchilik o'rtasida targ'ib qilish. O'quv qullanma. Toshkent, "Ma'naviyat" NMIU, 2021 yil. – 280 bet. 2. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekistonda erkin va farovon yashaylik. "Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. – 52 bet. 3. Mirziyoyev Sh.M. Insonparvarlik, ezgulik va bunyodkorlik-milliy g'oyamizning poydevoridir. Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. – 36 bet. 4. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent, "O'zbekiston" nashriyoti, 2022 yil. – 416 bet. 5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 28-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5696 son Farmoni. 6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 31-martdagi "Veterinariya va

	chorvachilik sohasida kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PQ-187-son qarori. 7. Glaser, Roland. Biophysics — Berlin : Springer, Cop. 2014. — XVI, 361 c.
	Axborot manbaalari • Mexanika - www. emoni.com • Termodinamika – w.w.w. cc.ss. u crêmea ru • Akustika – www. acoustics.ru. • Elektromagnetizm – www. Zone-x ru • Optika – www. Fiz.shelp.ru • Atom fizikasi- www. Fiz.shelp.ru • Yadro fizikasi – www. Fiz. shelp.ru • Radioaktiv- www. jolnbiz.ru • Gidrodinamika - www. tochnie. Uchilna.ru • http://www. Chemwed/com • http://www. Scirus.com • http://www. Yahoo.com/chemistry/ • http://www. Csiencedirect/com • http://www. Kiuweronline/com • http://www. Ziyonet/
7.	Fan dasturi Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti huzuridagi "840000-Veterinariya" ta'lim sohasi bo'yicha Kengashning 2025-yil <u>28</u> <u>08</u> dagi <u>3</u> sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.
8.	Fan/modul uchun mas'ullar: N.Mamatkulov - SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasida dotsenti, f.m-f.n R.Berdiyarov - SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasida o'qituvchisi N.Baymatova - SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasida o'qituvchisi
9.	Taqrizchilar: Amonov B.U -Sharof Rashidov nomidagi SamDU Muhandislik fizikasi instituti Umumiy fizika kafedrasida dotsenti Ergashev A.I. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti, "Fizika, biofizika va tibbiy fizika" kafedrasida v/b dotsenti

**FANNING ISHCHI O'QUV DASTURI
(SILLABUS)**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**



BIOFIZIKA

FANI BO'YICHA

SILLABUS

Kunduzgi ta'lim shakli uchun

Bilim sohasi: 800000 – Qishloq, o'rmon, baliq xo'jaligi va veterinariya

Ta'lim sohasi: 840000 – Veterinariya

Ta'lim yo'nalishi: 60840100 – Veterinariya meditsinasi

Samarqand – 2025



Modul / FAN SILLABUSI
Veterinariya profilaktikasi va davolash fakulteti
60840100 – Veterinariya meditsinasi ta'lim
yo'nalishi



Fan nomi:	<i>Biofizika</i>
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	B1204
Yil:	2025-2026
Semestr:	2
Ta'lim shakli:	Kunduzgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	120
Ma'ruza	20
Amaliy mashg'ulotlar	-
Laboratoriya mashg'ulotlari	40
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	60
Kredit miqdori:	4
Baholash shakli:	Imtixon
Fan tili:	O'zbek-rus

Fan maqsadi (FM)	
FM1	Talabalarga veterinariya tibbiyotida va qishloq xo'jaligida ishlatiladigan materiallar fizik xossalari va xarakteristikasini o'rganish, kasallikni o'z vaqtida aniqlash va davolashni to'g'ri tashkillashtirish, hamda biofizik tadqiqot usullarini ishlab chiqish, ularni amalga oshirishda kasal hayvonlarni davolash va profilaktika qilishda mos bilim, ko'nikma va malakani shakllantirishdan iborat.

Fanni o'zlashtirish uchun zarur boshlang'ich bilimlar	
1.	Fizika
2.	Elektromagnetizm
3.	Biofizika
Ta'lim natijalari (TN)	
	Bilimlar jihatidan:
TN1	"Fizika" fanini o'rganish jarayonida bakalavr: mexanikaning fizik asoslari, elektr va magnetizm, tebranish va to'liqlar fizikasi, kvant fizikasi, akustika, statik fizika va termodinamika, optika, atom va yadro fizikasi; xayvon

TN2	Biofizika nazariyalari asoslarini, iqtisodiy rivojlanish qonunlari, asosiy tushunchalar, iqtisodiy jarayonlarning xususiyatlarini bilishi va ulardan foydalana olishi; (ko'nikma)
TN3	Talaba biofizika jarayonlarni tahlil qilish usullarini qo'llash, iqtisodiy rivojlanish muammolari bo'yicha yechimlar qabul qilish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak. (malaka)
	Ko'nikmalar jihatidan:
TN4	Biofizika fanining predmeti va uning boshqa tabiiy fanlar bilan aloqasi.
TN5	Biomexanika elementlari, hayvonlar organizmlariga deformasiya va uning turlari, biologik materiallar elastiklik moduli, elastiklik va mustahkamlik chegaralari, hayvonlar biostatikasi.
TN6	Veterinariyada tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Vebeer-Fexneming psixofizik qonuni.

Fan mazmuni	
Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
M1	Biomexanika.
M2	Bioakustika.
M3	Gidrodinamika.
M4	Biologik tizimlarda ko'chish hodisalari. Biologik tizimlarda termodinamika asoslari.
M5	Elektr hodisalar.
M6	Bioelektromagnetizm.
M7	Optik hodisalar.
M8	Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.
M9	Kvant biofizikasi.
M10	Yadro fizikasi.
Mashg'ulotlar shakli: laboratoriya mashg'ulotlar (L)	
L1	Talabalarga ayrim maslahat va ko'rsatmalar. Tajriba xatoliklarini aniqlash
L2	Turli moddalar konsentrasiya-sini aniqlash va ushbu usulni veterinar
L3	Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.
L4	Stoks usuli yordamida suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash va veterinariyada qo'llanilishi.
L5	Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida aniqlash.
L6	Tomchi uzilish usuli yordamida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyenini aniqlash va veterinariyada qo'llanilishi.
L7	Havoning namligini psixrometr yordamida aniqlash.
L8	Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.

L9	Suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganish.
L10	Elektr zanjiri elementlarini o'rganish.
L11	Elektron ossilograf ishini o'rganish.
L12	Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini o'rganish.
L13	O'tkazgichlarni parallel va ketma-ket ulash.
L14	Termoparani darajalash.
L15	Saxarometr yordamida eritmalar konsentratsiyasini aniqlash.
L16	Linzaning fokus masofasini aniqlash.
L17	Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash.
L18	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash.
L19	Difrakcion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash.
L20	Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash

	Mustaqil ta'lim (MT)
1	Suyuq biomateriallar xossalari, yurak va qon tomirlari yopiq biofizika tizimiga va qon tomirlari elastikligining ahamiyati. Qon bosimini o'lchash.
2	Ichki energiya, issiqlik muvozanati. Biologik tizimlarda energiya saqlanish qonuni.
3	Biologik menbrama tuzilishi, o'pkada gaz almashinuvi. Oshqozon va ichaklarda diffuziya.
4	Osmos. Osmotik bosim, kapilyar hodisalar.
5	Qutblanish tekisligi buralish hodisasi yordamida modda konsentratsiyasini aniqlash.
6	Dielektrik singdiruvchanlikning organizm holatiga qarab o'zgarishi va undan diagnostika maqsadlarida foydalanish. To'qima va xujayralarning elektr sig'imi.
7	Moddlarning magnit xossalari: damagnit, paramagnit va ferromagnitlar.
8	Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentratsiyasini aniqlash.
9	To'la ichki qaytish. Endoskoplar.
10	Fotobiologik jarayonlar klassifikatsiyasi. Birlamchi fotofizikaviy va fotokimyoviy reaksiyalar.
11	Atom nurlarining qishloq xo'jalik ekinlariga ta'sir effektlari.
12	Atom nurlarini organizmga ta'siri. Atom nurlarining qishloq xo'jaligida foydalanish haqida tushuncha.
13	Massa defekti, yadroning bog'lanish energiyasi.
14	Radioaktiv nurlar, ularning xossalari. Radioaktiv yemirilish va sintez. Yadro reaksiyalari.
15	Radioaktiv nurlarining tirik organizmga ta'siri. Nurlanish dozasi.

Asosiy adabiyotlar	
1.	Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika. Darslik, T.: Chulpon. 2013. 206 bet.
2.	Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika va radiobiologiya. Darslik. –T.: Sano standart. 2018 y. 487 bet.
3.	Mamatkulov N, Nurmuhamedov B. Biofizika va radiobiologiya fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari o'quv qo'llanma – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2022 yil 264 bet.
Qo'shimcha adabiyotlar	
1.	Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekistonda erkin va farovon yashaylik. "Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021. – 52 b.
2.	Mirziyoyev Sh.M. Insonparvarlik, ezgulik va bunyodkorlik-milliy g'oyamizning poydevoridir. Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021. – 36 b.
3.	Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent, "O'zbekiston" nashriyoti, 2022. – 416 b.
4.	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 28-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5696 son Farmoni.
5.	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 31-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PQ-187-son qarori.
6.	Norboyev Z.P va boshqalar "Biofizika" T.: 2003.
7.	Mamatqulov N. Biofizika uslubiy ko'rsatma 2013.
Axborot manbaalari	
1.	Mexanika - www. emoni.com
2.	Termodinamika – w.w.w. cc.ss. u crêmea ru
3.	Akustika – www. acoustics.ru .
4.	Elektromagnetizm – www. Zone-x ru
5.	Optika – www. Fiz.shelp.ru
6.	Atom fizikasi- www. Fiz.shelp.ru
7.	Radioaktiv- www. jolnbiz.ru
8.	Atom fizikasi- www. Fiz.shelp.ru
9.	http://www. Chemwed/com
10.	http://www. Ziyonet/

Talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichini nazorat qilishda quyidagi mezonlar tavsiya etiladi:

a) 5 baho olish uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- fanning mohiyati va mazmunini to'liq yoritish; o'sha;
- fandagi mavzularni bayon qilishda ilmiylik va mantiqiylik saqlanib, ilmiy

Mazkur Sillabus "Axborot texnologiyalari tabiiy va aniq fanlar" kafedrasining 2025- yil 08 08 dagi 1 sonli yig'ilishi bayoni bilan ma'qullangan.

08 Mazkur Sillabus universitet o'quv-uslubiy Kengashning 2025-yil 28 08 dagi 1 sonli yig'ilishi bayoni bilan tasdiqlangan.

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i

Fakultet dekani

Kafedra mudiri

Tuzuvchilar

Sh.Qurbonov

H.Niyozov

L.Safarova

N.Mamatkulov

R.Berdiyarov

MT 7	Qutblanish tekisligi buralish hodisasi yordamida modda konsentrasiyasini aniqlash.	3
MT 8	Dielektrik singdiruvchanlikning organizm holatiga qarab o'zgarishi va undan diagnostika maqsadlarida foydalanish.	3
MT 9	To'qima va xujayralarning elektr sig'imi.	3
MT 10	Moddlarning magnit xossalari: damagnit, paramagnit va ferromagnitlar.	3
MT 11	Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentrasiyasini aniqlash.	3
MT 12	To'la ichki qaytish. Endoskoplar.	3
MT 13	Fotobiologik jarayonlar klassifikatsiyasi.	3
MT 14	Birlamchi fotofizikaviy va fotokimyoviy reaksiyalar.	3
MT 15	Atom nurlarining qishloq xo'jalik ekinlariga ta'sir effektlari.	3
MT 16	Atom nurlarini organizmga ta'siri.	3
MT 17	Massa defekti, yadroning bog'lanish energiyasi.	3
MT 18	Radioaktiv nurlar, ularning xossalari.	3
MT 19	Radioaktiv yemirilish va sintez. Yadro reaksiyalari.	3
MT 20	Radioaktiv nurlarining tirik organizmga ta'siri. Nurlanish dozasi.	3
Jami		40

Asosiy adabiyotlar	
1.	Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika. Darslik, T.:Chulpon. 2013. 206 bet.
2.	Ismoilov E., Mamatqulov N. va boshqalar. Biofizika va radiobiologiya. Darslik. -T.: Sano standart. 2018 y. 487 bet.
3.	Mamatkulov N, Nurmuhammedov B. Biofizika va radiobiologiya fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari o'quv qo'llanma - Samarqand: SamDU nashriyoti, 2022 yil 264 bet.
4.	Nelson Filipp; Biologik fizika . New York, NY: Freeman, 2018 y. 630 bet
5.	Лысенко И.П. и др, Радиобиология; Учебник 3-е изд., СВП Издательство «Лань», 2017. – 576 с.
Qo'shimcha adabiyotlar	
1.	Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekistonda erkin va farovon yashaylik. "Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021. – 52 b.
2.	Mirziyoyev Sh.M. Insonparvarlik, ezgulik va bunyodkorlik-milliy g'oyamizning poydevoridir. Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021. – 36 b.
3.	Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent, "O'zbekiston" nashriyoti, 2022. – 416 b.
4.	O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 28-martdagi "Veterinariya va chorvachilik sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish

FANNING ASOSIY O'QUV MATERIALLARI:

3.1. Ma'ruza mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari

1. BIOMEXANIKA

REJA

- 1.1 Biofizika fani va uning ahamiyati.
- 1.2 Qattiq jismlar deformasiyasi. Tirik organizmda deformasiya turlari.
- 1.3. Elastiklik moduli. Muskel mexanikasi.

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

1.1 Biofizika fani va uning ahamiyati.

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

Biofizika quyidagi maqsad va yo'nalishlarga ega:

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

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

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

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

Jism harorati oshishi bilan atom va ionlar tebranma harakati osha boradi va har bir qattiq jism uchun aniq bir haroratda kristall panjara buzila boshlaydi. Tashqi berilayotgan issiqlik energiyasi shu panjarani buzishga sarflanadi. Toki

hamma panjaralar buzilguncha kristall harorati o'zgarmaydi. Bu haroratga erish harorati deyiladi. Shunday jismlar borki, ularning na aniq shakli, na aniq erish nuqtasi bor. Bunday jismlarga amorf jismlar deyiladi. Ular izotrop xossaga ega, ya'ni fizik xossalari yo'nalishga bog'liq emas. Amorf jismlarning har qanday haroratda suyuq qismi ham, qattiq qismi ham bo'lishi mumkin. Bunday jismlarga parafin, mum, shisha kiradi. Kristallarda uzoq tartibli joylashuvi o'rinli bo'lsa, suyuq va amorf jismlarda atom va molekulalarning yaqin tartibli joylashuvi o'rinlidir.

1.2 Qattiq jismlar deformasiyasi. Tirik organizmda deformasiya turlari. Elastiklik moduli. Muskul mexanikasi.

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

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

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

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

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

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

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

Deformasiya darajasi nisbiy deformasiya orqali aniqlanadi.

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

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

Bunda ℓ – sterjenning uzunligi, d - sterjen diametri

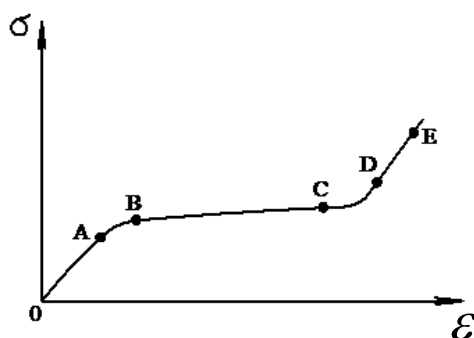
Ingliz fizigi R.Guk kichik deformasiyalar uchun nisbiy deformasiya kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini aniqladi.

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

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

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

k - elastiklik koeffitsiyenti. 1.1 - rasmda kuchlanish bilan nisbiy deformasiya orasidagi bog‘lanish ko‘rsatilgan. OA - elastik deformasiya, B - elastiklik chegarasi bo‘lib, shunday maksimal kuchlanishni harakterlaydiki, bunda tashqi kuch ta’siri olingandan so‘ng jismda qoldiq deformasiya qolmasdan, u yana o‘z shaklini tiklay oladi. CD - gorizontaal oraliq kuchlanishning oquvchanlik chegarasidir, ya’ni bu oraliqda kuchlanish oshmasdan deformasiya oshib boradi. E - nuqta esa jismning buzilishi (uzilishi) oldidan jismga qo‘yilgan eng katta kuchlanish jismning mustahkamlik chegarasi deyiladi. Moddalar elastiklik xossalari orasida juda katta farq bor. Masalan, po‘lat mustahkamlik chegarasidan 0,3% cho‘zilgandayoq uziladi, yumshoq rezinalarni esa 300% cho‘zish mumkin. Bunday farq sifat tomondan yuqori molekulyar bog‘lanishlar elastikligi mexanizmi bilan bog‘liq.



Mexanik kuchlanish va nisbiy deformasiya orasidagi bog‘lanish: σ -mexanik kuchlanish, ε -nisbiy deformasiya

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

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

Elastik siqilgan sterjen potensial energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga tengdir

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

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

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

ya’ni deformasiya kvadratiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. Endi biologik to‘qimalarning mexanik xossalari bilan tanishamiz.

1.3.Elastiklik moduli. Muskul mexanikasi.

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

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

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

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

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

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

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

Bunda I - inersiya momenti, ω - burchak tezlik.

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

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

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

Chopuvchi tezligi uning o'lchamidan bog'liq emas. Bu hamma hayvonlar uchun ham o'rinlidir. Odamlar yomon chopuvchilardir, chunki ularning harakatini oyoqlarida to'plangan muskullar bajaradi. Odamning yarim massasi esa oyoqda. Shu sababli eng chopqir jonivorlar oyoqlari ingichka bo'lib, asosiy muskullari gavdada joylashgan. M: straus 23 m/s, bo'ri va quyon 18 m/s, odam 11 m/s. Katta

mushuklar oyoqlari baquvvat, shu sababli ular tez chopishga emas, balki sakrashga mo'ljallangan. Ular o'ljani sakrab ushlaydi. Arslon o'zining o'ljasi bir tashlanishda ushlay olmasa, u yugurmasdan yana kutadi.

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

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

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

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

Deformasiya tirik jonivorlar uchun muhim talablardan biridir.

Xulosa

Biomexanika hozirgi vaqtda turli tirik tabiat uchun, ularda sodir bo'layotgan mexanik xossalarni o'rganish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Yurakning mexanik ishi va quvvati, muskullarning statik ishi va shunga o'xshash hodisalar shu bo'limda o'rganiladi. Bu bo'limda tirik tabiat uchun zarur bo'lgan deformasiya hodisasi va uning turlarini ham o'rganish mumkin.

Sinov savollari

1. Bimofizika nimani o'rganadi?
2. Qanday deformasiya turlarini bilasiz?
3. Elastik deformasiyalangan jismning potensial energiyasi nimaga teng?
4. Muskul qisqarishida bajarilgan ish va quvvat.
5. Tirik organizmda elastin va kollogenlarning roli nimadan iborat?
6. Ba'zi biologik organlar uchun elastiklik modulining qiymati qanday?

2-Mavzu: BIOAKUSTIKA

Reja

2.1. Tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish.

2.2. Ultra- va infrotovushlar, ularning tirik organizmga ta'siri. Ultratovushdan amalda foydalanish..

2.3. Shovqin va undan himoyalalanish. Tovush eshitish va chiqarish organlari haqida tushuncha.

2.1. Tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish.

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

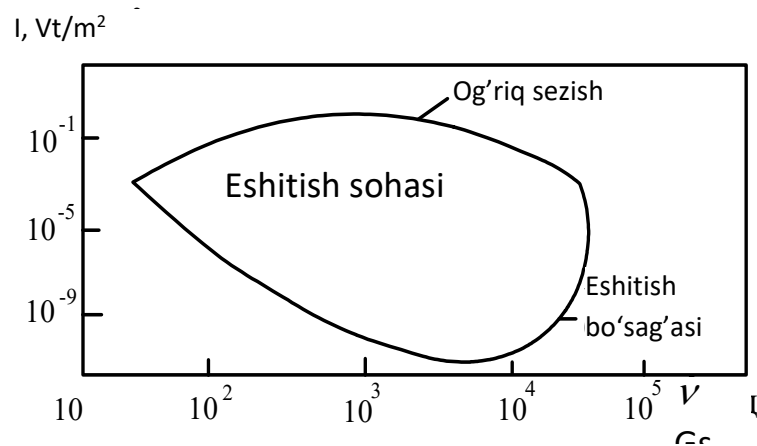
Akustika - eng past chastotali tebranishlardan boshlab, o'ta yuqori ($10^{12} - 10^{13}$ Gs) chastotali elastik to'lqinlarni o'rganuvchi fizikaning bir bo'limiga aytiladi. Umuman olganda akustika tovush haqidagi ta'limot bo'lib, odam qulog'i qabul

qila oladigan gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlardagi elastik tebranishlar va to‘lqinlarni o‘rganadi. Gaz va suyuqliklarda bo‘ylama, qattiq jismlarda esa ham bo‘ylama, ham ko‘ndalang to‘lqinlar tarqaladi.

T. Tovush intensivligi (yoki kuchi) deb, tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar birlik yuzadan birlik vaqt ichida olib o‘tilgan energiyaga aytiladi.

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

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



Normal odam qulog‘i ancha keng diapozondagi tovush intensivligini qabul qiladi. M: 1 kGs chastotada $I_0 = 10^{-12} \text{ Vt/m}^2$ dan $I_m = 10 \text{ Vt/m}^2$ gacha. Bunda I_0 - eshitish chegarasidagi intensivlik, I_m - og‘riq sezish chegarasidagi tovush intensivligi. Bu intensivliklar nisbati 10^{13} ga teng. Har qanday tovush oddiy garmonik tebranishlar to‘plami emas, balki ma‘lum chastotalar to‘plamiga ega bo‘lgan garmonik tebranishlarning yig‘indisidan iboratdir.

T. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to‘plami **tovushning akustik spektri** deyiladi.

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

Tovush quloqqa bosim beradi va bu bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi

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

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

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

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

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

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

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

kamayishini ko'rsatadi. Intensivlik $10 \text{ J/m}^2 \text{ s.}$ bo'lsa, u tovush sifatida eshitilmaydi va quloqda og'riq seziladi. Desebellarga asoslanib eshitish sohasini 0 dan 120 dB oralig'igacha bo'lish mumkin. 120 dB dan yuqorisi shovqin hisoblanadi. Ovoz chiqarish apparati ovoz bo'yamlari, yumshoq tanglay, lablar tebranishlari tufayli hosil bo'ladi. Tovush hosil qilishda havo yo'llari (yutqim, og'iz va burun bo'shliqlari, o'pka, bronx, traxeya) ishtirok qiladi. Ovozni qabul qiluvchi organ quloqdir. Quloqda menbrana mavjud bo'lib, uning asosiy qismi har xil uzunlik va qalinlikda bo'lgan elastik tolalardan iborat, ularning soni 20 mingdan ortiq bo'ladi. Tovushni sezish qattiqlikdan tashqari yuksaklik bilan ham xarakterlanadi. **T. Tovush yuksakligi** - tovush sifatini aniqlovchi xarakteristika bo'lib, odamning eshitish organi orqali subyektiv ravishda aniqlanadi va u chastotadan bog'liqdir. Chastota oshishi bilan yuksaklik oshadi, ya'ni tovush "yuqori" bo'ladi. Tembr esa tovush energiyasining chastotaga qarab taqsimlanishini xarakterlaydi.

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

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

2.2. Ultra- va infrotovushlar, ularning tirik organizmga ta'siri. Ultratovushdan amalda foydalanish..

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

Tabiatda ko'rshapalaklar va delfinlar ham ultratovush chiqarib o'zining yo'lini topib oladi, ya'ni chiqargan to'lqinlarning to'siqlardan qaytishiga qarab yo'lni topadi. Ultratovush yordamida bir - biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikni aralashtirish mumkin. Ultratovushning Dopler effekti yordamida yurak klapanlari

harakatining xarakterini o'rganadilar. Qon oqimi tezligini o'lchash mumkin. Terapiya maqsadlarida 800 kGs chastotali ultratovushlar ishlatiladi. Ularning o'rtacha intensivligi 1 Vt/sm^2 . nurlovchi qism va teri orasiga biror suyuqlik (m: yog') qo'yiladi, chunki hatto yupqa havo qatlami ultratovushning organizmga o'tishiga to'sqinlik qiladi. To'qimaga qilinadigan mexanikaviy va issiqlik ta'siri ultratovush terapiyasi asosida yotgan birlamchi mexanizmdir. Ultratovush xirurgiyada "skalpel" vazifasini bajaradi. Oddiy skalpeldan farqli o'laroq ultratovush skalpeli juda ingichka qirqsa, ikkinchidan ma'lum energiyali tovush qonsiz kesadi. Bir vaqtning o'zida ultratovush tikib (payvandlab) ketadi. Farmosevtikada dorilar tayyorlashda ishlatiladi, ya'ni suyuqliklar ichidagi jismlarni parchalab emulsiya hosil qiladi. Ultratovush ishtirokida tayyorlangan turli xil dorivorlar emulsiyalari o'pka kasali, yuqori nafas yo'llari qatori, bronxeal astma kabi kasalliklarni davolashda qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda shkastlangan yoki transplantasiyalangan suyak to'qimalarini "payvandlash"ning yangi usuli (ultratovush ostiosintezi) yaratildi. Ultratovushning mikroorganizmlarga halokatli ta'siri moddalarni stirlizasiya qilishda foydalanilmoqda. Ko'rlar uchun "Orentir" asbobi yaratilgan bo'lib u 10 m.gacha uzoqlikdagi jismlarni bilib olish va ularni qanday xarakterda ekanini aniqlash mumkin. Ultratovushning issiqlik ta'siridan opuxullarni (o'simta) yemirishda ishlatiladi. Kichik intensivli ultratovushlar ($1,5-3 \text{ Vt/sm}^2$) o'simliklarning o'sishiga yordam beradi, bronxial astma, radikulitni davolashda, katta intensivlikli ultratovush (30 Vt/sm) organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

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

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

Infratovush - bu chastotasi 16 Gs.dan kichik bo'lgan elastik to'lqinlardan iborat. Lotinchadan infro- kichik ma'noni anglatadi. Infratovush atmosfera va denegiz shovqinlari tarkibida bo'ladi. Chaqmoq vaqtida, portlashda, to'plar otilganda, Yer qimirlashda paydo bo'ladi. Infrotovush juda kam yutiladi, shu sababli u ancha uzoq masofalarga tarqalishi mumkin. Atmosferaning yuqori qatlamlarini o'rganish mumkin. Infrotovush organizmning bir qator sistemalari funksional holatlariga yomon ta'sir ko'rsatadi. M: charchash, bosh og'rig'i, uyquchanlik, jahl chiqishi va boshqalar paydo bo'ladi. Infrotovushning organizmga birlamchi ta'sir ko'rsatish mexanizmi rezonans xarakterga ega.

2.3. Shovqin va undan himoyalanih. Tovush eshitish va chiqarish organlari haqida tushuncha.

Xususiy tebranishlar chastotasi bilan tebranishga majbur etuvchi kuchlarning chastotasi bir-biriga yaqin bo'lganda rezonans hodisasi yuz beradi. Odam gavdasining xususiy tebranishlar chastotasi, gavdaning yotgan holatida 3 - Gs,

qorin bo'shlig'i uchun 3 - 4 Gs, turgan holda 5- 12 Gs, ko'krak qafasiniki 5 - 8 Gs bo'lib, bu infrotovush chastotalariga mos keladi. Normal faoliyat ko'rsatish uchun ma'lum shovqin bo'lishi kerak. M: normal uxlash va aqliy mehnat uchun shovqin 30 dB.dan past, ko'pchilik korxonalarda 55 dB. dan yuqori bo'lmasligi kerak. Q/x da mexanizasiya darajasining oshishi bilan shovqin ham ko'paydi. M: MTZ - 50 traktori 5 m. masofada 80 - 90 dB, KTU - 10 bilan birga 100 dB.dan oshadi. Chorva binolarida ventilyatorlar ham kuchli shovqin chiqaradi. M: SCh - 70 ventilyator 5m. masofada 85 dB shovqin hosil qiladi. Katta shovqinlar ko'plab jonivorlarning to'planishida ham yuzaga keladi. M: parrandachilik fermalarida 95 dB.gacha. normadagi shovqin foydali hamdir, chunki juda sukunatda odam hatto o'zining yurak urishini ham eshitishi mumkin (kosmonavtlar). 110 dB shovqin vaqtincha eshitishni 10 - 15 % pasaytiradi.

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

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

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

Baliqlar - ularning chiqaradigan tovushi asosan tanasining u darajada silliq bo'lmasligi tufayli suzish vaqtida suv bilan ishqalanishidan paydo bo'ladi. Shu bilan birga har bir baliq o'ziga xos tovush chiqaradi. M: stavrida g'ijirlashga o'xshash tovush chiqarsa, lesh xurragga o'xshash, dengiz karasi esa tiqqillashga o'xshash tovushlar chiqaradi. Baliqlar asosan suzuvchi shishiragi yordamida tovush chiqaradi. Uning ichida havosi bor. Buni harakatga keltirish uchun baliqlar yonboshida joylashgan baraban muskullarini ishga soladi.

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

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

Xulosa

Tovush va uning tirik mavjudod uchun ahamiyati albatta juda kattadir. Eng avvalo u aloqa vositasi hisoblanadi. Ayniqsa keyingi vaqtlarda tovush, infrotovush

va ultratovishlar ham diagnostikada, ham davolash maqsadlarida juda keng qo'llanilmoqda. Qishloq xo'jaligining turli sohalarida, jumladan, chorvachilikda bu sohani bilish juda muhimdir. Normadan ortiq bo'lgan tovush qattiqligi qoramollar va parrandalar mahsuldorligini kamaytiradi. Chorva mollari tanasiga dori - darmonlar kiritish ham katta ahamiyatga ega.

Sinov savollari

1. Tovushning fiziologik xossalari nimalar ?
2. Veber - Fexnerning psixofizik qonuni nimani ifodalaydi?
3. Bell va desebellar nimaning o'lchov birligi hisoblanadi?
4. Eshitish sohasi nima?
5. Tibbiyot va veterinariyada tovushdan foydalanish haqida nimalarni bilasiz?
6. Ultratovush va uning amalda qo'llanilishi?
7. Infrotovush va uning ahamiyati.
8. Ultra- va infrotovushlarning tirik organizmga ta'siri va ahamiyati.
9. Shovqin va undan himoyalanish.

3-Mavzu GIDRODINAMIKA ASOSLARI.

REJA.

- 3.1. Ideal suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi. Real suyuqliklar va ularning xossalari. Bernulli tenglamasi.
- 3.2. Yopishqoqlik koeffitsiyenti va uni o'lchash usullari. Viskozimetrlar va ulardan foydalanish.
- 3.3. Yurak va qon tomirlari yopiq biofizik sistema. Yurakning ishi va quvvati. Qon bosimi va uni o'lchashning biofizik mohiyati.

3.1 Ideal suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi. Real suyuqliklar va ularning xossalari. Bernulli tenglamasi.

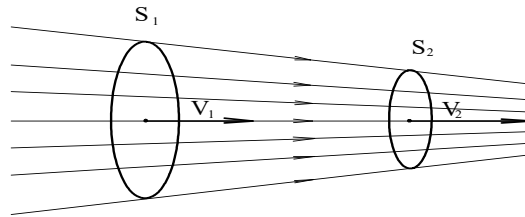
Suyuqliklar qattiq jismlardan farq qilib, suyuqlikni tashkil qilgan zarrachalar bir - biriga nisbatan ancha siljishi mumkin. Agar suyuqlikning tezligi qaralayotgan hajmning har bir nuqtasida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bu suyuqlik harakati barqaror (stasionar) harakat deyiladi.

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

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

T. **Oqim chiziqlari** deb, bu chiziqlarning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma zarrachalar tezligi vektori bilan ustma -ust tushadigan chiziqlarga aytiladi. Stasionar harakatda suyuqlik zarrachalarining trayektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi. Agar suyuqlik zarrachalari harakati (oqim chiziqlari) bir - biriga parallel bo'lsa, bunday oqimga **laminar (qatlamli)** oqim deyiladi. Agar zarrachalar harakati bir - biriga aralashib yuz bersa **turbulent (uyurmali)** oqim deyiladi. Real suyuqlikni siqish mumkin: bosim ortishi bilan uning hajmi kamayib, zichligi ortadi. M: bosim birdan 100 atm.ga ortganda uning zichligi atiga 0,5% o'zgaradi. Demak suyuqlikni siqish juda qiyin. Harakatdagi suyuqlik bosimi odatda o'zgarmas bo'ladi. Real suyuqlik yopishqoqdir. Harakatlanuvchi

suyuqlikda hamma vaqt ichki ishqalanish kuchlari bo‘ladi. Endi ideal suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasini chiqaramiz. Oqim nayida ikkita ko‘ndalang kesim olaylik, S_1 va S_2 . Bulara suyuqlik tezliklari V_1 va V_2 . Δt - vaqt oralig‘ida bu kesimlardan bir xil Δm - massali suyuqlik o‘tadi (rasm). Keng kesimdan o‘tgan suyuqlik hajmi asos S_1



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

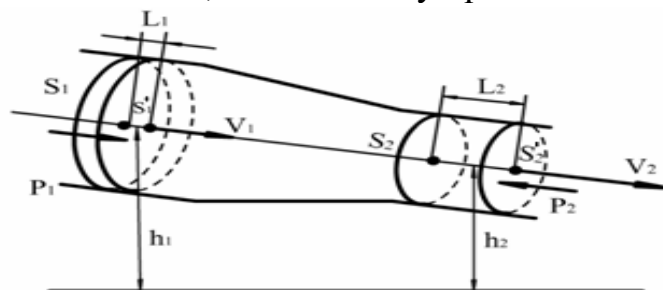
$$S_1 V_1 \Delta t = S_2 V_2 \Delta t \quad (3.1)$$

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

$$SV = \text{const} \quad (3.1')$$

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

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



A ishga teng.

$$E_2 - E_1 = A \quad (3.2)$$

Bu ish S_1 va S_2 orasidagi suyuqlikni Δt vaqt ichida ko‘chirishda bajarilgan ishga teng. m massali suyuqlikni S_1 dan S_2 gacha ko‘chirishda $\ell_1 = v_1 \Delta t$ masofa o‘tga, S_2 dan S'_2 gacha esa $\ell_2 = V_2 \Delta t$ masofa o‘tadi. ℓ_1 va ℓ_2 lar juda kichik bo‘lgani uchun

$$A = F_1 \ell_1 + F_2 \ell_2 \quad (3.3)$$

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

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \quad E_2 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \quad (3.4)$$

(2) va (3) ga asosan

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

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

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

Demak oxirgi ifodani Δv ga bo'lsak

$$\frac{\rho V_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad (3.5)$$

Kesim ixtiyoriy tanlangani uchun

$$\frac{\rho V^2}{2} + \rho g h + P = \text{const} \quad (3.5)$$

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

- dinamik bosim.

3.2. Yopishqoqlik koeffitsiyenti va uni o'lchash usullari. Viskozimetrlar va ulardan foydalanish.

Yopishqoqlik deb real suyuqliklar bir qatlamining boshqa qatlamga to'sqinlik qilish qobiliyatiga aytiladi. Bir qatlamning ikkinchi qatlamga nisbatan harakatida sirtga urinma yo'nalgan ichki kuchlar yuzaga keladi. Bu kuchlar qatlamlar tegib turgan yuzaga va tezlik gradiyentiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$F = \eta \left| \frac{\Delta V}{\Delta X} \right| \cdot S \quad (3.6)$$

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

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8 \eta \ell} \quad (3.7)$$

Bund r - nay radiusi. (7) ifoda yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim lominar bo'lishi kerak. Turbulent oqim uchun Puazeyl formulasi o'rinli emas. Odatdagi hollarda oqim lominar bo'lishi uchun nay diametri kichik bo'lishi zarur. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik **kinematik yopishqoqlikdir**

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (3.8)$$

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

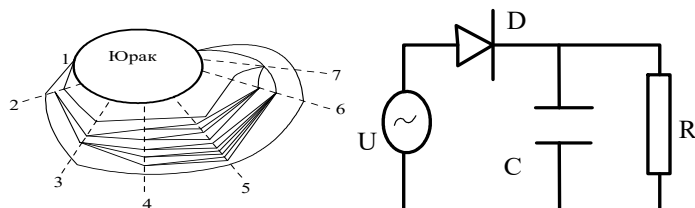
$$\vartheta = \vartheta_o \frac{\tau}{\tau_o} \quad (3.9)$$

ifoda orqali hisoblanadi. Bunda ϑ va ϑ_o mos ravishda noma'lum va etalon suyuqliklar kinematik yopishqoqligi, τ va τ_o lar esa bu suyuqliklar uchun oqib o'tish vaqti, (3.9) ifoda yordamida kinematik yopishqoqlik aniqlanadi. Ko'pchilik viskozimetrlarda etalon suyuqlik sifatida suv olinadi va uning oqib o'tish vaqti va kinematik yopishqoqligi viskozimetr doimiysi sifatida beriladi. Shu sababli faqat noma'lum suyuqlik oqib o'tish vaqtini aniqlash bilan yopishqoqlikni o'lchash mumkin. Molekulalar harakati temperaturadan bog'liq ekan, u holda yopishqoqlik ham temperaturadan bog'liqdir. Suyuqliklar uchun yopishqoqlik temperatura oshsa kamayadi. Qonning yopishqoqligi 37°C da $4 \cdot 10^{-3}$ Pa.s ga teng. Qonning oqish tezligi kichik bo'lganligi uchun uni lominar oqim deb olish mumkin. Qon molekulalari va arteriya devorlari orasida ishqalanish tufayli arteriya chetlarida oqim nolga teng. Arteriya markazida tezlik eng katta bo'ladi. Demak arteriya devorlari oldida bosim katta va tezlik kichik bo'lganligi uchun qon to'qimalari arteriya markaziga itariladi. Agarda biror sababga ko'ra arteriya devorlari qalinlashsa kukrak qafasida og'rik paydo bo'ladi. Buning natijasida arterioskliroz yuzaga kelishi mumkin. Bundan qutilish uchun organizmga nitroglicerini yuborish kerak. Yuqorida aytilganidek haroratning o'zgarishi qon yopishqoqligining ham o'zgarishiga olib keladi. Boshqacha aytganda harorat oshsa qonning yopishqoqligi kamayadi, lominar oqim turbulent oqimga o'tadi va qon harakat tezligi oshadi. Lominar oqim oddiy bo'lib tezlik kichik bo'lganda yuz beradi. Agarda tezlik oshsa oqim turbulent holatga o'tadi. bu o'tish chegarasi o'lchamsiz kattalik Reynold soni orqali aniqlanadi.

$$R_e = \frac{DV\rho}{\eta} \quad (3.10)$$

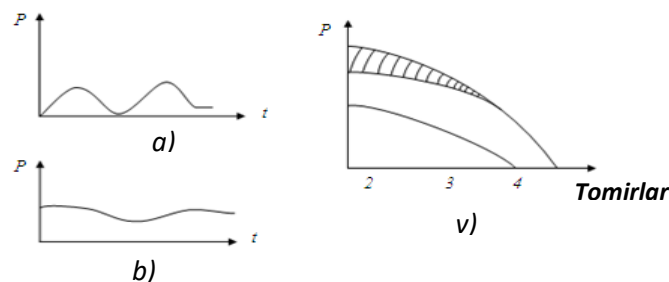
Bunda D - truba diametri, ρ - suyuqlik zichligi, agarda bu son 2000 dan kichik bo'lsa truba orqali oqim lominar, bundan katta bo'lsa turbulent oqim bo'ladi. Arteriyada qon oqimi uchun bu sonning qiymati 800 ga teng, demak Reynold soni 800 dan katta bo'lsa organizmda patologik o'zgarishlar yuz beradi.

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



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

Yurakni kuchlanish manbai U deb olsak, yurak klapani D diod rolini o'ynaydi, ya'ni bir tomonga ochiladi xolos. Kondensator yarim davr ichida zaryadlanadi, yarim davr ichida esa R orqali razryadlanadi. Kondensatorning roli qon bosimining tebranishlarini tekislashdir. Qon tomirlarini tarmoqlangan naychalar sifatida olish mumkin. Suratda 1-2 aorta, 2-3 arteriyalar, 3-4 arteriolalar, 4-5 kopelyarlar, 5-6 venulalar, 6-7 venalardan iborat. Yurak muskullarining qisqarishida (**sistolada**) qon yurakdan aortaga va undan tarqalib ketuvchi arteriyalarga siqib chiqarila boshlaydi. Agar bu tomirlar devorlari qattiq bo'lganda edi, qonning yurakdan chiqish paytida vujudga kelgan bosim tovush tezligida qismlarga uzatilgan bo'lar edi. Qon tomirlari elastik bo'lgani uchun sistola paytida yurak itarib chiqarayotgan qon aorta, arteriya va arteriolalar cho'ziladi. Bunda katta qon tomirlari sistola paytida markazdan chetdagi qismlarga oqib boradigan qonga nisbatan ko'p qonni qabul qiladi. Odamning sistolik bosimi normada taxminan 16 kPa.ga teng. Yurakning bo'shashi (**diastola**) paytida cho'zilgan qon tomirlari pasayadi (bo'shaladi), yurakning qon orqali ularga uzatgan potensial energiyasi qonning oqishidagi kinetik energiyaga aylanib diastolik bosimni taxminan 11 kPa. atrofida tutib turishga madad beradi. Sistolalar yuz berishi davrida qonning chap qorinchadan itarilib chiqarilishi tufayli yuzaga kelgan va aorta hamda arteriyalar orqali tarqaluvchi yuqori bosimli to'lqinga puls to'lqini deyiladi. Puls to'lqini 5 - 10 m/s, bu esa (0,3 s da 1,5 - 3 m) sistola davrida yurakdan qo'l va oyoqlargagacha bo'lgan masofadan kattadir. Bu shuni bildiradiki, puls to'lqini fronti qo'l va oyoqlarning oxirgi nuqtalariga aortada bosimning pasayishidan oldin yetib boradi. Ammo qonning tezligi 0,3 - 0,5 m/s, puls to'lqini tezligidan kichikdir. Rasmda yurak atrofidagi , ya'ni aortadagi (a) va arteriolalardagi (b) o'zgarish ko'rsatilgan. Ikkinchi grafikda bosimning o'rtacha qiymatining va qon oqimi tezligining qon harakatlanuvchi tomirlar turiga bog'liq holda o'zgarishi ko'rsatilgan.



Qon bosimining qon tomirlaridagi qiymatlarini ko'rsatuvchi chizmalar.

2-arteriyalar, 3-kopelyarlar, 4-venalar. Shtrixlangan soha bosim tebranishiga mos keladi (puls to'lqini).

3.3. Yurak va qon tomirlari yopiq biofizik sistema. Yurakning ishi va quvvati. Qon bosimi va uni o'lchashning biofizik mohiyati.

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

$$A = F \cdot \ell = PSl = PV_3 \quad (3.11)$$

Bu hajmdagi qonga kinetik energiya berish uchun

$$A_2 = \frac{mv^2}{2} = \frac{\rho V v^2}{2} \quad (3.12)$$

ish bajariladi. To'la ish

$$A = A_1 + A_2 = PV_3 + \frac{\rho V_3 v^2}{2} \quad (3.13)$$

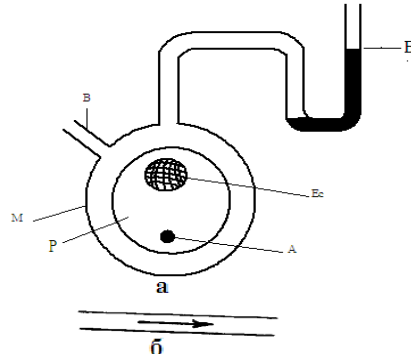
o'ng qorincha bajargan ish chap qorincha bajargan ishning 0,2 qismiga teng deb qabul qilinishi tufayli yurakning bir marta qisqarishida bajargan to'la ish

$$A = A_1 + 0,2A = 1,2(PV_3 + \frac{\rho V_3 v^2}{2}) \quad (3.14)$$

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

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

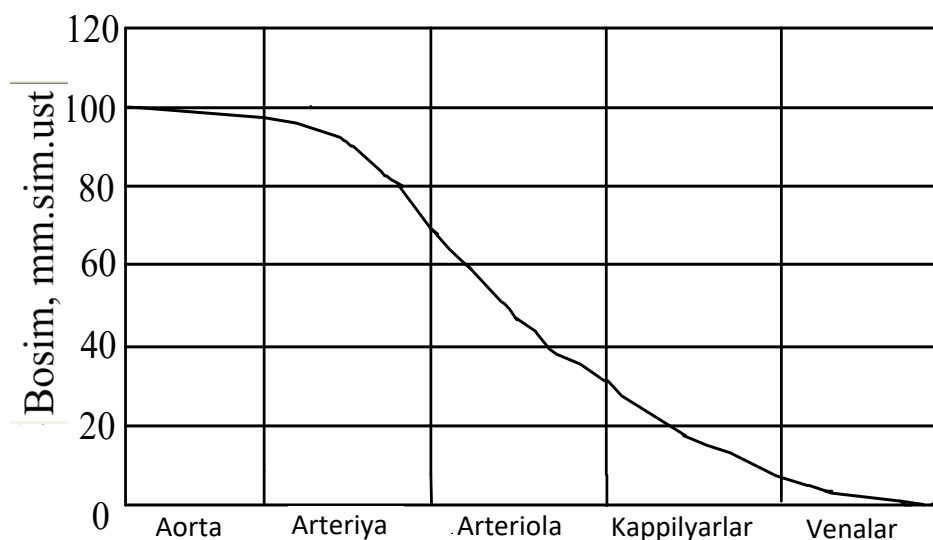
Arteriyalarning birortasidagi sistolik va diastolik bosimlar to'g'ridan-to'g'ri manometrlarga ulangan igna yordamida o'lchanishi mumkin. Tibbiyotda esa Korotkov taklif qilgan qonsiz usuldan keng foydalaniladi. M-manjet



Qon bosimini o'lchash

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

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



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

Xulosa

Qon va qon zardobi yopishqoqligini o'lchash yo'li bilan tirik organizmda bo'layotgan ko'plab jarayonlar haqida ma'lumotga ega bo'lish mumkin. Yurak ishi va quvvati, qon bosimi bu kundalik hayot uchun zaruriy faktorlardir. Ularni aniqlash va baholash muhim masala hisoblanadi. Ko'chish hodisalarni bilish tirk organizmda va atrof muhitda bo'layotgan jarayonlarni to'liq tushinish uchun muhim hisoblanadi. Tirik organizmda ovqatning hazm bo'lib energiyaga aylanishi, organizmni kislorod bilan ta'minlash diffuziya tufaylidir. Issiqlik mahsuldorlikni aniqlash, uni doimiy saqlash, chorva mollari samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Molxona va parrandaxonalarda haroratni doimiy saqlash, ularni shamollatib turish ham juda muhim masala hisoblanadi.

Sinov savollari

1. Suyuqliklarda qanday oqim turlari mavjud?
2. Ideal va real suyuqliklar nima?
3. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari fizik mohiyati nima?
4. Yopishqoqlik koeffitsiyenti va uni o'lchashning ahamiyati nimadan iborat?
5. Viskozimetrlar nima?
6. Qon tomirlari elastiklik xususiyatining mohiyati nimadan iborat?
7. Yurak ishi va quvvati.
8. Sistola va diastila nima?

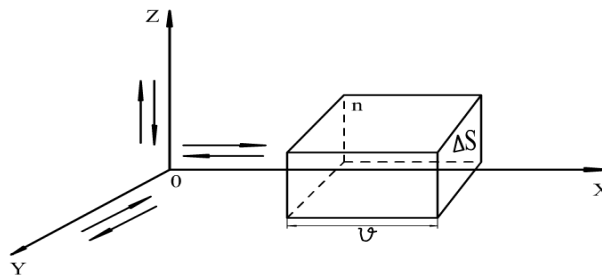
4-Mavzu: KO'CHISH HODISALARI. TERMODINAMIKA ASOSLARI.

Reja

- 4.1. Ko'chish hodisasining fizik mohiyati va uning turlari. Chorvachilik binolarida konveksion oqim.
- 4.2. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
- 4.3. Termodinamik jarayonlar va sistemalar. Biologik sistemalarda energiyaning saqlanish qonuni. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni.
- 4.4. Veterinariyada termodinamik usullardan foydalanish.

4.1. Ko'chish hodisasining fizik mohiyati va uning turlari. Chorvachilik binolarida konveksion oqim.

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



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

$$n = \frac{1}{6} n_0 \Delta S \cdot g \cdot t \quad (4.1)$$

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

$$n\xi = \frac{1}{6} (n_0 \xi) \Delta S^1 \cdot g \cdot t \quad (4.2)$$

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

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

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

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

yoki

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

gradient – lotinchadan – qadamlovchi, odimlovchi demakdir. U holda

$$\Delta(n\xi) = -\frac{1}{3} \lambda \cdot g \frac{\Delta(n_0\xi)}{\Delta x} \Delta S \cdot \Delta t \quad (4.3)$$

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

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

4.2.Fik, Fure va Nyuton qonunlari.Diffuziya. Biror gaz ichiga ikkinchisini joylashtiraylik. Ikkinchi gaz konsentrasiyasi va zichligi biror o'q bo'ylab o'zgarsin. U holda

$$\frac{d\rho}{dx} \neq 0 \quad (4.4)$$

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

$$\Delta M = \frac{1}{3} g \lambda \cdot \frac{d\rho}{dx} S \cdot \rho t \quad (4.5)$$

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

$$M = D \frac{d\rho}{dx} \cdot S \cdot \Delta t \quad (4.6)$$

Bunda

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

Diffuziya koeffisienti deyiladi. (5¹) da $S = 1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ s}$. $\frac{d\rho}{dx} = -1 \text{ kg} / \text{m}^4$ desak, $M = D$, ya'ni diffuziya koeffisienti son jihatidan zichlik gradiyenti $1 \text{ kg} / \text{m}^4$ bo'lganda 1 m^2 yuzadan 1 s , da ko'chib o'tgan massaga teng ekan. D (m^2/s) da o'lchanadi $\lambda - \frac{1}{9}$,

$g - \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ bo'lgani uchun diffuziya koeffisienti gazning sorti (μ) va uning holatlaridan (R va T) bog'liq bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Ko'chishning asosiy tenglamasi (3) dan foydalanib $n\xi$ - o'rniga uzatilgan issiqlik miqdori Q . $n_0\xi$ - o'rniga hajm birligidagi

malekulalarning kinetik energiyasi $E_k = \frac{i}{2}nkT$ ni qo'yamiz. $n\xi$ - molekulalarning konsentrasiyasi. U holda

$$Q = \frac{1}{3}g \cdot \lambda \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2}nkT \right) S \Delta t \quad \text{yoki} \quad Q = \frac{1}{3}g \cdot \lambda \cdot \frac{i}{z} nK \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (4.7)$$

$\frac{i}{2}nK = \frac{i}{2} \frac{R}{N_A} \cdot \frac{9}{m_0} = \frac{i}{2M} R \rho = \xi \rho$ ekanini e'tiborga olsak, issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$Q = -\frac{1}{3}g \cdot \lambda CS \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (4.8)$$

$\chi = \frac{1}{3}g \cdot \lambda C_v \rho$ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. U holda

$$Q = \chi \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (4.9)$$

Bu **Furye tenglamasi**. Demak uzatilgan issiqlik miqdori issiqlikning o'tgan vaqtiga yuzaga temperatura gradiyentiga va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiga proporsional ekan. Furye tenglamasi nafaqat gazlar balki suyuqlik va qattiq jismlar uchun ham o'rinlidir. Furye tenglamasida $S=1\text{m}^2$, $\Delta t = 1\text{s}$, $\frac{dT}{dx} = 1\text{C} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{m}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{m}}$ desak $Q = \chi$ ya'ni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti son jihatidan temperatura gradiyenti 1 grad/m bo'lganda 1 m² yuzadan 1 s da ko'chib o'tgan issiqlik miqdoriga tengdir. χ j/m.s.grad. larda o'lchanadi.

Ichki ishqalanish. Ko'chish formulasi (3)da $n\xi = F\Delta t$ va $n_0\xi = \rho v$ hajm birligidagi molekulalarning harakati tufayli paydo bo'lgan impuls. U holda ko'chish tenglamasi

$$F \cdot \Delta t = \frac{1}{3}g \cdot \lambda \frac{d(\rho v)}{dx} S \cdot dt \quad \text{yoki} \quad F = \frac{1}{3}g \lambda \rho \frac{dv}{dx} \cdot S \quad (4.10)$$

Ichki ishqalanish kuchi Nyuton formulasiga binoan aniqlanadi. ya'ni

$$F = n \frac{dv}{dx} \cdot S \quad (4.10^1)$$

(4.10) va (4.10¹) solishtirsak

$$n = \frac{1}{3}g \cdot \lambda \cdot \rho \quad (4.11)$$

n - yopishqoqlik koeffitsienti. (4.11) da $S = 1\text{m}^2$, $\frac{dv}{dx} = 1\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ deb olsak $F = n$ bo'ladi, ya'ni yopishqoqlik koeffitsienti son jihatidan tezlik gradiyenti 1s⁻¹ bo'lganda parallel harakatlanuvchi qatlamlarning 1 m² yuzaga ta'sir qiluvchi ichki ishqalanish kuchiga tengdir. n (kg/m.s) larda o'lchanadi. $n.d.\chi$ orasida quyidagicha bog'lanish bor.

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

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

Biologik sistemalarda ko'chish xodisasi muhim rol o'ynaydi. Kislorod musqul mitaxandriyasiga atrof havodan asosan diffuziya tufayli borib yetadi (-

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

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

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

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r} \quad (4.12)$$

Suvdagi mayda molekulalar uchun $D \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ -

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

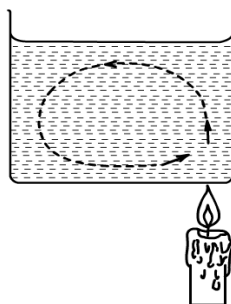
Biologik parda orqali turli xil birikmalar o'rtasida, uncha katta bo'lmagan amainakislota molekulalari va monosaxaridlar ko'plab hujayra pardalari orqali oddiy diffuziya yo'li bilan o'ta olmaydi. Fiziologik sharoitlarda ba'zi moddalar (suv, siydik) xujayraga tirqishlar orqali erkin diffuziya tufayli o'tadi. Ichakda yog'larning yutilishi kuchli lipofilligi tufayli ro'y beradi. Hujayrada erkin diffuziyaning tezlashuvi ko'chish sirtining oshishi hisobiga bo'ladi. Masalan: ingichka ichak epitelesi ko'plab qatlamlardan tashkil topgan bo'lib, ular sitoplazma pardasi sirtida kichik tuklar hosil qiladi. Organizmda diffuziyalanuvchi moddalar konsentrasiyasining gradiyenti bo'lishi asosan qon va limfo orqali olib o'tilgan moddalarning chiqarilishi tufayli yuz beradi. Masalan: 100g. miya moddasi 1 minutda 10ml kislorod yutadi, bu esa yurakga nisbatan 10 marta ko'p.

Endi tirak organizmlarda **issiqlik almashinishi** jarayonlarini qaraymiz. Parrandalar va sut emizuvchilar atrof muhit harorati o'zgarsa ham tana haroratini doimiy saqlab turadi. Buning uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: issiqlik yo'qotish, issiqlik mahsuldorligiga teng bo'lishi kerak. Hayvon ichida yuzaga kelgan issiqlik teriga qisman to'qimalar orqali atrof muhitga chiqariladi. Issiqlik almashinish jarayoniga quyidagi tashqi faktorlar ta'sir ko'rsatadi: havo harorati, konveksiya, nurlanish va boshqalar. Havo uchun issiqlik o'tkazish koeffisienti

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

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

Molxonalarda tashqi temperatura – 25°C bo‘lganda ichkarida harorat 10°C, namlik maksimal 85%, minemal 40% bo‘lishi kerak. Agar harorat pasaysa va namlik oshsa, u holda sigirlar suti 30-40%, semirish darajasi 40-50% gacha kamayadi. Qish vaqtida havo almashtirilib turilishi kerak. 100 kg massaga 17 m³/soat bo‘lishi kerak. Shamol tezligi uncha katta bo‘lmasligi kerak, ya’ni 0,5 m/s dan 1 m/s gacha, tovuqxonalarda esa 1 kg og‘irlik uchun 0,7 m³/soat havo almashtirish zarur. Sur’atda suv to‘ldirilgan menzurkada konveksiya ko‘rsatilgan.



Konveksion oqimni ifodalovchi chizma

Konveksiya atmosfera va okeanda issiqlik almashinishida muhim mexanizm hisoblanadi.

4.3. Termodinamik jarayonlar va sistemalar. Biologik sistemalarda energiyani saqlash qonuni. Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni.

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

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

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

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

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

Biologik sistemalar ochiq sistemaga kiradi, chunki tashqi muhitdan qabul qilingan mahsulot hisobiga organizm rivojlanadi va yashaydi, ya'ni modda almashinuvi doimo yuz berib turadi. Umuman tirik organizm stasionar holatda bo'lmaydigan rivojlanuvchi sistemadir. Ammo odatda kichik vaqt oralig'ida biologik sistemalar holatini stasionar holat deb olish mumkin. Stasionar holatda bo'lganda sistemaning turli qismlaridagi parametrlarning qiymatlari odatda bir biridan farq qiladi: odam tanasining turli qismlari temperaturasi, biologik membrananing turli qismlaridagi diffuziyalanuvchi molekular konsentratsiyasi va hokozolar. Shunday qilib, sistema ayrim parametrlarining gradiyenti doimiy tutib turiladi shu sababli ximiyaviy reaksiyalar o'zgarmas tezlik bilan o'tishi mumkin. Har qanday real termodinamik sistema ochiq sistemadir lekin ma'lum vaqt oralig'ida ideal model yopiq sistema deb olish mumkin. Yopiq sistemaning atrofidagi jismlar bilan o'zaro ta'sirini batafsilroq qarab chiqamiz. Issiqlik

jarayonlari uchun energiyaning saqlanish qonuni **termodinamikaning birinchi qonuni** kabi ta'riflanadi. T.Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgarishiga va sistema bajaradigan ishga ketadi.

$$Q = \Delta U + A \quad (5.1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

T.Ishchi modda tomonidan olingan yoki berilgan issiqlik miqdorining issiqlik almashinish jarayonidagi haroratiga nisbati **keltirilgan issiqlik miqdori** deyiladi, ya'ni $\frac{Q}{T}$ Demak kichik sikllar uchun $\oint d\frac{Q}{T} = 0$ (7) ifodani yozish mumkin.

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

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (5.4)$$

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

Bolsman entropiyaning termodinamikaviy ehtimollikning logarifmiga proporsional ekanini aniqlanadi:

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

K – Bolsman doimiysi.

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

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

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

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

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

Ayrim kasalliklar holatlarida biologik sistemalar entropiyasi oshishi mumkin ($dS > 0$) bu stasionar holatning bo'lmashligi tartibsizlikning yo'qligi bilan bog'liq. Masalan: rak kasalliklarida hujayralarning tartibsiz ravishda ko'payib ketishi yuz beradi.

(10) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dS_i}{dt} + \frac{dS_e}{dt} \quad (5.5)$$

stasionar holat uchun esa

$$\frac{dS_i}{dt} = -\frac{dS_e}{dt} \quad (S = const \frac{dS}{dt} = 0) \quad (5.6)$$

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

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

4.4.Veterinariyada termodinamik usullardan foydalanish.

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

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

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

Agar organizm tashqi muhit sharoitlarining o'zgarishida stasionar holatini saqlash imkoniyatiga ega bo'lmasa, bu holatdan chetlashsa, bu uning o'limiga olib keladi, chunki organizm bu vaziyatga moslasha olmaydi, ya'ni sharoitning o'zgarishiga mos holda nisbatan tezlik bilan stasionar holatga kelolmaydi. Harorat har qanday fizik hodisaning asosini tishkil qiladi. Haroratni to'g'ridan – to'g'ri o'lchab bo'lmaydi. Ikki xil shkala mavjud. Selsiy – boshlang'ich nuqtasi muzning erish nuqtasi 0°C va suvning qaynash nuqtasi 100°C. Xuddi shunday absolyut harorat shkalasi boshlang'ich nuqta 0° .K, ya'ni -273,15°C bitta reper nuqtaga ega. Harorat termometrlar yordamida o'lchanadi. (simobli va spirtli) past harorat medisinada konservasiya (kriogen) uchun ishlatiladi. Anistaziya xossasiga ega bo'lgan sovuq yordamida asab kasalliklariga tegishli bo'lgan odam bosh miyasidagi ayrim hujayralar yadrosini yo'q qilishda ishlatiladi. Masalan: parkinsonizm, mikroxirurgiyada nam to'qimalarning sovuq metallga asboblarga yopishib qolishidan bu to'qimalarning boshqa joyga ko'chirishda foydalaniladi. Kirioterasiya, kirioxirurgiya va shu kabi yangi terminlar yuzaga kelmoqda.

Sinov savollari

- 1.Kuchish hodisasining qanaqa turlarini bilasiz?
- 2.Fik, Furiye va Nyuton qonunlarini tushuntiring.
- 3.Biologik sistemalar: o'pka, qon tomirlari, oshqozon, ichak va teri qatlamlarida ko'chish hodisasi qanday ro'y beradi?
- 4.Tirik organizmda issiqlik almashish jarayoni qanday ro'y beradi?
- 5.Ko'chish hodisasi tirik organizm uchun qanday ahamiyatga ega?
- 6.Molxona va parrandaxonalarda namlik va harorat qanday bo'lishi kerak?
7. Biologik sistemalarda energiyaning saqlanish qonuni.
8. Ichki energiya nima?
- 9.Termodinamikaning ikkinchi qonuni?
10. Tirik organizm ochiq termodinamik sistema

5-Mavzu: ELEKTR HODISALAR.

REJA:

5.1. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar. Moddallarning elektr xossalari. To'qimalar kirituvchanligining organizm holatiga bog'liq ravishda o'zgarishi va undan diagnostika maqsadida foydalanish.

5.2. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar va ularning tirik organizm tarkibidagi hujayralar funksiyasidagi ahamiyati. Elektr maydondan veterinariya terapiyasida foydalanish. (Franklin nazariyasi)

5.3. Tirik organizmga elektr tokining ta'siri. Xronaksiya, reobaza. Elektroforez yordamida dori moddalarini organizmga yuborish.

5.4. Biopotensiallar, ularni o'lchash va hosil bo'lish mexanizmi. Elektrokardiografiya, uni qayd qilish usullari.

Tayanch iboralar: xronaksiya, riobaza, elektroforez, galvanizasiya, biopotensiallar, elektroliz, tok zichligi, kimyoviy ekvivalent, elektrokimyoviy ekvivalent, galvanoplastika, yarim o'tkazgich, dielektrik, ekvipotensial

5.1. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar. Moddallarning elektr xossalari. To'qimalar kirituvchanligining organizm holatiga bog'liq ravishda o'zgarishi va undan diagnostika maqsadida foydalanish.

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

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

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

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

N

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

i=1

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

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (6.1) \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m elektr doimiysi

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

KUCHLANGANLIK - maydonning berilgan nuqtasiga qo'yilgan nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuchning shu zaryadga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$E = \frac{F}{q} \quad (6.2)$$

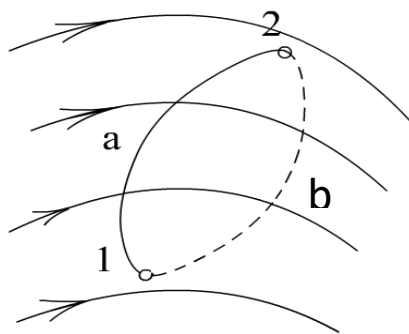
Kuchlanganlik vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi berilgan nuqtada joylashgan nuqtaviy musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuch yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Kuchlanganlik grafik usulda kuch chiziqlar yordamida tasvirlanadi.

KUCH CHIZIQLARI –uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma kuchlanganlik vektori bilan mos keladigan xayoliy chiziqqa aytiladi. Maydon chiziqlari parallel va bir xil uzoqlikda joylashgan bo'lsa bir jinsli maydon bo'ladi. Nuqtaviy zaryad kuchlanganligi

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad (6.3)$$

Maydon kuchlanganlik birligi N/Kl yoki V/m

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



Elektr maydonida zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblash chizmasi.

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

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

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

MAYDON POTENSIALI deb potensial energiyaning birlik zaryadga nisbatiga aytiladi.

$$\varphi = \frac{A}{q} \quad (6.5)$$

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

Son jihatidan kuchlarining birlik musbat zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga teng bo'lgan kattalik maydon ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi deyiladi.

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = q \int_1^2 \frac{Ede}{q} = \int_1^2 E_e de \quad (6.6)$$

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

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \quad (6.7)$$

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

$$E = - \frac{d\varphi}{dl} \quad (6.8)$$

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

–E yo'nalishida esa kattalashib borishini ko'rsatadi

E potensialning teskari ishorasi bilan olingan gradiyentiga tengdir:

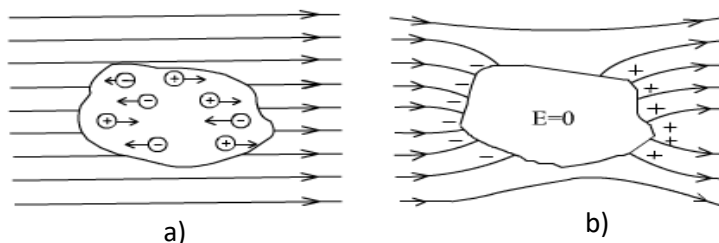
$$E = - \text{grad } \varphi \quad (6.9)$$

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

$$\varphi = \sum \varphi_i = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i} \quad (6.10)$$

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

Agarda o'tkazgich tashqi elektrostatik maydonga joylashtirilsa uning zaryadlariga maydon ta'sir qiladi va ular harakatga keladi. Zaryadlarning ko'chishi toki zaryadlar taqsimotida muvozonat yuzaga kelguncha davom etadi. Bu holda o'tkazgich ichidagi elektrostatik maydon nolga teng bo'ladi. Agar shunday bo'lmaganda edi, tashqi maydon ta'sir qilmasa ham zaryadlar ko'chishi va tok oqishi mumkin bo'lar edi. Demak kuchlanganlik o'tkazgich ichidagi hamma nuqtalarda $E = 0$ (10). O'tkazgich ichida maydonning nolliigi uning hamma nuqtalarida potensial bir xil bo'lishini ko'rsatadi ($\varphi = \text{const}$), ya'ni elektrostatik maydonda o'tkazgich sirti ekvipotensial hisoblanadi. Bu esa maydon kuchlanganligi vektorining o'tkazgich sirtiga normal bo'lishini ko'rsatadi. Agar shunday bo'lmasa zaryadlar maydon ta'sirida harakatga kelar edi.



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

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

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} \quad (6.11)$$

ϵ - o'tkazgichni o'rab turuvchi muhit dielektrik kirituvchanligi. O'tkazgich ichida maydon nol bo'lishiga asoslangan elektrostatik himoya mavjud. Yakkalangan o'tkazgichga berilgan zaryad potensialga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni $q - \varphi$ Agar proporsionallik tenglikka o'tsak, u holda $q = C\varphi$ (6.12) Bunda C- yakkalangan o'tkazgich elektr sig'imi deyiladi. (12) dan

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (6.12) \quad (1\text{Kl}/1\text{V}) = \text{farada (f)}$$

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

Sig'imni oshirish uchun kondensatorlar ishlatiladi.

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} \quad (6.13)$$

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

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

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

Qutblanuvchanlik

$$P = \chi \varepsilon_0 E \quad (6.14)$$

kabi aniqlanadi.

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

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

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

Erkin elektronlar harakati tufayli yuzaga keladigan o'tkazuvchanlikka **elektron o'tkazuvchanlik** deyiladi. Yarim o'tkazgichlar past va normal haroratlarda dielektriklar hisoblanadi. Asosiy material bo'lib Mendeleyev davriy sistemasidagi 3,4,5 guruh elementlari hisoblanadi. Eng ko'p ishlatiladigan germaniy va kremniydir. Sof yarim o'tkazgichda xususiy o'tkazuvchanlik bo'ladi. 4 valentli germaniyga, 5 valentli arsenid qo'shilsa 1 ta elektron ortib qoladi. Bunday aralashmaga **donor (beruvchi)** aralashmalar deyiladi, yarim o'tkazgichlar esa elektron yoki n- tip o'tkazuvchanlik deyiladi. 3 valentli indiy qo'shilsa bitta elektron yetishmaydi. Shuning uchun bunday aralashmalar **akseptor** (qabul qiluvchi) deb, yarim o'tkazgichlar esa teshikli yarim o'tkazgich yoki p – tip yarim o'tkazgich deyiladi.

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

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

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

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

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

5.2. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar va ularning tirik organizm tarkibidagi hujayralar funksiyasidagi ahamiyati. Elektr maydondan veterinariya terapiyasida foydalanish. (Franklin nazariyasi)

Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga **elektrolitlar** deyiladi. Yuqorida aytilgan moddalar suvda eriganda ionlarga dissosialanadi. Elektrolitik dissosiasiya darajasi $L = \frac{n}{n_0}$

Bunda n- dissosiyalangan molekullar soni
n₀ - umumiy molekullar soni

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

$$j = j_+ + j_- = q (n_+ v_+ + n_- v_-) \quad (6.15)$$

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

Elektr maydonida ionga ikkita kuch ta'sir qiladi. $F_e = qE$ va $F_{ish} = 6 \pi \eta r v$ barqaror harakatda $F_e = F_{ish}$ (6.16) yoki $qE = 6 \pi \eta r v$ (6.16¹)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Faradey 1836 y elektroliz qonunlarini aniqladi.

1 qonun. Elektrodga ajralib chiqqan modda massasi eritmadan o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir.

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

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

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

$$Z - \text{valentlik u holda } K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \quad (6.17)$$

2-qonun. Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti uning ximiyaviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir.

(6.16) va (6.17) dan birlashgan qonunni olamiz

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \cdot q = \frac{AJt}{FZ} \quad (6.18)$$

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

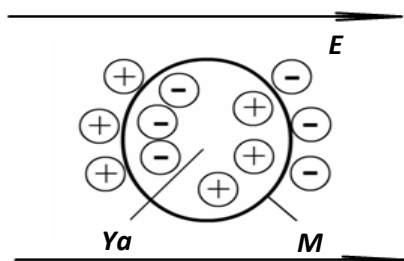
Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganda elektroda 1 kg.ekv. modda ajralib chiqadi.

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

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

5.3. Tirik organizmga elektr tokining ta'siri. Xronaksiya, reobaza. Elektroforez yordamida dori moddalarini organizmga yuborish.

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



Hujayra elektr maydonida. M-membrana, Ya-yadro

M – membrani, Y – yadro.

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

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

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

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

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

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

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

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

5.4. **Biopotensiallar, ularni o'lchash va hosil bo'lish mexanizmi.**

Elektrokardiografiya, uni qayd qilish usullari.

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

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

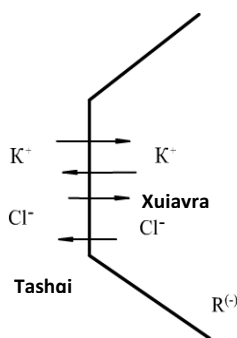
1875 yilda rus fiziologi V.E.Danilevskiy birinchi bo'lib bosh miyaning biopotensialarni aniqladi. Biopotensialarning hosil bo'lishi ancha murakkab masala bo'lib, hozirgacha uning to'liq nazariyasi yo'q. Hozirgi vaqtda 1952 yil Xodjiken, Xakslı, Kachilar nazariyasi ko'p qo'llaniladi.

Shu nazariyasi bilan qisqacha tanishamiz.

Biror to'qimaning potensiali uning tarkibidagi hujayralar potensiallari yig'indisi deb qarash mumkin. U holda xujayra tirik organizmning asosiy struktura elementiga emas, asosiy elektrik elementi hamdir. Hujayra va uni o'rab olgan hujayradan tashqaridagi biologik muhitni, tashqi muhitdan yarim o'tkazgichli hujayra membranasi bilan ajralgan murakkab sistema deb qarash

mumkin. Hujayra ochiq termodinamik sistema bo'lib tashqi muhit bilan uzluksiz energiya, modda va informatsiya almashinadi. Bu almashinuv membranalar orqali amalga oshiriladi. Membrana oddiy holda lipid qatlamidan iboratdir. Lipidlar qatoriga neytral yog'lar efirlar kiradi. Hujayrada lipidlar, oqsil qatlamlari bilan o'rab olingan. Membrana lipid qatlamida diametri 0,7-0,8 nm.li teshiklar mavjud bo'lib, ular orqali suv va boshqa mayda molekulalar o'tadi, katta molekulalar esa o'ta olmaydi. Teshiklar, elektr zaryadiga ega bo'lganligi uchun, hujayraga ma'lum ishorali ionlar o'tishiga imkon beradi va teskari ishorali ionlarning o'tishiga halaqit beradi. Ayniqsa ko'p valentli ionlar o'tishi qiyin bo'ladi, chunki ularning zaryadi katta bo'lgani uchun gidrat qatlami bilan qoplanadi va effektiv diametri oshadi. Turli ionlar o'tkazuvchanligi har xil bo'lgani uchun membrananing turli tomonida ba'zi bir ionlarning nosimmetrik tarqalishini biopotensiallar paydo bo'lishining asosiy sababi deb qarash kerak.

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



Hujayra membranasidan ionlarning o'tishi.

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

$$[K^+]_u \cdot [Cl^-]_u = [K^+]_i \cdot [Cl^-]_i$$

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

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

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

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

To'qima turi	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	Hayvon turi	To'qima	U, mV
Kalmer nervi	0,11	41	0,074	xashorat	kanot muskuli	80-90
Baqa nervi	0,31	44	-	baqa	oyoq muskuli	40-80
Baqa muskuli	0,12	1,2	0,01	ot	nerv	6
Baqa yurak muskuli	0,082	52	-	it	silliqlik muskul	1-3

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

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

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

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

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

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

Diatermiya - hayvon tanasining ichki qismlarini 1-1,5 A tok bilan (1-2 MGs chastota va 100-150 V kuchlanish) isitish usuliga aytiladi. Veterinariyada

diatermiya bronxopnivmaniyalarni, jigar kasalliklarini, jinsiy organlarni davolashda ishlatiladi.

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

Organizm uchun xavfli tok 100 mA (odamlar uchun) hayvonlar uchun ancha farq qiladi. Buzoqlar uchun 200-300- mA, qo'zilar uchun 150-200 mA, cho'chqalar uchun 170-200 mA, qoramollar uchun 220 mA va 30°C da suv va 350 mA - 10°C temperaturada. Qanday tok xavfli ekanligi to'g'risida biror qonuniyat mavjud emas. Hattoki 12 V ham odamni o'ldirishi mumkin, Bir fermada mollarni avtomatik sug'aruvchi qurilmaga elektrodvigateldan bir fazaga tegishi tufayli 93 mol halok bo'lgan. Hattoki 3-4 V kuchlanish sigirning sut berish mahsuldorligini kamaytirib yuboradi. Go'sht kombinatida 0,8-1,2 A tok va 220 V kuchlanish beriladi. Bunda u tok o'chirilgandan so'ng 5-minutgacha o'ziga kelmaydiadi

Xulosa:

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

Sinov savollari:

1. Elektr maydon nima? Maydon kuchlanganligi haqida tushunchalar.
2. Potensiallar farqi, uning o'lchov birligi.
3. Moddalarning elektr xossalari
4. Yarim o'tkazgich va ularning xossalari.
5. Dielektrik kirituvchanlik nimani ko'rsatadi?
6. Tirik organizm dielektrik kirituvchanligining organizm holatiga qarab qanday bog'liq bo'ladi?
7. Termistorlar va ularning qo'llanilish sohalari.
8. Elektrolitlar nima?
9. Elektroliz va uning qonunlari.
10. Tirik organizmga o'zgarimas tokning ta'siri.
11. Elektrofarez nima
12. Uyg'onish tokining ta'sir etish vaqti nima?
13. Biopatsiallar nima? Tinchlik va qo'zg'alish biopatsiallari.
14. Biopatsialarni o'lchash (EKG) usullari.
15. Hujayra biopatsiali nima?.

6-Mavzu: BIOELEKTROMAGNETIZM

REJA:

6.1 Magnit maydoni, uning tabiati va asosiy xarakteristikalar.
Moddalarning magnit xossalari.

6.2. Magnit maydonning tirik organizmga ta'siri.

6.3. Veterinariya terapiyasida magnit maydonning qo'llanilishi
(qoramollar yutgan ferromagnitlarni magnit zond yordamida olishlar).

6.4 Magnitokardiografiya haqida tushuncha. Organizmda hosil bo'lgan
paramagnit moddalar (erkin radikallar) ni aniqlashda magnit maydonidan
foydalanish.

6.1. **Magnit maydoni, uning tabiati va asosiy xarakteristikalar. Moddalarning magnit xossalari.**

Qadim zamonlardan temir birikmasi (FeO . FeO_3) boshqa temir jismlarni
tortishi ma'lum bo'lgan. Erning ham magnit xossalari mavjudligi aniq bo'lgan va
o'tkir uchga qo'yilgan magnit sterjen o'z-o'zidan meridian bo'ylab joylashishi
aniqlangan. Bu kampas Xitoyda bundan 3000 yil ilgari kashf qilingan. Doimiy
magnitlarni 1600 y Gilbert aniqlagan. Ularning ikkita qutbi, ya'ni temir
buyumlarni katta kuch bilan tortuvchi chekka sohalari va ular orasida tortmaydigan
neytral zonalar mavjuddir. Qutblarning biri doim shimolga, ikkinchisi esa janubga
qaragan va shuning uchun shimoliy va janubiy qutblar deyiladi.

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

Magnit maydon materiyaning maxsus turi bo'lib, u orqali harakat-
lanayotgan zaryadlangan zarrachaga boshqa magnit momentga ega bo'lgan jism-
larning o'zaro ta'siri o'rganiladi. Tabiatda magnit zarrachalari yo'q.

Magnitni qancha bo'lsak ham alohida S qutb va alohida N qutb olib

bo'lmaydi. XVIII asrda Daniyalik olim Ersted chaqmoq nazariyasini
o'rganishda, chaqmoq ta'sirida temir buyumlarning magnitlanishi
va kampasning magnitsizlanishini aniqladi. Bu esa magnit va elektr

hodisalar o'zaro bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Ersted simdan tok oqayotganda
uning atrofidagi magnit strelkasining yo'nalishi o'zgarishini aniqladi. Keyinchalik
Fransuz olimi Amper tokli ikki o'tkazgichning o'zaro magnit ta'sirini aniqladi.
Magnit maydonni grafik usulda tasvirlash uchun magnit kuch chiziqlari degan
tushuncha kiritiladi.

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

Demak ikkalasi o'xshash. Shuning uchun 1820 y Amper doimiy magnitning
sababchisi aylanma toklar ekanligi haqidagi gipotezani ilgari surdi. Aylanma toklar
esa elektronlarning o'z o'qi va yadro atrofida aylanishi natijasida hosil bo'ladi.

Magnit maydonni miqdoriy tomondan baholash uchun magnit induksiya vektori degan tushuncha kiritiladi. Bir jismli **magnit maydon induksiyasi** birlik ramkaga ta'sir etuvchi maksimal magnit momentiga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikdir.

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m} \quad (7.1)$$

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

$$B = \mu\mu_0 H \quad (7.2)$$

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

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

Magnit maydoni ham superpozitsiya prinsipiga amal qiladi.

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i \quad (7.3)$$

Magnit induksiya birligi qilib Tesla (tl) qabul qilingan.

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

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

$$d\vec{F} = I [\vec{dl}, \vec{B}]$$

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

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

$$dF = IBdl \sin \alpha \quad (7.4)$$

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

$$dF = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{R} dl \quad (7.5)$$

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

$$F = QVB \sin \alpha \quad (7.6)$$

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

6.2. Magnit maydonning tirik organizmga ta'siri. Tashqi maydonga kiritilgan paramagnitdagi magnit momentlar magnit maydon bo'ylab joylashadi.

Ular uchun $\mu > 1$. Paramagnit moddalarga misol; alyuminiy, O_2 , molebden va boshqalar kiradi.

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

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

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

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

6.3. Veterinariya terapiyasida magnit maydonning qo'llanilishi (qoramollar yutgan ferromagnitlarni magnit zond yordamida olishlar).

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

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

Magnit maydoni yordamida qoramollar yutgan temir buyumlarni oshqozondan olish mumkin.

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

6.4. **Magnitokardiografiya haqida tushuncha. Organizmda hosil bo'lgan paramagnit moddalar (erkin radikallar) ni aniqlashda magnit maydonidan foydalanish.**

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

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

$$g = \frac{U}{Bd} \quad (7.7)$$

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

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

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

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

Sinov savollari:

1. Elektr maydon nima? Maydon kuchlanganligi haqida tushunchalar.
2. Potentsiallar farqi, uning o'lchov birligi.
3. Moddalarning elektr xossalari
4. Yarim o'tkazgich va ularning xossalari.
5. Dielektrik kirituvchanlik nimani ko'rsatadi?
6. Tirik organizm dielektrik kirituvchanligining organizm holatiga qarab qanday bog'liq bo'ladi?
7. Termistorlar va ularning qo'llanilish sohalari.
8. Elektrolitlar nima? Elektroliz va uning qonunlari.
9. Tirik organizmga o'zgarish tokning ta'siri. Elektrofarez nima
10. Uyg'onish tokining ta'sir etish vaqti nima?
11. Biopotentsiallar nima? Tinchlik va qo'zg'alish biopotentsiallari.
12. Biopotentsiallarni o'lchash (EKG) usullari. Hujayra biopotentsiali nima?
13. Magnit maydoni nima? Ersted va Amper tajribalari? Amper qonuni?
14. Tesla nimani ifodalaydi? Magnit kirituvchanlik nima?
15. Moddalar magnit xususiyatiga ko'ra necha xil bo'ladi?

7-Mavzu: OPTIK HODISALAR.

REJA:

- 7.1. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
- 7.2. To'la ichki qaytish hodisasi va undan optik asboblarda foydalanish.
- 7.3. Fotometriya asoslari. Yorug'lik kuchi, Yoritilganlik, Ravshanlik,

7.1. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.

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

Geometrik optikaning to'rtta qonuni mavjud.

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

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad (8.1)$$

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

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

$$n = \frac{C}{V} \quad (8.2)$$

U holda (8.1) ga asosan
$$n_2 = \frac{C}{g_2} \quad n_1 = \frac{C}{g_1}$$

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

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

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

7.2. To'la ichki qaytish hodisasi va undan optik asboblarda foydalanish.

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

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

$i_2 = 90^\circ$ va $\sin i_2 = 1$. u holda
$$\sin i_{1,n} = \frac{n_2}{n_1} \quad (8.4)$$

Agar ikkinchi muhit havo bo'lsa

$$\sin i_{1,n} = \frac{1}{n} \quad (8.4^1)$$

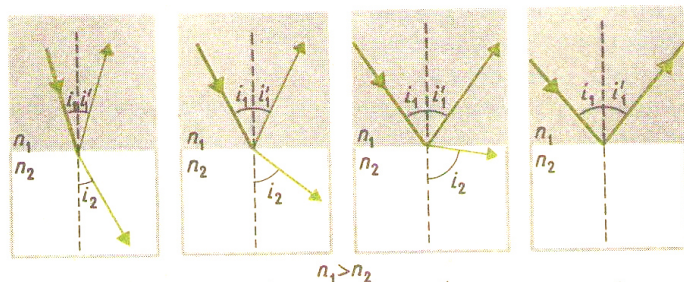
Bu hodisa yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shisha uchun limit burchagi 42° . Shu burchakdan katta bo'lsa to'la ichki qaytish yuz beradi. To'la ichki qaytish hodisasidan ko'plab optik asboblarda foydalaniladi.

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

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

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

2. Abbe refraktometrining



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

Refraktometrlar yordamida moddalar tarkibi, turli mahsulotlar sifatini nazorat qilishda, formasevtikada, oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Qattiq va suyuq moddalar agro va gidrodinamik tadqiqotlari yordamida ularning bir jinsliliigi tekshiriladi.

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

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

7.3. Fotometriya asoslari. Yorug'lik kuchi, Yoritilganlik, Ravshanlik

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

1. Energetik-optik nurlanishni quvvat tomondan xarakterlaydi.
2. Yorug'likning fiziologik ta'siri o'rganiladi.

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

$$\Phi_e = \frac{W}{t} \quad (8.5)$$

Nurlanish oqimi vatt (V_t) larda o'lchanadi.

Birlik yuzadan vaqt birligida o'tuvchi yorug'lik energiyasiga yorug'lik oqimi zichligi deyiladi.

$$M = \frac{\Phi}{S} \quad (8.6)$$

Nurlanish oqimini ko'rish xususiyatini hisobga olgan holda quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\Phi_m = W_\lambda \cdot V_\lambda \quad (8.7)$$

Bunda V_λ – ko'rinuvchanlik koeffitsiyenti.

$$V_\lambda = \frac{W_m}{W_\lambda} \quad (8.8)$$

$\lambda = 0,555$ mkm dagi nurlanish quvvati W_m odam ko'zi shu to'lqin uzunlikdagi nurlanishga (spektrning yashil qismi) eng sezgirdir.

Nuqtaviy yorug'lik manbai deb, o'lchamlari yorug'lik yetib borgan masofaga nisbatan juda kichik bo'lgan manbaga aytiladi. Yorug'lik kuchi deb, nuqtaviy

yorug'lik manbaining birlik fazoviy burchak hosil qiluvchi yorug'lik oqimiga aytiladi.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (8.9)$$

Bunda Ω - fazoviy burchak. Yorug'lik kuchining birligi Vt/sterradian
Fazoning konus sirti bilan chegaralangan qismi fazoviy burchak deyiladi

$$\Omega = \frac{S}{R^2} \quad (8.10)$$

fazoviy burchak o'lchov birligi sterradian.

Butun fazoviy burchak $\frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi = \Omega$

$$\hat{O} = I \cdot \Omega \quad (8.11)$$

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

$$\Phi = I \cdot \Omega \quad (8.12)$$

Bundan yorug'lik oqimi ta'rifi kelib chiqadi.

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

$$1_{LM} = 1_{\text{kandela}} \cdot 1_{\text{ster}} \cdot 1_{\text{m}^2}$$

Sirtlarni yoritishni miqdoriy baholash uchun yoritilganlik tushunchasi kiritilgan.

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

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (8.13)$$

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

u holda

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (8.14)$$

Yoritilganlik o'lchov birligi lyuks.

$$1_{LK} = \frac{1_{LM}}{1_{M^2}}$$

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

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

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

- **Ravshanlik** yoyilgan manbaning sirtidan chiqayotgan yorug'lik kuchiga teng kattaligidir.
$$B = \frac{I}{S_o}$$

Ravshanlik o'lchov birligi nit (nt) dir.

$$1 \text{ nt} = \frac{1 \text{ sham}}{1 \text{ m}^2}$$

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

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

Sinov savollari:

1. Yorug'lik tabiati haqida umumiy ma'lumotlar?
2. Geometrik optika qonunlari?
3. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi?
4. To'la ichki qaytishdan medisina va veterenariyada qo'llanilishi?
5. Refraktometrlar. Ulardan foydalanish?
6. Endoskoplar va ulardan foydalanish?
7. Yoritilganlik va uning o'lchov birligi?
8. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi?
9. Ravshanlik va uning o'lchov birligi?

8-Mavzu:Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.

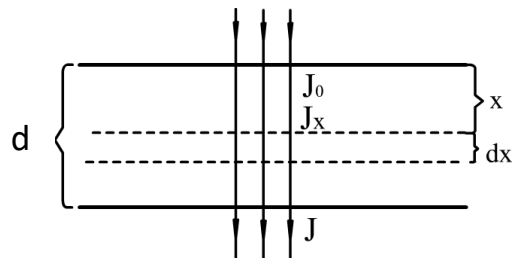
REJA:

- 8.1. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.
- 8.2. Yorug'likning qutblanishi. Polyarimetr va saxarimetrlar.
- 8.3. Quyosh nurining biologik ahamiyati. Ultrabinafsha nurlardan veterinariyada foydalanish. Fotobiologik jarayonlar va ularning tirik mavjudot uchun zarurligi.
- 8.4. Yorug'likning kvant tabiati. Plank formulasi. Ko'rish sistemasining tuzilishi. Fotoeffekt, fotoelement, issiqlik nurlanishi, absolyut qora jism,

8.1. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.

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

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



Yorug'likning yutilish qonunini chiqarish uchun chizma

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (9.1)$$

Bunga **Buger qonuni** deyiladi.

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

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

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

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

$$\text{U holda (1) } I = I_0 e^{-\sigma n x} \quad (9.2)$$

$$\text{yoki } I = I_0 e^{-\chi x} \quad (9.2)$$

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

n – molyar konsentrasiya, χ – yutilishining tabiiy molyar ko'rsatkichi.

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

Laboratoriya amaliyotida ko'p ishlatiladi. χ – yutilishning molyar ko'rsatkichi

$$\tau = \frac{I}{I_0} \quad (9.3)$$

o'tkazish koeffitsienti deyiladi.

$$D = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right) \quad (9.4)$$

eritmaning optik zichligi deyiladi.

Buger – Lamber – Beyer qonuniga asoslanib bo'yalgan eritmalarida modda konsentrasiyasini aniqlashning bir qator fotometrik usullari mavjud (konsentrasyon kolorimetriya).

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

$$I = I_0 e^{-m l} \quad (9.5) \quad m - \text{sochilish ko'rsatkichi.}$$

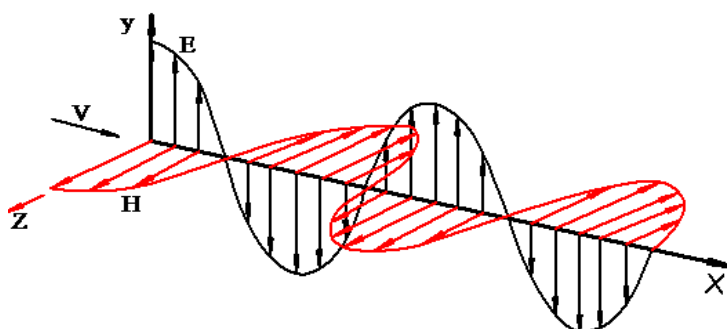
Reley qonuniga binoan sochilgan nur intensivligi to'liq uzunligi to'rtinchi darajasiga teskari proporsionaldir:

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (9.6)$$

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

8.2. Yorug'likning qutblanishi. Polyarimetr va saxarimetrler.

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



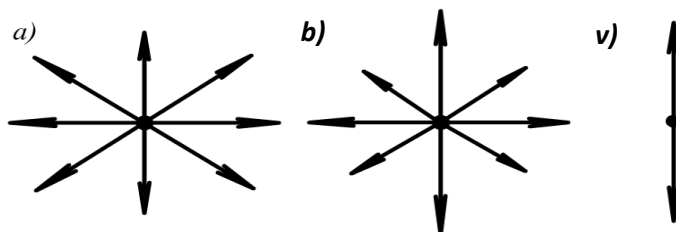
Elektromagnit to'liqlarning tarqalishi.

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

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

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \quad (9.7)$$

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



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

Tabiiy nurni qutblantiruvchi asboblarga **polyarizatorlar (qutblagichlar)** deyiladi. Tabiiy kristallardan turmalin shunday xususiyatga ega kristalning 00' optik o'qiga parallel kesilgan 1 turmalin plastinkasi orqali o'tgan tabiiy nur qutblanadi. Unga perpendikulyar qo'yilgan ikkinchi turmalin plastinkasi bu nurni o'tkazmaydi, har bir kristalda shunday bir yo'nalish bo'ladiki, bu yo'nalishga nisbatan kristal panjaraning atomlari (yoki ionlari) simmetrik joylanadi, bu

yoʻnalish kristalning optik oʻqi deyiladi. Polyarizatoridan tabiiy nurning yarim intensivligi oʻtadi. Polyarizator bursalsa, qutblanish tekisligi buraladi, lekin intensivlik oʻzgarmaydi. Agar tekis qutblangan E_0 amplitudali nur analizatorga tushsa, undan $E = E_0 \cos \varphi$ qismi oʻtadi.

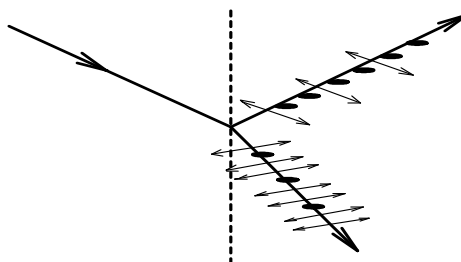
φ - bu polyarizator asosiy oʻqi bilan analizator orasidagi burchak.

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

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (9.8)$$

Bunga **Malyus qonuni** deyiladi.

Ikki dielektrik chegarasidan qaytuvchi tabiiy nur qisman qutblanadi. Qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishlar koʻp boʻlsa, singan nurda tushish tekisligiga parallel nurlar koʻp boʻladi.



Yorugʻlikning qaytish va sinishida qutblanishi: nuqtalar chizmaga tik tebranishlar, chiziqlar chizma tekisligidagi tebranishlar

Agar tushish burchagi i quyidagi shartni qanoatlantirsa, u holda qaytgan nur toʻla qutblanadi.

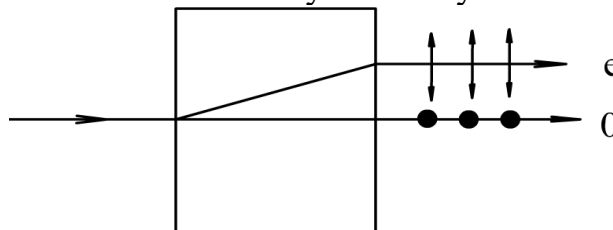
$$\operatorname{tg} i_b = n \quad (9.9)$$

Bu **Bryuster qonuni**.

i_u – Bryuster burchagi deyiladi.

n – nisbiy sindirish koʻrsatkichi.

Baʼzi kristalllarda ikkilanib sinish xususiyati nomoyon boʻladi. Bunda



Yorugʻlikning ikkilanib sinish hodisasi. ye – odatdagimas nurlar, o – odatdagi nurlar, o – uchun sinish qonuni oʻrinli ye – uchun sinish qonuni bajarilmaydi.

e – odatdagimas

o – odatdagi nurlar

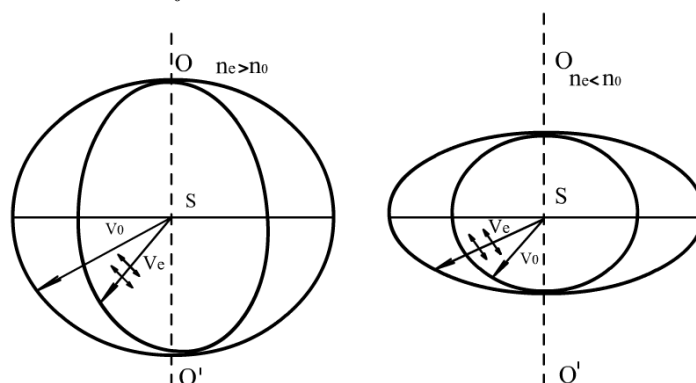
o – uchun sinish qonuni oʻrinli

e – uchun sinish qonuni bajarilmaydi.

o va e nurlarning tarqalishi bir xil boʻlgan oʻqlarga kristalning optik oʻqi deyiladi. Bunday oʻq 1 ta boʻlsa bir oʻqli kristal deyiladi.

M: CaSO_3 , kvars, turmalin va boshqalar. Optik oʻq va nur tushuvchi yoʻnalishdan oʻtuvchi oʻqqa asosiy oʻq deyiladi.

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



Musbat kristall

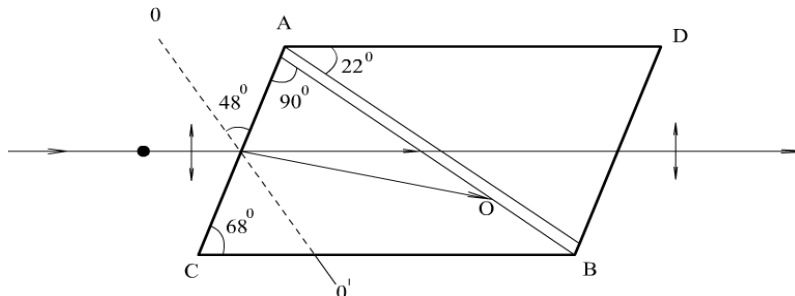
manfiy kristall

Musbat va manfiy kristallar. n_o – oddiy nur uchun sindirish ko'rsatkichi.
 n_o – oddiy nur uchun sindirish ko'rsatkichi.

Island shpati uchun $n_o = 1,6504$ $n_e = 1,4864$.

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

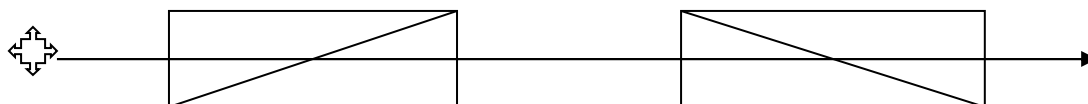
O nur yutiladi. Kvarsda bir marta unga tushgan tekis qutblangan nurning qutblanish tekisligi buraladi.



Nikol prizmasida nurning yo'li.

Bunday moddalarg **optik aktiv moddalar** deyiladi.

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



Polyarizator va analizatorda nurning yo'li.

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

l - optik aktiv moddadagi nurning yo'li.

α_o - aylanish doimiysi (Grad/ mm). ikki xil kvars mavjud, o'ngga (soat strelkasi bo'yicha) va chapga (soat strelkasiga teskari) boruvchi, ikkala holda ham

α bir xilda bo'ladi. Optik aktiv moddalarga toza suyuqliklar (M: skapidar), eritmalar (shakarning suvdagi eritmasi), bug'lar (komfora bug'lar) kiradi. Bular uchun

$$\alpha = [\alpha_o] c \times l \quad (9.10)$$

c – modda konsentrasiyasi.

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

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

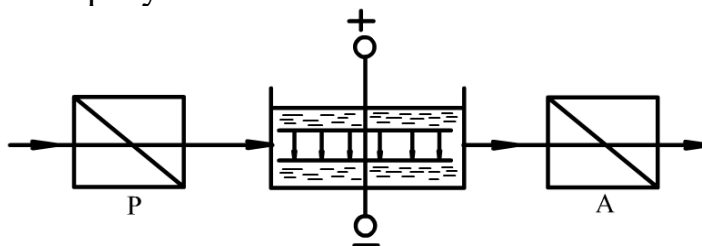
1. Bir tomonlama siqilish va cho'zish (kubik kristallar, shisha va boshqa moddalar.)
2. Elektr maydon yordamida [(Kerr effekti) (amorf jismlar, suyuqliklar, gazlar.)]
3. Magnit maydoni yordamida (suyuqliklar, shisha, kolloidlar).

Bu ta'sirlar natijasida $n_o - n_e = K_1 b$ (deformasiya) optik yo'llar farqi hosil bo'ladi.

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

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

Elektr maydoni holini qaraymiz.



Kerr effektini suyuqlikda ko'rsatuvchi qurilma.

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

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

Bu hodisaga sabab, suyuqlik molekularining turli yo'nalishlar bo'yicha turlicha qutblanishidir. Bu jarayon inersiyasiz 10^{-10} s da yuz beradi. Shuning uchun u ideal yorug'lik zatvori bo'lib xizmat qilishi mumkin. (ovoz yozishda, ovoz

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

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

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

8.3. Quyosh nurining biologik ahamiyati. Ultrabinafsha nurlardan veterinariyada foydalanish. Fotobiologik jarayonlar va ularning tirik mavjudot uchun zarurligi.

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

Odam, hayvon va o'simliklar uchun yorug'lik zarurdir, uning etmasligi organizmning normal faoliyatini buzadi. 0,28 mkm dan qisqa to'lqinli ultrabinafsha nurlar kuchli baktrisid ta'sirga ega. Bundan binolarning havosini tozalash, sutni stirlizasiya qilish va h.k larda ishlatiladi. Bu nur kvars lampalar yordamida hosil qilinadi. Erga etib keladigan quyosh nurlarida 0,29 mkm dan qisqa to'lqinli nurlar bo'lmaydi, chunki bu nurlarni atmosferaning yuqori qatlamlari (12-50 km) ozan (0,3) batamom yutib qoladi.

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

mayda qushlar va hayvonlardan kelayotgan zaif issiqlik nurlanishlarni ham tutib oladi va ularning turgan joylarini aniqlaydi. Shuning uchun qorong'ida ham ilon o'z o'ljasiga aniq tashalanadi. 1 yilda quyosh nuri ta'sirida 450 milliard t. Organik modda hosil bo'ladi.

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

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

- Jismning **nur chiqarish qobiliyati** Re deb (uni ba'zan energetik yorqinlik deyiladi), jism sirtining 1 sek da chiqaradigan energiya kattaligiga aytiladi ($\text{J} / \text{m}^2\text{s}$).

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

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

$$Re = \sigma T^4 \quad (10.1)$$

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

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

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

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

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

Yer yuzasida asosiy issiqlik nurlanishi va ko'rinadigan nurlar manbai quyosh hisoblanadi. Yer sirtida quyosh nurlanishi intensivligi 1382 Wt/m^2 , bunga quyosh doimiysi deyiladi. Yer shari quyoshdan bir yilda $3,84 \cdot 10^{24} \text{ J}$ energiya oladi. Bu esa insoniyatning boshqa manbalaridan oladigan energiyasidan ancha ko'pdir. (BMT ning xabarlariga ko'ra 1975 yil barcha tur ishlab chiqilgan energiyalar miqdori $2,1 \cdot 10^{20} \text{ J}$ ga teng).

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

Yer atmosferasi yuqori chegarasida quyosh nurlanishining intensivligi $8,4 \cdot 10^4 \frac{\text{K}}{\text{m}^2}$ ga yaqin, yer sirtiga 25 foizi yetib keladi.

8.4. Yorug'likning kvant tabiati. Plank formulasi. Ko'rish sistemasining tuzilishi. Fotoeffekt, fotoelement, issiqlik nurlanishi, absolyut qora jism

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

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

$$Y_e = h \nu \quad h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} - \text{Plank doimiysi.} \quad (10.2)$$

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

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

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

$$m = \frac{h\nu}{c^2} \quad (10.3)$$

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

Bu bosim

$$P = \frac{h\nu}{c} N(1 + \rho) \quad (10.4)$$

ifoda orqali aniqlanishi kerak. bunda ρ – qaytarish koeffitsiyenti.

N – 1 sekundda tushuvchi fotonlar soni.

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

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

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

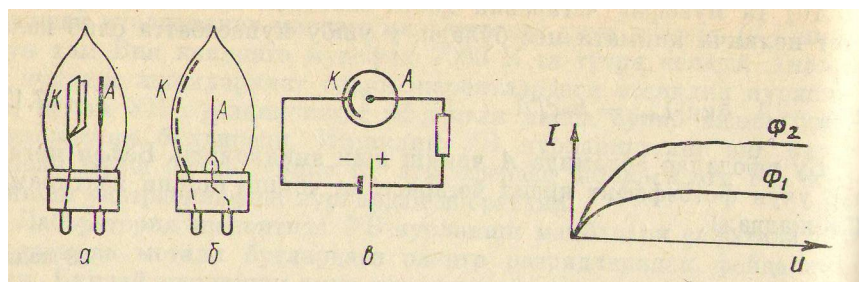
1. Agarda yorug'lik ta'sirida elektronlar metaldan tashqariga chiqsa, tashqi fotoeffekt.

2. Agarda elektronlar metaldan chiqmasdan erkin holatiga o'tsa ichki fotoeffekt bo'ladi.

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

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

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



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

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

Metallarda tashqi fotoeffekt uchta jarayondan iborat.

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

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

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \quad (10.6)$$

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

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

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

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

$$I = kF \quad (10.7)$$

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

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

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

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

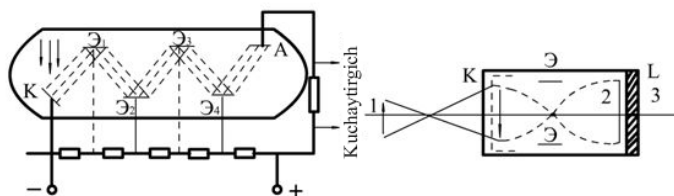
Fotoqarshiliklar spektrning infraqizil sohalarida ham (3 - 4 mkm) o'lchash olib borishga imkon beradi. Ularning o'lchami kichik, lekin kamchiligi – inersiyali bo'lganligi uchun tez o'tuvchi jarayonlarda qo'llab bo'lmaydi.

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

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

Fotoeffekt hodisasi asosida ishlaydigan asboblarda fotoelementlar deb ataladi. Fotoelementlar anod va katoddan iborat bo'lib asosiy xarakteristikasi sezgirligi, ya'ni tushgan yorug'lik oqimi ta'sirida paydo bo'ladigan fototok kuchining (I) oqimga (Φ) nisbatidir: $\frac{I}{\Phi}$. Uning birligi esa $\frac{mA}{\mu M}$ o'lchanadi.

Vakuum fotoelement sezgirligi $\sim 100 \text{ mkA/lm}$ atrofida bo'ladi.



Fotokuchaytirgichning sxematik tasviri

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

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

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

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

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

Moddasining sindirish ko'rsatkichi 1,38. Ko'z gavhari ikki tomonlama qobariq linza diametri 8 – 10 mm, oldini egrilik radiusi 10 mm, orqasining egrilik radiusi 6 mm, uning sindirish ko'rsatkichi 1,4 dan kattaroq. Shishasimon massa, sindirish ko'rsatkichi suvnikiday, to'r parda bir necha qatlamdan iborat bo'lib,

qatlamlarning qalinligi va yorug'likka sezgirligi turlicha. Unda yorug'likni sezuvchi ho'jayralar mavjud. Ularning cho'zinchoq uchlariga tayoqchalar, kolbasimon uchlariga kolbachalar deyiladi.

Ko'zning asosiy vazifasi ko'zga tushgan yorug'lik energiyasini (fotoreseptor to'qimalar yordamida) elektr energiyasiga aylantirib ko'rish nervlari yordamida markaziy miyaga yetkazishdir. Fotoreseptor to'qimalar sezgirligi juda kuchli. Odam ko'zi albatta eng mukammal sistemadir. Hayvonlarda esa turlicha. Masalan, chuvalchanglarda ko'rish faqat yorug' va qorong'ulikni farqlashdan iborat bo'lib, ularda fokuslovchi qism yo'q. Malyuskalarda chuqurcha mavjud bo'lib, u yorug'likning tushish yo'nalishini aniqlay oladi. Chayonlarda esa endi ancha rivojlangan bo'lib, fokuslovchi linzasi ham bor. Tayoqchalar hayvonlarda turlichadir. Masalan, chumolida 100 ta bo'lsa, ninachida 28 mingta, lekin ularda ajrata olish qobiliyati kichik. Sochish burchagi $1-8^\circ$ atrofida. Tayoqchalar ko'zning hamma sirtida bir tekisda joylashgan bo'lib, asosan oq-qora reseptor rolini o'ynaydi. Kolbachalari esa markazda to'plangan bo'lib, asosan rang uchun javobgardir. Tayoqchalar sezgirligi kolbachalarnikidan katta. Masalan, tayoqchalar 10^{-6} lk. da ko'rish imkonini beradi. Kolbachalar esa 10^{-2} lk. da rangni ajrata oladi. Yorug'likni sezish ham Veber-Fexner qonuniga bo'ysunadi. Ko'zga kesimi 4 mm^2 bo'lgan ko'rish nervi keladi, u esa million nerv tolalariga bo'linadi. Odam ko'zida 10 ta qatlam bo'lib, fotoreseptor to'qima eng oxirgisi hisoblanadi. Fotoreseptor yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi va kuchaytirish koeffitsiyenti $10^5 - 10^6$ ga teng. U hatto 3-4 foton tushsa ham ishlaydigan qurilmadir. Kishi ko'zning tur qatlamida 130 million tayoqcha va 7 million kolbachalar joylashgan. Yorug'likning asosiy sinishi miguz pardaning tashqi chegarasida yuz beradi. Uning optik kuchi 40 dioptr, gavharniki 20 dp, butun ko'zning optik kuchi 60 dp. Ko'z turli uzoqlikdagi jismlarni bir xil ravshanlikda ko'rish kerak. Buning uchun ko'z gavhari egriligi o'zgaradi. Bunga «keskinlikka to'g'rilanish» - akkomodasiya deyiladi, jism cheksizda bo'lsa, uning optik kuchi nolgacha kamayadi. Jism yaqinlashsa gavhar radiusi kattalashadi va 60 dp bo'ladi. 25 – sm zo'riqishsiz eng yaxshi ko'rish masofasi hisoblanadi.

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

Bu ko'zning ajrata olish qobiliyati taxminan 1^{11} ga teng. Bu esa eng yaxshi ko'rish masofasi uchun ikki nuqta orasidagi masofa 70 mkm ga teng bo'lishini ko'rsatadi.

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

Sinov savollari:

- 1.Yutilish nima. Buger, Buger – Lamberg – Beyer qonunlari?
- 2.Yutilishning qo'llanilishi va ahamiyati?
- 3.Quyosh nurining biologik ahamiyati nimadan iborat?
- 4.Qutblanish hodisasini tushuntiring?
- 5.Malyus, Bryuster qonunlarini tushuntiring?

6. Ikkilaniib sinish hodisasini tushuntiring?
7. Keer effekti nima? Optik aktiv moddalar haqida tushuncha bering?
8. Fotobiologik jarayonlarni tushuntiring?
9. Ko‘rinadigan, infraqizil va ultrabinafsha nurlardan diagnostika, profilaktika va davolashda qo‘llanilishini tushuntiring?
10. Stefon-Belsman va Vin qonunlari?

9-Mavzu: KVANT BIOFIZIKASI.

Reja

- 9.1. Atom haqida tushuncha. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari,
- 9.2. Rentgen nurlari, turlari, xossalari. Rentgen nurlarining moddalarga ta'siri. Rentgen nurlari, rentgen struktur analiz.
- 9.3. Lyuminissensiya, uning turlari va asosiy fizik xarakteristikalar. Lyuminissensiya qonuniyatlari.
- 9.4. Optik kvant generatorlar (OKG), lazerlar, ularni olish, fizik xossalari va biologik ta'siri, aktiv nuqtalarga ta'siri.

9.1. Atom haqida tushuncha. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari,

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

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

Rezerford tajribada qalinligi 1 mkm bo‘lgan oltin falgadan α -zarrachalarning o‘tishini kuzatdi. Natijada asosiy α -zarrachalar ozroq yo‘nalishidan og‘gan holda o‘tib ketadi, lekin ba’zi (20000 dan 1 tasi) α -zarrachalar o‘z yo‘nalishidan keskin buralib ketadi (hattoki 180°) elektronlar massasi juda kichik bo‘lgani uchun bunday og‘dirishga qodir emas va demak qandaydir og‘ir musbat zaryad ta’sirida shunday hol bo‘lishi kerak. Ana shu tajriba natijalariga asoslangan holda 1911 yil Rezerford atomning planetar modelini taklif qildi. Bu modelga binoan zaryadi Ze bo‘lgan musbat

yadro(o'ldashi $10^{-14} - 10^{-15}$) atrofida yopiq orbita bo'ylab elektronlar aylanadi. Atom neytral bo'lgani uchun yadro zaryadi, elektronlar zaryadlari yig'indisiga tengdir. Atomning butun massasi 99.94% yadroda mujassamlangan. Z – kimyoviy element tartib nomeri.

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

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

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

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (11.1)$$

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

Bunga **Balmer seriyalari** deyiladi. Bundan tashqari ul'trabinafsha sohada Layman, infraqizil sohada Pashen, Brekett, Pfund, Xemfri seriyalari ham mavjud. (9.2-rasm) Balmerning umumlashgan formulasini yozib hamma seriyalarga tadbqiq qilish mumkin.

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (11.2)$$

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

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

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

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

$$r = \frac{n}{m g} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (11.3)$$

formula orqali aniqlanadi. (9.3) formulaga orbitalarning kvantlanish sharti deyiladi. Bunda h – Plank doimiysi, m – elektron massasi, g - elektron tezligi.

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

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

$$h\nu = E_1 - E_2 \quad (11.4)$$

Bu formulaga chastotalar sharti deyiladi.

Masalan: vodorod atomida bitta elektron yadro (bitta proton) atrofida aylanadi. Yadroning massasi elektron massasidan 1840 marta katta bo'lgani uchun yadroni qo'zg'almas deb olish mumkin. Elektron markazga intilma tezlanish bilan yadroning tortishish Kulon kuchi ta'sirida r radiusli orbitada harakat qiladi.

$$\frac{m\mathcal{G}^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (11.5)$$

Bunda ϵ_0 elektr doimiysi bo'lib qiymati $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ } \phi / \text{ } M$

Bu holda (9.3) va (9.4) tenglamalarda turg'un orbita radiusi uchun quyidagi

$$r = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} \quad (11.6)$$

ifodani hosil qilamiz.

Bunda $n = 1, 2, 3, \dots$ qiymatlarni qabul qiladi va bosh kvant soni deyiladi.

(9.5) da $n=1$ bo'lsa, u holda birinchi orbita radiusi $r = 0,53 \cdot 10^{-8} \text{ } CM = 0,53 \text{ } A^0$.

Turg'un orbitalar radiuslari o'zaro nisbati, natural sonlar qatori kvadratlari kabi bo'ladi, ya'ni $1:4:9:16 \dots$ u holda $r_2 = 2,12 \text{ } A^0$, $r_3 = 4,77 \text{ } A^0$,

$r_4 = 8,48 \text{ } A^0$, $r_5 = 13,25 \text{ } A^0$, $r_6 = 19,08 \text{ } A^0$ bo'ladi.

Elektronning to'la energiyasi kinetik va yadroga tortilish potensial energiyalari yig'indisidan iboratdir:

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \quad \text{va} \quad E_p = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (11.7)$$

$$\text{Bulardan to'la energiya } E = E_K + E_p = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \quad (11.8)$$

$n = 1$ da vodorod uchun $E = -21,68 \cdot 10^{-19} \text{ } \mathcal{K} = -13,55 \text{ } \text{ } B$;

$E_2 = -3,38 \text{ } \text{ } B$; $E_3 = -1,5 \text{ } \text{ } B$; $E_4 = 0,84 \text{ } \text{ } B$, $E_5 = -0,54 \text{ } \text{ } B$.

U holda elektron ikkinchi orbitadan birinchisiga o'tsa

$h\nu_{2-1} = -3,38 - (-13,55) = 10,17 \text{ eV}$ energiya nurlanadi.

Uchinchi orbitadan ikkinchisiga o'tganda $h\nu_{3-2} = -1,5 - (-3,38) = 1,88 \text{ eV}$ energiya nurlanadi.

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

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

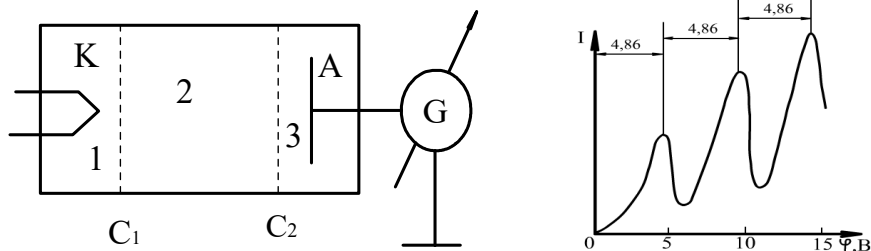
Pauli prinsipiga binoan bir atomda harakat holati bir-biriga o'xshash ikkita yoki bir nechta elektronlarning bo'lishi mumkin emas. Elektron qatlamlar K, L, M, N, O, harflar bilan belgilash qabul qilingan. Bir qatlamda bo'la olishi mumkin bo'lgan elektronlarning eng ko'p miqdori $m = 2n^2$ bilan aniqlanadi.

Demak, K qatlamda $n = 1$ da $m = 2$ ta elektron bo'lishi mumkin. L da $n = 2$ da $m = 8$ ta, M da $n = 3$, $m = 18$ ta va hokazo.

Kimyoviy element atomidagi elektronlarning umumiy soni elementning Mendeleyev davriy tizimidagi tartib (atom) nomeriga teng. Elektron qatlamlar soni element tegishli bo'lgan davr nomeriga teng, tashqi qatlamdagi elektronlar soni esa grupp nomeriga teng bo'ladi.

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

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



Frank – Gers tajribalari. Bunda K-katod, A-anod, s_1 va s_2 – to'rlar G-galvanometr, I-tok kuchi, U-kuchlanish

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

9.2.Rentgen nurlari, turlari, xossalari. Rentgen nurlarining moddalarga ta'siri. Rentgen nurlari, rentgen struktur analiz.

Rentgen nurlari deb to'liq uzunligi 80 nm dan 10^{-6} nm gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlariga aytiladi. Uzun to'liqli rentgen nurlari qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlar bilan qo'shib ketadi. Qisqa to'liqli rentgen nurlar esa uzun to'liqli **gamma** nurlar bilan qo'shib ketadi. Rentgen nurlar 2 xil bo'ladi. oq (tormozli) va qattiq (xarakteristik) rentgen nurlari va rentgen trubkalarida hosil qilinadi.

Havosi so'rilgan balondagi (10^{-7} mm ust.gacha) anod va katod orasiga 10^5 V kuchlanish beriladi. Bunda katoddan chiqayotgan elektronlar 100000 km/s ga yaqin tezlikka erishadi. Bu elektronlar anodda tormozlanganda undan qisqa to'liqli elektromagnit to'liqlar (rentgen nurlar) chiqadi. Bunda turli elektronlar turlicha tezlikka ega bo'lgani uchun hosil bo'layotgan rentgen nurlarning to'liq uzunligi ham turlicha bo'ladi va u tutash spektorga egadir. Shu sababli ularga oq

rentgen nurlari deyiladi. Kuchlanish katta bo'lganda esa xarakteristik rentgen nurlari chiqa boshlaydi va u chiziqli spektorni beradi. Elektronlar anodda tormozlanganda energiyaning faqat bir qismi rentgen nuri hosil qiladi. Qolgan qismi esa anodni qizdirishga sarf bo'ladi. $U_1 < U_2 < U_3$ tutash spektr. $\lambda_{\min}$ – bu elektron energiyasi foton energiyasiga teng bo'lganda hosil bo'ladi.

$$eU = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} \quad \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU} \quad (11.9)$$

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

$$\Phi = k \cdot I \cdot U^2 \cdot Z \quad (11.10)$$

formuladan aniqlanadi U va J lar rentgen trubkasidagi kuchlanish va tok kuchi, $K = 10^{-9} \text{ V}^{-1}$ proporsionallik koeffitsiyent. Xarakteristik rentgen nurlar spektri chiziqlidir. Katta tezlikka ega elektronlar atomining ichki elektron qobiqlariga kiradi va undan elektron urib chiqaradi. Bo'sh o'rinlarga yuqori energetik holatlardan elektron o'tadi va rentgen fotoni chiqadi.

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

$$\sqrt{\nu} = A(Z - V) \quad (11.11)$$

ν - spektral chiziqli chastotasi

Z- nur chiqarayotgan elementning atom nomeri

A va V lar doimiylar.

Xarakteristik rentgen nurlarining optik nurlardan yana bir farqi shundaki, u atomning qanaqa kimyoviy bog'lanishda bo'lishiga bog'liq emas. Masalan: kislorod atomining xarakteristik rentgen nuri O_1 , O_2 , NO_2 larda bir xildir, Bularning optik spektrlari farq qiladi, shuning uchun ham xarakteristik rentgen nuri deyiladi. Xarakteristik rentgen nurlanish ichki qatlamlarda bo'sh joy bo'lganda (u qanday hosil bo'lishidan qat'iy nazar) paydo bo'ladi. Rentgen nurlari atomda yutilganda undan elektron chiqishi mumkin va atom ionlashadi. Agar rentgen fotoni energiyasi unchalik katta bo'lmasa, atomning uyg'onishi elektron chiqmasdan ham bo'lishi mumkin. Bu birlamchi effektlar. Bundan tashqari, ikkilamchi, uchlamchi va hokazo hodisalar bo'lishi mumkin. Masalan: ionlashgan atom xarakteristik rentgen nuri chiqarishi mumkin va uyg'ongan atomlar ko'rinadigan nur chiqaradi. Bunga rentgenoluminessensiya deyiladi. Bundan maxsus yorug'lik ekranlar qurishda va unda rentgen nurlanishni vizual ko'rishda qo'llaniladi. Rentgen nurlarining kimyoviy ta'siri ham mavjud Masalan: vodorod peroksid hosil bo'lishi, ionizasion ta'siri, rentgen nurlari ta'sirida o'tkazuvchanlikning oshishi.

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

$$F = F_0 e^{-mx} \quad (11.12)$$

m - soʻnishning chiziqli koeffitsiyenti, koʻpchilik hollarda m -ning oʻrniga soʻnishning massa koeffitsiyenti μ_m ishlatiladi.

$$\mu_M = \frac{\mu}{\rho} \quad (11.13)$$

Bunda ρ - zichlik

Tibbiyotda rentgen nurlari asosan tashxis qoʻyish maqsadlarida ishlatiladi. Buning uchun energiya 60-120 keV boʻlgan fotonlar toʻplamidan foydalaniladi. Bu holda

$$\mu_m = K \lambda^3 Z^3 \quad (11.14)$$

Bunda K – proporsionallik koeffitsiyenti, Z – atom nomeri, λ – toʻlqin uzunligi

Rentgen nurlarining yutilishi modda atomining qaysi birikmada boʻlishiga bogʻliq emas. Shuning uchun soʻnishning massa koeffitsiyentini taqqoslash mumkin. Masalan, suyak uchun $\text{Ca}(\text{RO}_4)_2$ - μ_o va N_2O suv uchun μ_{cy6}

va ular nisbati $\frac{\mu_o}{\mu_{\text{cy6}}} = 68$ ga teng boʻladi.

Demak, organizm turli qismlarida yutilishi turlicha boʻlgani uchun ichki organlarning ham soyasini suratda koʻrishimiz mumkin. Bu rentgenotashxis boʻlib yoki suratini olish mumkin yoki lyuminissent ekranda tasvirini koʻrish mumkin. Agarda tekshiruvchi organ va atrofdagi toʻqimalar bir xil yutish qobiliyatiga ega boʻlsa, maxsus kontrast modda yutilib suratga olinadi. Flyurografiya ham rentgen nurlar yordamida suratga olishdir. Davolash maksadida rentgen nurlaridan oʻsimtalarni 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 toʻqimalar bir-biriga soya tushiradi, tomografiyada esa qatlamma-qatlam rentgen tasvirini olish mumkin. Mana shundan tomografiya nomi kelib chiqqan. Bundan foydalanib hattoki miyaning kulrang va oq moddalarini farqlay olish, hamda kichik oʻsimtalarni koʻrish mumkin.

Birinchi Nobel mukofoti 1901 yilda Rentgenga berilgan boʻlsa, kompyuterli rentgen tomografiyasi ishlab chiqqanlari uchun 1979 yilda Xaunsfild va Mak Kormak Nobel mukofotiga sazovor boʻldilar.

9.3. Lyuminissensiya, uning turlari va asosiy fizik xarakteristikalari. Lyuminissensiya qonuniyatlari.

Lyuminissensiya deb modda atom va malekulalarning yuqori energetik sathdan quyi sathga oʻtishida moddaning shulalanishiga, yaʼni koʻrinadigan yorugʻlik chiqarishga aytiladi. Modda atom va malekulalari avvaldan uygʻotiladi. Ana shu uygʻatuvchi olingandan soʻng lyuminissensiya modda tibiatiga qarab bir necha sekunddan bir necha sutkalargacha davom etishi mumkin. Lyuminissensiyaning davom etish muddatiga qarab 2 turga boʻlinadi.

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

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

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

Lyuminissensiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar lyuminiforlar deyiladi.

Lyuminissensiya uygotish usullariga qarab bir necha turlarga bo'linadi:

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

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

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

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

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

6. Ximiyalyuminissensiya – ximiyaviy prosesslar uygotadi, Masalan: oq fosforning, chiriyotgan yogochning, hashorotlar, dengiz hayvonlari va bakteriyalarining shulalanishi.

Demak, lyuminissensiya turli uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlar energiyasini ko'rinadigan energiyaga aylantiradigan kvant generatori ekan. Yutilayotgan (W_0) energiyaning lyuminissensiya energiyasi (W) ga aylantirish darajasiga lyuminissensiyaning energetik chiqishi deyiladi.

$$\eta = \frac{W}{W_0} \quad (7)$$

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

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

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

Atom yoki malekula ketma-ket oraliq nurlanishlardan asosiy holga o'tadi. Texnikada lyuminissent lampalar, shisha nay ichi yupqa lyuminifor qatlam bilan

qoplangan. Ichiga simob va organik bug'lari solinadi. Bosim 10^{-2} mm sm ust - 3 mm sm us. Ultrabinafsha nurlar ham paydo bo'lib ular lyuminaforda ko'rinadigan holga o'tadi. FIK yuqori, ish muddati 10000 soat. O'simliklar o'sishiga teplisalarda yordam beradi.

Lyuminissent analiz – bunda ultrabinafsha nurlar bilan uyg'otilgan fotolyuminesensiya spektoriga qarab modda tarkibi aniqlanadi. Bu juda sezgir usul 10^{-10} g. moddani aniqlash mumkin, qishloq xo'jalik mahsulotlarining buzila boshlanish etapini aniqlash mumkin. Farmakologik mahsulotlarni sartirovka qilish va kasalliklarni diagnostika qilishda qo'llaniladi. Maxsus mikroskoplar yordamida obyektlarning lyuminiscent analizi olib boriladi. Bu mikroskoplarda yorug'lik manbai sifatida yuqori bosimli simob lampalari va 2 ta svetofillar ishlatiladi. Bulardan bittasi kondensar oldida joylashtiriladi va u lyuminissensiya uyg'otuvchi nurni ajratadi.

Fotolyuminissensiya yordamida mashinalar detallari va boshqa buyumlar sirtidagi yoriqlarni ham payqash mumkin. Buning uchun detal sirti lyuminafor modda bilan moylanib 15-20 minutdan so'ng yuviladi. Yoriqlarda qolgan lyuminafor shulalanishi tasvirga olinadi.. Fotolyuminissensiya yashirin yoritish va dekarativ maqsadlarda (buyoq ranglar) foydalanilmoqda.

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

9.4. Optik kvant generatorlar (OKG), lazerlar, ularni olish , fizik xossalari va biologik ta'siri, aktiv nuqtalarga ta'siri.

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

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

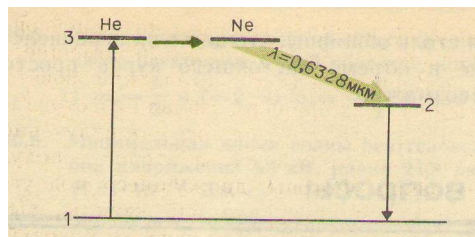
Agar o'tish majburiy bo'lib foton bilan uyg'ongan zarracha ta'sirlanishi natijasida hosil bo'lsa majburiy (indusirlangan) o'tish deyiladi. Majburiy o'tish paytida 2 ta foton tarqaladi: birlamchi va ikkilamchi fotonlar. Majburiy o'tishlar soni birlamchi fotonlar intensivligi va energetik sohalarning to'laligicha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

Zarrachalarning energetik sathlar bo'yicha taqsimlanishi Bolsman qonuniga bo'ysunadi. Elektromagnit to'lqinlarning kuchayishini kuzatish uchun hech bo'lmaganda ikki energetik holat uchun Balsman taqsimotiga teskari holat

yuzaga keltirish shart (inversiya naselennost). Bu holat Bolsman taqsimotidan farmal $T < OK$ uchun hosil qilinishi mumkin. Shuning uchun bu holatga manfiy temperaturali holat deyiladi.

$$n = n_0 e^{(mgh / kT)}$$

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



1. kvarts trubkasi
2. He- Ne gaz almashinish 1 GPa bosimda $He + 10 Ne$
3. gaz razryadini amalga oshiruvchi elektrodlar
- 4-5 oynalar, 5 yarim shaffof neonning 2-3 holatlari ancha murakkab bo'lgani uchun bu lazer 30 ga yaqin to'lqin uzunlikda ishlashi mumkin.

Shuning uchun 4,5 oynachalar juda ko'p qatlam bilan qoplangan. Qaytarish koeffitsiyenti turlicha masalan: qizil nur uchun $\lambda = 632,8 \text{ nm}$

Ishlatilishi lazerlar monoxromatik nur manbaidir, sochilishi kam. Masalan: Oyga yo'naltirilgan dasta 3 km li dog' hosil qiladi. Oddiy prejektorlarnika 40000 km. Energiya zichligi juda katta millionlarcha J/m^2s Linzalar yordamida fokuslab energiya zichligini yanada oshirish va o'ta qattiq moddalarni teshish payvandlash mumkin. Aloqada, texnikada, medisinada ishlatiladi. Medisinada 2 xil maqsadda.

1. Lazerlar biologik to'qimalarni buzishi mumkin, bundan operatsiyalarda ishlatiladi (qonsiz). Rak to'qimalarini kuydirishda, organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda tishlarni davolashda.
2. Golografiyada. Masalan: geliy neon lazer asosida gastroyekop yaratilgan bo'lib, u oshqazonning hajmiy tasvirini ko'rishda ishlatiladi.. Ko'z xirurgiyasida – oftalmokogulyator- gloukomani davolashda ishlatiladi

Sinov savollari

1. Plank gipotezasi nimadan iborat?
2. Fotoeffekt va uning qonunlari?

3. Fotoelementlar, fotoqarshiliklar va fotokuchaytirgichlar nima?
4. Ko'zning tuzilishi nimalardan iborat?
5. Atom tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvurlar qanday edi?
6. Rezerford tajribasining mohiyati nimadan iborat?
7. Balmer formulasi va seriyalarini tushuntiriring ?
8. Bor pastulatlari nimalardan iborat ?
9. Frans-Gers tajribasining mohiyati nimadan iborat?
10. Rentgen nurlari qanday olinadi?
7. Rentgen nurlarining qanday turlarini bilasiz?
8. Rentgen nuri nima? U qanday olinadi?
9. Rentgen nurlari qanday maqsadlarda ishlatiladi?
10. Lyuminissensiya nima?
11. Lyuminissensiya turlarini tushuntiring.
12. Lyuminissensiyadan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi?
13. Lazerlar turlari, tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirirng?
14. Lazerlardan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi?

10-Mavzu:Atom yadrosi

Reja.

- 10.1. Atom yadrosi haqida tushunchalar. Yadroning tarkibi.
- 10.2. Massa defekti. Bog'lanish energiyasi.
- 10.3. Radioaktivlik, uning turlari va tirik organizmga ta'siri.
- 10.4. Nishonlangan atom usulidan foydalanish

10.1. Atom yadrosi haqida tushunchalar. Yadroning tarkibi.

Yadro fizikasi ulkan yutuqlari, Jolio va Iren Kyurilarning sun'iy yo'llar bilan radioaktiv moddalar va radioaktiv izotoplarni olish mumkinligi, uranni parchalanishini aniqlanishi va atom yadrosi energiyasidan foydalanish mumkinligi to'g'risidagi kashfiyotlari radiobiologiya fanini rivojlanishida kuchli impuls bo'ldi.

Bugungi kunda ionlanuvchi nurlanishlarning biologik ta'siri muammolarini o'rganish bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib borilmoqda va katta ilmiy asoslangan ma'lumotlar to'plangan, lekin shunga qaramasdan bugungi kungacha radioaktiv nurlarning mexanizmi va biologik ta'sirlari to'g'risida yagona nazariya yaratilmagan.

Atom yadrosi haqidagi ta'limotlar XX asrning boshida intensiv rivojlanib bordi va hozirgi vaqtda bu sohada juda katta ishlar olib borilmoqda. Yadro energiyasidan tinchlik maqsadlarida ham ko'plab qo'llanishlar amalga oshirilmoqda. 1932-yilda D.D.Ivanenko hamma yadrolar tarkibida ikkita zarrachalar, ya'ni protonlar va neytronlar borligi haqida gipotezani bayon qildi. Rezerford α -zarrachalarning sochilishi bilan o'tkazgan tajribalarida atomning asosiy massasi uning markazida joylashganini aniqladi va uni yadro deb atadi. Yadro tarkibidagi proton musbat zaryadlangan bo'lib, zaryadi elektron zaryadiga tengdir, uning tinchlikdagi massasi $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Neytron zaryadsiz zarracha bo'lib uning massasi $m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27}$ kg. Proton va neytronlar birgalikda nuklonlar

deb ataladi. Hamma yadrolar musbat zaryadlangan bo'lib ular zaryadi protonlar zaryadi bilan aniqlanadi. Masalan: yadroda Z ta proton bo'lsa, u holda yadro zaryadi $q_{ya}=Ze$ ga teng bo'ladi. Yadroning massasi atomning massasidan ozgina farq qiladi. Odatda yadro massasi maxsus birlikda (massaning atom birligi m.a.b.) da o'lchanadi.

Massaning atom birligi uglerod ${}^{12}_6C$ izotopi atomi massasining $1/12$ qismi qabul qilingan: $1 \text{ m.a.b.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. U holda $m_p = 1,00747 \text{ m.a.b.}$ $m_n = 1,00892 \text{ m.a.b.}$

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

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

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

Masalan, vodorodning 4 ta izotopi mavjud: 1_1H vodorod, 2_1D (H²) deyteriy, 3_1T (H³) tritiy va 4_1X (H⁴) 4 ta nuklonli-nomi yo'q.

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

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

Yadro fizikasida uzunlikning femtometr degan o'lchov birligi ishlatiladi.

($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$.) Yadro eng zich modda hisoblanadi, uning zichligi taxminan $4,1 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$ ga tengdir.

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

10.2. Massa defekti. Bog'lanish energiyasi.

Yadroning massasi uni tashkil etuvchi nuklonlar massalari yig'indisidan kichikdir. Bu farqqa massa defekti deyiladi. Nisbiylik nazariyasiga asosan massa va energiya o'zaro bog'liqdir.

$$E = mc^2 \quad (5.11)$$

Yadro energiyasi ham nuklonlar energiyalari yig'indisidan kichikdir.

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

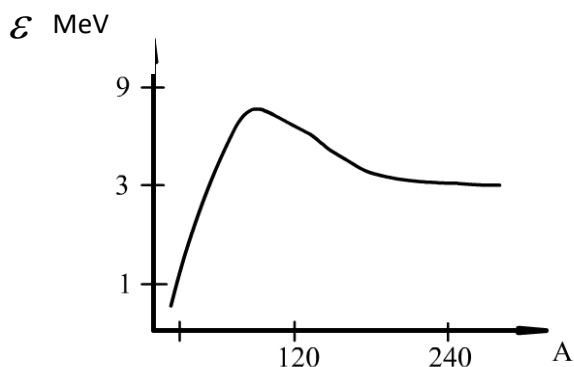
(10.2) ga asosan bog'lanish energiyasi uchun quyidagini yozish mumkin:

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

1 m.a.b.-taxminan 931 meV energiyaga to'g'ri keladi. U holda bog'lanish energiyasi

$$E_{\text{bog'lanish}} = (Zm_p + Nm_n - M_A) \cdot 931 \text{ m} \quad (5.13)$$

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



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

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

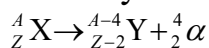
Agar tizim katta energiya holatidan kichik energiya holatiga o'tsa reaksiyada energiya ajraladi, ya'ni boshqacha aytganda kichik bog'lanish energiya holatidan katta bog'lanishli energiya holatiga o'tganda. Atomdagi jarayonlarga qaraganda yadroga jarayonlarda katta energiya talab qilinadi. Atomdan elektron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

10.3. Radioaktivlik, uning turlari va tirik organizmga ta'siri.

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

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

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



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

Ona yadro massasi bola yadro va α zarralar massasidan katta bo'ladi (demak energiyalar ham katta). Bu energiyalar farqi alfa zarracha va bola yadro kinetik energiyasiga teng bo'ladi. Reaksiyadan so'ng bola yadro normal ham, uyg'ongan holda ham bo'lishi mumkin. α zarralar elektr va magnit maydonlarida og'adi. α -zarracha zaryadi +e. ga massa soni 4 ga teng. Alfa zarrachalar radioaktiv

moddalardan 10000-20000 km/s. tezlik bilan uchib chiqadi. Bu esa 4-9 MeV kinetik energiyaga tengdir. Alfa zarrachalar moddadan o'tganda ularga o'z maydoni bilan ta'sir qilib ionlashtiradi va ikkita elektron qo'shib olib neytral geliy atomiga o'tadi. Alfa zarraning havoda o'tish yo'li 3-9 sm. va ionlashtirish qobiliyati 250000 juft ionga teng. Alfa zarrachalar qalinligi 0,06 mm bo'lgan Al qatlamida yoki 0,12 mm bo'lgan biologik to'qima qatlamida to'la yutiladi.

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

A) **Elektron yoki betta yemirilish**. Bunda yadrodan betta zaracha (elektron) uchib chiqadi. Betta zarrachaning energiyasi 0-dan E_m gacha. Spektori tutash. Bu esa yadroning diskret energetik holatlardan tashkil topganligi to'g'risidagi tasavvurlarga to'g'ri kelmaydi. Shuning uchun 1932 y Pauli bu holda betta zarrachalar bilan kichik massali boshqa zarrachalar ham chiqadi degan gipotezani aytdi. Buni Fermi neytrino deb atadi. Keyinchalik aniqlanishicha neytrino betta minus- yemirilishida hosil bo'lar ekan. Betta yemirilishda esa antineytrino hosil bo'lar ekan.

Betta yemirilish sxemasi quydagicha tasvirlanadi.



M: tritiyning geliyga aylanishi

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

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



Yadroda pozitronning neytronga aylanishi ham beta+ yemirilishga kiradi.

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

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



M: Beriliyning litiyga o'tishi.

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

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

Radioaktiv nurlanish statistik hodisa bo'lib, berilgan nestabil yadro qachon yemirilishini aytish qiyin. Faqat ehtimolligini aytish mumkin. Juda ko'p yadrolar

uchun yemirilmagan yadrolarning vaqtdan bog'liqligini ifodalovchi statistik qonunni chiqarish mumkin. Agar dt vaqt ichida dN ta yadro yemirilsa, u holda quyidagini yozish mumkin:

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

λ - yemirilish doimiysi, turli yadrolar uchun turlicha.

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

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

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

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

Aktivlik vaqtga qarab eksponensial qonun bo'yicha kamayib boradi.

Aktivlik birligi Bekkerl (Bk).

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

Yana boshqa birlik

$$1 \text{Rf (rufford)} = 10^6 \text{Bk. } 1 \text{Rf} = 1/37000 \text{ Ku.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Zaryadlangan zarralar moddaga tushganda yadrolar va elektronlar bilan ta'sirlashadi, natijada moddaning va zarrachaning holati o'zgaradi. Bunda asosiy mexanizm α, β zarrachalarning moddada ionizatsiyon tormozlanishi natijasida energiyasining bir qismining yo'qolishidir, uning kinetik energiyasi modda atomlarni ionlashga sarf bo'ladi. Modda bilan ta'siri miqdoran 3 ta kattalik bilan aniqlanadi: solishtirma ionizatsiya, solishtirma ionizatsion yo'qotish, zarrachaning moddada yo'li.

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

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

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

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

Bitta molekulani ionlashtirish uchun 3 -4 eV ga yaqin energiya talab qilingani sababli $dE/dx=0,7$ 1/. 2,7 MeV/sm oralig'ida bo'ladi.

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

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

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

α –zarrachalarning yadro bilan ta'siri, ionizatsiya jarayonidan ancha ehtimolligi kamdir.

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

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

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

Nurlanishning bir xil dozasiga hujayraning turli qismlarining sezgirligi turlichadir, nurlanishning ta'siriga hujayralarning yadrosi eng sezgirdir. Bo'linish qobiliyati hujayralarning eng nozik funksiyasi bo'lgani uchun nurlanishda eng avval o'suvchi to'qimalar jarohatlanada. Demak nurlanish eng avval bola organizmi uchun (embrionologik davridan boshlaboq) xavflidir. Odam va hayvon organizmi doimiy yoka davriy bo'linib turadigan hujayralardan tashkil topgan to'qimaga, M: oshqozon va ichakning shilimshiq pardasiga, qon hosil qiluvchi to'qimalarga, jinsiy hujayralarga nurlanish halokatli ta'sir qiladi.

10.4.Nishonlangan atom usulidan foydalanish

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

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

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

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

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

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

Yutilgan doza tushunchasi tajribada kam foydalaniladi. Amalda jism yutgan dozani nurlanishning uni o'rab turgan hovoga ionlovchi ta'siri bo'yicha baholanadi. Bunda ekspozitsion doza deyiladi. SI sistemasida birligi (Kl/kg). Amalda esa rentgen ishlatiladi. Bunday dozada 1 sm^3 quruq havoning ionlashishi natijasida 0°C va 760 mm.sm.ust. bo'lgan vaqtda har bir ishorasi 1 birl. SGSE ga teng bo'lgan zaryad toshuvchi ionlar hosil bo'ladi.

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

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

S - o'tish koeffisienti.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nurlanish dozasi va o'lchov birligi. Rentgen va yadronurlanishlarining organizmga biologik ta'siri biologik muhitning atom va molekulalari qo'zg'alishi vaa ionizatsiyasi bilan belgilanadi. Ionizatsiya jarayoniga nurlanishlar energiya sarflaydi. Nurlanishlarning biologik muhit bilan o'zaro ta'siri natijasida tirik organizmga ma'lum miqdordagi energiya utadi. Nurlanishning bir qismi nurlanayotgan ob'ektdan o'tib ketadi (yutilmasdan) va organizmga ta'sir ko'rsatmaydi. SHu boisdan nurlanishning organizmga ta'sirini xarakterlovchi asosiy fizik kattalik yutilgan energiya miqdoriga bevosita bog'liq hisoblanadi.

Yutilgan energiya miqdorini aniqlash uchun "nurlanish dozasi", ya'ni nurlanayotgan moddaning hajm (massa) birligi hisobiga tutilgan energiya miqdori, tushunchasi kiritilgan.

Nurlanish dozasi (ekspozitsion doza). Yutilgan energiya muhitni ionlashga sarflar ekan, uni aniqlash uchun nurlanish paytida hosil bo'ladigan juftliklar miqdorini aniqlash zarur.

Lekin, ionlanishni bevosita tirik organizm to'qimasi ichida aniqlash qiyin. SHu sababli ob'ektga ta'sir etayotgan rentgen va gamma-nurlanishlarning miqdoriy xarakteristikasi ekspozitsion doza (D_{ksp}) bilan aniqlanadi.

Ekspozitsion doza (D_{ksp})-havodagi rentgen yoki gamma-nurlanishlarning ionlash qobiliyatining havoda hosil bo'lgan zaryadlar (ion bug'lari) miqdori bo'yicha o'lchangan miqdoriy xarakteristikasi.

Ekspozitsion doza maxsus koeffitsientlar yordamida ob'ektda tutilgan energiyaga aylantiriladi. Ekspozitsion doza havoning ma'lum massasida va faqat rentgen yoki gamma-nurlarning keV ning bir necha bo'lagidan 3 MeV gacha bo'lgan diapazonida ionlovchi ta'sirini aniqlaydi.

SI xalqaro birliklar tizimida Ekspozitsion doza qilib kulon kilogramm (Kl/kg), ya'ni rentgen yoki gamma-nurlarning shunday Ekspozitsion dozasi qabul qilinganki, bunda 1 kg quruq havoda har bir belgidagi har bir kulon elektriga zaryad tashuvchi ionlar hosil bo'ladi.

Ekspozitsion dozaning tizimsiz birligi bo'lib rentgen hisoblanadi.

Rentgen (R) - rentgen yoki gamma-nurlanishning ekspozitsion dozasi hisoblanadi, bunda 1 sm³ havoda (0,001293 g quruq havoda) me'yoriy sharoit (0°S i 1013 GPa)da 2,0810⁹ ion juftligi (1 R = 2,5810⁻⁴ Kl/kg) hosil bo'ladi.

Havoda bir juft ion hosil bo'lishi uchun o'rtacha 34 eV energiya sarflanishini e'tiborga olgan holda, 1 sm³ havodagi rentgenning elektr ekvivalenti 2,0810⁹-3410⁻⁶ = 7,0810⁴ MeV/sm³ = 0,114 erg/sm³ ni yoki 1 g havoda 88 erg (0,114/0,001293 = 88 erg) ni tashkil etishini aniqlash mumkin.

Kilorentgen (1 kR = 10³ R), millirentgen (1 mR = 10⁻³ R), mikrorentgen (1 mkR = 10⁻⁶ R).

Vaqt bo'yicha tarqalishni xarakterlash uchun ekspozitsion doza dozaning quvvat miqdorida belgilanadi (3-jadval)

Fizik kattalik	O'lchov birligini atalishi va simvoli		O'lchov birliklarning o'zaro nisbati
	Tizimsiz	Tizimli (SI)	
Nurlanishning ekspozitsion dozasi	R	Kl/kg	1R = 2,58-10 ⁻⁴ Kl/kg 1 Kl/kg = 3876 R
Nurlanish ekspozitsion dozasining quvvati	R/s	L/kg	1 R/s = 2,58-1SNA/kg 1 A/kg = 3876 R/s

Nurlanish dozasi (tutilgan doza). Biologik ob'ektlarda ularga ionlovchi nurlanishlar ta'sir qilgan paytlarda rivojlanadigan nurlanishli buzilishlarning darajasi, chuqurligi va shakli eng birinchi navbatda, nurlanishning yutilgan energiya miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ushbu ko'rsatkichni xarakterlash uchun "yutilgan doza" tushunchasi ishlatiladi, ya'ni bunda nurlangan modda massa birligi hisobida yutilgan energiya miqdori tushiniladi.

Yutilgan energiya birligi qilib SI birliklar sistemasida (Dj/kg) qabul qilingan, bunda nurlangan moddaning har 1 kilogrammi hisobiga 1 Dj nurlanish energiyasi yutiladi. Bu birlikka grey (Gr) deb nom berilgan bo'lib, 1 grey-istalgan turdagi ionlovchi nurlanish dozasi bo'lib, bunda moddaning har 1 kg massasi hisobiga 1Dj nurlanish energiyasi (1 Gr = 1 Dj/kg = 100 rad) yutiladi.

Radiobiologiya va radiatsion gigienada notizim birliklar bo'yicha yutilgan doza birligi qilib rad qabul qilingan. Rad birligi-ionlovchi nurlanish istalgan turining yutilgan dozasi bo'lib, bunda moddaning har 1 kg massasi hisobiga 100 erg ($1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g} = 10^{-2} \text{ Dj/kg}$) nurlanish energiyasi yutiladi. kilorad ($1 \text{ krad} = 10^3 \text{ rad}$), millirad ($1 \text{ mrad} = 10^{-3} \text{ rad}$), mikrorad ($1 \text{ mkrad} = 10^{-6} \text{ rad}$).

Agar havoda 1 R nurlanish dozasi 88 erg/g energetik ekvivalent hisoblanadigan bo'lsa, mazkur muhit uchun yutilgan energiya $88 : 100 = 0,88 \text{ rad}$ ni tashkil etadi. SHunday qilib, havo uchun yutilgan doza 0,88 rad bo'lib, bu ko'rsatkich 1 R ekspozitsion dozaga to'g'ri keladi. Aylantirish koeffitsienti (/) odatda tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Suv va yumshoq to'qimalar uchun bu koeffitsient 1 (aslida 0,93) deb qabul qilingan. Demak, radlarda yuritiladigan yutilish dozasi son bo'yicha rentgenda yuritiladigan ekspozitsion dozaga mos keladi. Suyak to'qimasi uchun bu koeffitsient $k = 2 \dots 5$. Ga teng bo'ladi.

Hozirgi paytda ekvivalent doza, samarali doza tushunchalari keng ishlatilmoqda.

Ekvivalent doza. Yutilgan doza miqdori faqatgina nurlanayotgan ob'ekt tomonidan absorbsiyalangan energiya bo'yicha e'tibor qilinadi va bunda "nurlanish sifati" e'tiborga olinmaydi.

Nurlanish sifati tushunchasi uning zarracha sorti va eng birinchi navbatda, LPE ga bog'liq holda turli xildagi radiatsion effekt turlarini vujudga keltira olish qobiliyatini bildiradi. Ionlash zichligining oshib borishi bilan tirik tizimlarning emirilish darajasi o'zgarib boradi.

Ekvivalent doza (N)-organ va to'qimadagi yutilgan dozaning o'ziga mos (muayyan nurlanish turi uchun) koeffitsientga ko'paytirilgan miqdori.

Turli nurlanishlar uchun koeffitsient (\$) ko'rsatkichi: rentgen, gamma- i beta-nurlanish- 1; alfa-zarrachalar, protonlar - 10; neytronlar: sekin (issiqlik) - 3...5; tez - 10; og'ir yadrolar uchun - 20.

SI birliklar tizimida ekvivalent doza kattaligi qilib Zivert (Zv) qabul qilingan. Notizim birlikda ekvivalent doza-radning biologik ekvivalenti qilib BER qabul qilingan. Xuddi yutilgan dozada bo'lganidek, uning ekvivalenti ham 1 Dj/kg ($1 \text{ ber} = 10^2 \text{ Dj/kg}$ hisoblanadi. $1 \text{ Zv} = 100 \text{ ber}$. milliber ($1 \text{ mber} = 10^3 \text{ ber}$), mikrober ($1 \text{ mkber} = 10^6 \text{ ber}$), nanober ($1 \text{ nber} = 10^9 \text{ ber}$).

Misol. Aralash manba nurlanishidan yutilgan fizik va ekvivalenttdozalarni aniqlash. Gamma- nurlanish dozasi 1 rad, beta-nurlanishdan 10 rad, alfa-nurlanishdan 1 rad va tez harakatlanuvchi neytronlardan 1 rad.

Hisoblash.

$$V_v = EV_p; -1 + 10 + 1 + 1 = 13 \text{ rad}.$$

Demak, ekvivalent doza fizik dozaga qaraganda ikki va undan ko'p marta

Samarali doza (E)- bu odamning butun tanasi va uning alohida organ va to'qimalarida ularning radiosezuvchanligiga bog'liq holda paydo bo'ladigan asoratlarga sabab bo'la oladigan kattalik.

Samarali dozani aniqlash koeffitsientlari: gonadlar – 0,2; qizil ilik – 0,12; ingichka ichak – 0,12; o'pka – 0,12; oshqozon – 0,12; qovuq – 0,05; jigar – 0,05; qizilo'ngach – 0,05; qalqonsimon bez – 0,05; teri – 0,01.

DOZIMETRIYA TURLARI. O‘zining maqsad va vazifalariga qarab dozimetriyaning qator turlari farqlanadi:

1. **Individual dozimetriya** - ayrim odamlar yoki aholini nurlanish darajasiga tekshirish usuli:

- Kunlik radiatsion nazorat (ot 10^{-3} do 10 ber);
- halokat dozimetriyasi (ot 1 do 5000 rad);
- yadroviy urush sharoiti dozimetriyasi (ot 10 do 1000 ber);
- kosmik parvoz dozimetriyasi (ot 10^{-3} do 1000 ber);
- tabiiy nurlanish dozimetriyasi (ot 10^{-4} do 10^{-3} ber).

2. Klinik dozimetriya (ot 1 do 10^4 rad).

3. **Radiobiologik dozimetriya** (ot 1 do 10^1 rad).

4. **Radiatsionnoy texnika va radiatsion kimyo dozimetriyasi** (10^3 dan 10^8 rad gacha);

- nurli sterillash ($2,5-10^6$ rad);

oziq-ovqat mahsulotlari nurlanishi (ot 10^3 do $5-10^6$ rad).

5. **Ichki reaktor dozimetriyasi** (ot 10^4 do 10^9 rad, ot 10^7 do 10^{14} neytr/s/sm²).

Qishloq xo‘jalik radioekologiyasi asoslari.

Radioaktiv izotoplarga 1930 yillarning o‘rtalarida muhim ekologik omil sifatida qarash boshlandi, lekin keng qamrovli radioekologik tadqiqotlar 50-yillarga to‘g‘ri keladi. Atomni ishlab chiqarilishi va atom energiyasidan foydalanishni rivojlanishi bilan bir vaqtda radioekologiya – organizmlar, o‘simliklar va hayvonlarning yuqori radioaktivlik (me‘yorlarga nisbatan) sharoitlarida yashovchanligi to‘g‘risidagi fan paydo bo‘ldi.

Hozirgi vaqtda radioekologiya bir necha yo‘nalishlarda rivojlanmoqda. Uning asosiy tarmoqlaridan biri hayvonlar radioekologiyasi hisoblanadi. Ushbu fan hayvonlarni tabiiy populyasiyalarda va biotsenozlarda kechadigan tashqi muhitning turli omillari ta‘sirida mavjudligi qonuniyatlarini o‘rganadi.

Qishloq xo‘jalik hayvonlari radioekologiyasi qishloq xo‘jaligi radioekologiyasining asosiy qismlaridan biri bo‘lib, radionuklidlarning oziq-ovqat mahsulotlarida migratsiyasi mexanizmlarini, ularni ekologik me‘yorlashtirish tamoyillarini, shuningdek, radionuklidlar va ionlanuvchi nurlanishlarning boshqa manbalarining hayvonlar organizmiga ta‘sirini o‘rganadi. Bu masalalarni o‘rganish radioaktiv zararlanish yuqori bo‘lgan sharoitlarda chorvachilikni yuritishni xavfsizligini taminlashda muhim hisoblanadi. Chorvachilik mahsulotlari (go‘sht, sut, tuxum va b.) radionuklidlarni inson organizmiga tushishida asosiy manbalar bo‘lishi mumkin. Insonlar ratsioniga muhim radioaktiv moddalar parchalanishi mahsulotlarining (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{131}I) go‘sht orqali summar miqdorda tushishi 25%, sut bilan 100% ga etishi mumkin. SHuning uchun chorvachilikda radioekologik tekshirishlarni olib borish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga egadir.

Ko‘p yillik tadqiqotlar natijasida radionuklidlarning atmosferada aylanishi *suv-tuproq-o‘simlik-hayvon organizmi-hayvonot olamidan olingan oziq-ovqatlar* tartibida kechishi to‘g‘risida katta ma‘lumotlar yig‘ilgan. Lekin qishloq xo‘jalik hayvonlarining radioekologiyasi sohasida tadqiqotlarni davom ettirish ehtiyoji saqlanib qolmoqda.

Ionlanuvchi nurlanishning organizm to'qimalariga va organlarga ta'siri

Nurlanishning kichik dozasi yutilganda katta biologik buzilishlar yuz berishi mumkin. Nurlanish olgan obektlarning ta'siri naslga o'tadi. SHuning uchun nurlanishdan himoyalaniish katta ahamiyatga ega.

Nurlanishning bir xil dozasi hujayraning turli kismalarining sezgirligi turlichadir, nurlanishning ta'siriga hujayralarning yadrosi eng sezgirdir. Bo'linish qobiliyati hujayralarning eng nozik funksiyasi bo'lgani uchun nurlanishda eng avval o'suvchi to'qimalar jarohatlanadi. Demak, nurlanish eng avval bola organizmi uchun (embrionlik davridan boshlaboq) xavflidir. Odam organizmining doimiy yoki davriy bo'linib turadigan hujayralardan tashkil topgan to'qimaga, oshqozon va ichakning shilimshiq pardasiga, qon hosil qiluvchi to'qimalarga, jinsiy hujayra larga nurlanish halokatli ta'sir qiladi.

Nurlanish organizmga qisqa vaqt ichida ta'sir qilsa (sekundan bir necha soatgacha), unga kiruvchi nurlanish deyiladi. Agarda organizm uni uzoq vaqt davomida olsa (yillar va o'nlab yillar davomida) unga doimiy nurlanish deyiladi. Quyidagi jadvalda turli intensivlikdagi nurlanishning organizmga ta'siri keltirilgan.

Xirosima va Nagasaki aholisini kuzatish natijalari shuni ko'rsatdiki, ko'z qorachig'ining xiralashuvi (ko'z kataraktasi), qalqonsimon bez leykemiyasi, qondagi leykositlarning xromosomik abberasiyasi va yoshligida nurlangan odamlarning o'sishida pasayish kuzatiladi. Keyingi izlanish natijalari asosan ko'krakda va o'pkada qattiq o'simtalarining hosil bo'lishi aniqlandi. Rak kasalliklari nurlanishdan 30 yil o'tganda ham kuzatilish mumkin ekan.

Turli intensivlikdagi nurlanishning organizmga ta'siri

Organizmni γ - nurlanish olgan dozasi, j/kg	Effekt	Eslatma
0, - 0,25	Kuzatilmaydi	-
0,25 - 1	Qonda ba'zi o'zgarishlar kuchsiz chanqoqlik seziladi	Ilik limfotik tugunlar va taloqning bir oz buzilish
1 - 3	Umumiy holsizlik, qonda o'zgarish, qayd qilish, charchash	Antibiotiklar bilan davolash natijasida to'la davolash mumkin.
3 - 6	YUqorida aytilgan effektlar va zaharlanish, qon qo'yilish,	Davolashda antibiotik va qon quyish. Ba'zi hollarda ilik ko'chirib o'tqazish. Tuzalish ehtimoli 50%
6	YUqorida aytilgan ham-ma effektlar va marka-ziy nerv tizimining jarohatlanishi	Agarda nurlanish dozasi $8 \frac{\mathcal{K}}{\kappa^2}$ dan oshsa o'lim muqarrar

Lekin tananing turli qismlari radiatsiyaga turlicha reaksiya beradi. SHu sababli jadvalda tananing turli qismlarining radiatsiyaga chidamliligi keltiriladi.

Organ	Simptomlar	5 yillik simptomga asosan, olgan nurlanish dozasi, J/kg	
		5%	50%
Teri	Yara, tolalar hosil bo'lishi.	0,055	0,07
Oshqozon	Y Ara hosil bo'lishi	0,045	0,05
Jigar	og'riq assitoz	0,035	0,04
Buyrak	nefroskleroz	0,013	0,028
YUrak	perikardiya, pankardiya	0,04	0,1
Suyak	nekroz, sinish	0,06	0,15
Ko'z qorachig'i	katarakta.	5	0,012
Qalqonsimon bezi	Gipoterioz	0,045	0,15
Muskullar	o'sish to'xtaydi	0,02-0,03	0,04-0,05
Ilik	Gipopliaziya	2	5
Homila	O'lim	2	4

Nurlanishning genetik ta'sirini aniqlash juda qiyin. Lekin radiatsiya ta'sirida mutasiya natijasida xromosomada buzilishlar yoki DNKa zanjirida o'zgarishlar yuzaga keladi.

YAponiyada olib borilgan tekshiruvlar natijasiga ko'ra hozirgacha genetik effektlar kuzatilmagan. Lekin hozircha unchalik ko'p vaqt o'tmagan.

Doimiy nurlanish bilan ishlaganda olingan nurlanish dozasi o'sha dozani birdaniga olingan holdagiga qaraganda ta'siri unchalik katta effektga ega emas. Bunga sabab odam va hayvonlar tanasi kichik dozada olgan nurlanishlarga qarshilik qobiliyatiga ega. Lekin har qanday nurlanish organizmda qandaydir o'zgarish yuzaga keltiradi. Nurlanishdan tibbiyot va veterinariyada ko'p foydalaniladi, chunki radioaktiv nurlar turli organlarda tanlab yutiladi. Masalan, qalqonsimon bez J^{131} kuchli yutiladi. J^{131} ning yarim emirilish davri 8,05 kunga teng va shu sababli u organizmdan bir necha hafta ichida chiqib ketadi. Biroq keyingi paytlarda bu izotop homilador ayollarga berilganida embrionga zarar keltirishi aniqlangan.

Radioaktiv izotop Jyodni skanerlovchi qurilma yordamida oson aniqlash mumkin. Radioaktiv nurlardan ko'plab rak kasalliklarini davolashda ishlatish mumkin.

Turli xil rak kasalliklarini xirurgik yo'llar yoki radiatsiya yordamida davolash mumkin. Ko'plab hollarda radiatsion usul yaxshi natija beradi. Masalan,

tomoqrakinijarrohlik yo‘l bilan olib tashlashda 80% muvaffaqiyatga erishish mumkin. Ammo bu holda tovush a‘zolari buziladi va odam to‘lasincha gapira olmasligi mumkin yoki uni ancha yomonlashtiradi. Uni radiatsion usul bilan davolashda ham 80% muvaffaqiyatga erishish mumkin. Lekin bu holda tovush organlari o‘zgarmaydi.

Ichki organlarda joylashgan o‘simtalarni radiatsiya bilan nurlantirganda nurlanish tashqi manbadan yuboriladi. Bunday o‘simtalarni buzish uchun zarur bo‘lgan bir oylik nurlanish dozasi 60Greyga teng. Oddiy rentgen qurilmalarda hosil qilinadigan rentgen nurlar energiyasi 150 keV ga teng. Bu nurlarning energiyasi organizm ichki qismlariga kirishga etarli emas. SHu sababli davolashda ^{60}CO izotopidan chiqayotgan γ nurlar ishlatiladi. Uning energiyasi 1 MeV ga teng. Bu nurlar rentgen nuriga qaraganda organizmga ancha chuqur kiradi. Hozirgi vaqtda energiyasi 4 MeV ga teng bo‘lgan elektronlar oqimidan foydalaniladi. Organizmning juda ichki qismlarida joylashgan o‘simtalarni nurlantirish uchun uglerod, kislorod yoki neon ionlaridan foydalanish yaxshi natijalar beradi. Bu holda o‘simta atrofidagi sog‘lom to‘qimalar juda oz nurlanish olar ekan. Ammo hozirgi vaqtda bunday ionlarni ancha yuqori energiyalargatezlashtiruvchi tezlatgichlar ishlab chiqarish qimmatga tushadi. SHu sababli bunday qurilmalar kelajakda ko‘plab ishlab chiqarilishi mumkin.

Sinov savollari

1. Radioaktiv zarrachalarni qayd qilishni Atom yadrosi nimalardan tashkil topgan?
2. Bog‘lanish energiyasi nimaga teng?
3. Radioaktivlik deb nimaga aytiladi?
4. Radioaktiv yemirilish turlarini tushuntiring.
5. Rentgen va radioaktiv nurlar tirik organizmga qanday ta’sir qiladi?
6. Nishonli atom va ularning ishlatilishi haqida nimalarni bilasiz?
7. Q/X qaysi sohalarida radioaktiv nurlardan foydalaniladi?
8. Radioaktiv nurlardan qanday himoyalaniish mumkin?
9. Radioaktiv nurlarning qanday ekologik ta’siri mavjud?

3.2. Laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari.

Laboratoriya ishi №1.

TALABALARGA AYRIM MASLAHAT VA KO'RSATMALAR. TAJRIBA XATOLIKLARINI ANIQLASH

1. Hayot faoliyati va texnika xavfsizligi bo'yicha asosiy qoidalar

- 1.1. Talabalar xotirjam, sekin, intizom va tartibni saqlashlari, fizika laboratoriya xonasiga kirishlari va chiqishlari kerak.
- 1.2. Har bir talaba shaxsiy gigiena qoidalariga va sanitariya me'yorlari talablariga rioya qilishi, ish joyini toza saqlashi, laboratoriya ishlari va laboratoriya amaliy ishlarini bajarish tartibiga rioya qilishi shart.
- 1.3. Fizika fanidan laboratoriya va amaliy ishlarni olib borishda xavfsizlik qoidalari bo'yicha yo'riqnoma talablariga qat'iy rioya qilishlari kerak.
- 1.4. Fizika fanidan laboratoriya ishlarini olib borishda talabalarga quyidagi xavfli va zararli omillar ta'sir qilishi mumkin:
 - elektr jihozlari bilan ishlashda elektr toki urishi;
 - suyuqliklarni va turli fizik jismlarni qizdirganda termik kuyishlar;
 - laboratoriya idishlari va undan tayyorlangan asboblarga ehtiyotsizlik bilan munosabatda bo'lish natijasida qo'llarning kesilishi
- 1.5. Fizika laboratoriya xonasida bo'lganingizda, yong'in xavfsizligi qoidalariga va elektr jihozlari bilan ishlash qoidalari rioya qilishingiz kerak.
- 1.6. Talabalarga professor–o'qituvchining ruxsatisiz laboratoriyadagi jihozlarga yaqinlashish va ulardan foydalanish yoki elektr ulagichlariga tegishi taqiqlanadi.
- 1.7. Laboratoriya xonasidagi o'tish joylarini portfel, sumkalar bilan to'sib qo'yish, o'quv stollari va stullarni ko'chirish taqiqlanadi.
- 1.8. Esda tutingki, har bir talaba o'z ish joyining holati va unga joylashtirilgan laboratoriya jihozlarining xavfsizligi uchun javobgardir.
- 1.9. Fizika fani o'qituvchisining ruxsatisiz laboratoriya asbob-uskunolari va elektr jihozlaridan foydalangan holda tajriba o'tkazishni boshlash yoki dars mavzusiga aloqador bo'lmagan tajribalar o'tkazish taqiqlanadi.
- 1.10. O'qituvchining ko'rsatmasisiz laboratoriya xonasiga hech qanday moddalar, elektr jihozlari yoki laboratoriya jihozlarini olib kelmang yoki olib tashlamang.
- 1.11. Agar siz o'zingizni yomon his qilsangiz yoki jihozlar yoki asboblarning noto'g'ri ishlashini his qilsangiz, darhol ishni to'xtatib, o'qituvchingizga xabar berishingiz kerak.

2. Fizika laboratoriya xonasida ishni boshlashdan oldin xavfsizlik talablari

- 2.1. Fizika laboratoriya xonasida ishlashdan oldin talabalarga qo'yiladigan talablar:
 - fizika xonasiga faqat o'qituvchining ruxsati bilan kirish;
 - elektr yoritish va o'quv elektr jihozlarini o'zingiz yoqmang;
 - darslar uchun ish joyini va o'quv qurollarini tayyorlash;
 - laboratoriya ishini bajarishdan oldin uslubiy ko'rsatma va qo'llanmani diqqat bilan o'qing.
- 2.2. Ishni boshlashdan oldin talaba laboratoriya mazmunini, laboratoriya ishlarini bajarish tartibi, shuningdek, uni amalga oshirishning xavfsizlik texnikasi va usullarini diqqat bilan o'rganishi kerak.
- 2.3. O'quv asboblari va jihozlari yiqilib tushmasligi yoki ag'darilishiga yo'l qo'ymaydigan tarzda joylashtirilishi kerak.
- 2.4. Uskunalar, asboblarning xizmatga yaroqliligini, laboratoriya idishlari va shisha idishlarning yaxlitligini tekshiring.
- 2.5. Portfel va sumkalar yo'laklarni to'sib qo'ymasligi uchun joylashtirilishi kerak.
- 2.6. Tayyorgarlik tadbirlarini tugatgandan va barcha kamchiliklarni bartaraf etgandan so'ng va fizika o'qituvchisining ruxsati bilan ishga kirishga ruxsat beriladi.

3. Fizika xonasida mashg'ulotlar paytida xavfsizlik talablari

- 3.1. Talabalar fizika laboratoriya xonasida faqat o'qituvchining ruxsati bilan qolishi mumkin. Barcha ishlar shaxsan fizika o'qituvchisi nazorati ostida kabinetda amalga oshirilishi kerak.
- 3.2. Fizika laboratoriya xonasidagi mashg'ulotlar davomida talabalar diqqatli, intizomli, ehtiyotkor bo'lishlari va o'qituvchining ruxsatisiz ish joyini tark etmasliklari kerak.
- 3.3. Fizika o'qituvchisining ko'rsatmalariga aniq rioya qiling, uning ruxsatisiz tajriba o'tkazmang va jihozlarga qo'lingiz bilan tegmang, o'tirgan joyingizdan turmang, asboblarni yoqmang.
- 3.4. Laboratoriya jihozlarini ehtiyotkorlik bilan ishlating.
- 3.5. Fizika o'qituvchisining ruxsatisiz qo'shni ish joylaridan tajriba o'tkazish uchun asboblari va jihozlarni olmang.
- 3.6. Hech qanday asbob yoki laboratoriya jihozlarini fizika laboratoriya xonasidan olib chiqmang yoki olib kirmang.
- 3.7. Izolyatsiyadan mahrum bo'lgan tok o'tkazgich elementlari (sim) ga tegmang.
- 3.8. Ish paytida siz tasodifan elektr mashinalarining aylanadigan qismlariga tegmasligingizga ishonch hosil qiling.

- 3.9. Tajribalarni o'tkazishda o'lchov asboblari haddan tashqari yuk tushishiga yo'l qo'ymang.
- 3.10. Izolyatsiya qilingan tutqichli asboblardan foydalaning.
- 3.11. Agar qurilmada nosozlik aniqlansa, darhol o'qituvchiga xabar bering.
- 3.12. Fizika laboratoriya xonasida ovqatlanmang va spirtli ichimliklar ichmang.
- 3.13. Agar siz jarohat olgan bo'lsangiz yoki o'zingizni yomon his qilsangiz, darhol fizika o'qituvchingizga xabar bering.
- 3.14. Uskunaning ishlashidagi har qanday nosozliklar haqida fizika o'qituvchisiga xabar berish kerak.
- 3.15. Laboratoriya asbob-uskunolari va ishlatiladigan elektr jihozlarning har qanday nosozliklarini mustaqil ravishda tuzatish taqiqlanadi.
- 3.16. Agar ish paytida fizika sinfida favqulodda vaziyat yuzaga kelsa, vahima qilmang va o'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha harakat qiling.

4. Favqulodda vaziyatlarda fizika laboratoriya xonasida xavfsizlik talablari

- 4.1. Agar fizika laboratoriya xonasida favqulodda vaziyat yuzaga kelsa, darhol o'qituvchiga xabar bering va keyin uning ko'rsatmalariga muvofiq harakat qiling.
- 4.2. Agar kuchlanish ostida elektr qurilmalarining ishlashida nosozlik, ularning isishi, uchqun chiqishi, kuygan izolyatsiyaning hidi va boshqalar aniqlansa bu haqda darhol fizika o'qituvchisiga xabar bering.
- 4.3. Laboratoriya idishlari singan bo'lsa, bo'laklarni himoyalangan qo'llar bilan olmang, buning uchun cho'tka va qo'lqopni ishlatib.
- 4.4. Fizika o'qituvchisining ruxsatisiz ish joyingizdan chiqmang.
- 4.5. Hayoti va sog'lig'iga xavf tug'diradigan favqulodda vaziyat yuzaga kelganda, talabalar vahima qilmasdan, o'qituvchi rahbarligida tartibli ravishda xonadan tezda chiqib ketishga tayyor bo'lishlari kerak.

5. Ish tugagandan so'ng fizika xonasida xavfsizlik talablari

- 5.1. Laboratoriya mashg'ulotining oxirida siz ish joyingizni tartibga solishingiz, asboblari va jihozlarni o'qituvchi tomonidan ko'rsatilgan tartibda tartibga solishingiz kerak.
- 5.2. Laboratoriya jihozlari, elektr jihozlari va asboblari bilan ishlashda darsni tugatgandan so'ng qo'lingizni yuving.
- 5.3. Fizika xonasidan o'qituvchining ko'rsatmasisiz har qanday asbob va moslamalarni, laboratoriya idishlari va boshqa laboratoriya jihozlarini olib tashlash taqiqlanadi.

6. Laboratoriya ishlarini bajarish tartibi

Hurmatli talaba, laboratoriya mashg'uloti o'tadigan o'qituvchilardan o'zingiz bajaradigan laboratoriya ishining qo'llanmasini olgach, dastlab uning hamma

bo'limlarini diqqat bilan o'qib chiqing. So'ngra o'lchash qurilmasining tuzilishini va o'lchash uslubining mohiyatini to'la tushunib olganingizga qadar, qayta - qayta o'qing. Shundan so'ng ishni bajarish tartibini o'qib o'rganing. Shundan so'ng, o'qituvchiga ishni bajarishga tayyor ekanligingizni ma'lum qiling. O'qituvchi ishni bajarishga ruxsat bergach, siz ishni bajarish tartibiga to'la amal qilgan xolda o'lchashlarni va hisoblashlarni bajaring, tajriba xatolarini hisoblang va tajribada olgan natijalaringizni chuqur tahlil qilib tegishli xulosalar chiqaring. Ish yuzasidan yozma hisobot tayyorlang (hisobotni yozish tartibi quyida bayon qilingan). Qo'llanmaning oxiridagi nazorat savollariga, ko'rsatilgan adabiyotlarni o'qib, javob toping. Shundan so'ng siz yozgan hisobotingizni o'qituvchiga topshirish imkoniyatiga ega bo'lasiz.

7. Laboratoriya ishi yuzasidan yoziladigan hisobotning tuzilishi

Bajariladigan laboratoriya ishi yuzasidan har bir talaba alohida hisobot yozib topshirishlari lozim. Hisobot alohida 12 - varaqli daftarda (yoki bir necha varaq oq qog'ozda) yoziladi. Hisobotda quyidagilar o'z aksini topishi zarur: birinchi betda hisobotning tartib raqami, talaba manzili (o'qiydigan fakultet, bo'lim va guruh), familiyasi va ismi, ishning tartib raqami; ikkinchi betda ishning mavzusi, kerakli asbob - uskunalar, ishning maqsadi; uchinchi va keyingi betlarda o'lchash uslubining qisqacha nazariyasi (I), qurilma tuzilishi (II), qurilmaning elektr sxemasi (III), ishni bajarish tartibi (IV), tajriba natijalari va ularni izohlash (V), tajriba xatoliklarini hisoblash (VI) va xulosalar (VII).

8. Fizikaviy kattaliklarni o'lchash, o'lchash vositalari va usullari

Fizikaviy kattaliklar qiymatini tajribada maxsus texnik vositalar yordamida aniqlashga **o'lchash** deyiladi. O'lchashlar fizikaviy kattaliklarning sobiq SSSR da 1963-yilda qabul qilingan Xalqaro o'lchov birliklari sistemasining o'lchov birliklarida (metr, kilogramm, sekund, Kelvin, mol, Amper, Kandel) bajariladi.

Elektr o'lchashlarda quyidagi turdagi texnik vositalardan foydalaniladi:

- 1) Etalonlar (namunaviy aniq o'lcham);
- 2) Elektr o'lchov asboblari;
- 3) O'lchov o'zgartirgichlari;
- 4) Elektr o'lchov qurilmalari;
- 5) Axborot o'lchov sistemalari.

Etalonlar – ma'lum o'lchamli fizikaviy kattaliklarni qayta ishlab chiqarishda ishlatiladigan va tekshirib ko'rishga mo'ljallangan o'lchov vositalaridir. Bularga etalon qarshiliklar, kondensatorlar, induktivlik g'altaklari, tarozi toshlari va h.z. kiradi.

Elektr o'lchov asboblari – bevosita kuzatish orqali elektr kattaliklarni o'lchashga mo'ljallangan texnik vositalardir. Bularga ovometr, Ommetr, ampermetr, voltmetr, vattmetr va h.z. kiradi.

O'lchov o'zgartirgichlari – bevosita o'lchash yoki kuzatish imkoniyatiga ega bo'lmagan fizikaviy kattaliklarni o'lchashga yoki kuzatishga qulay bo'lgan shakldagi kattaliklarga o'zgartirib berish vazifasini bajaruvchi texnik vositalardir. Bularga shuntlar, kuchlanish taqsimlagichlar, transformatorlar, termoelektrik termometrlar, termorezistorlar, tenzorezistorlar, induktiv o'zgartirgichlar va h.z. kiradi.

Elektr o'lchov qurilmalari – o'zaro ulangan o'lchov vositalari va qo'shimcha qurilmalar to'plamidan tashkil topgan texnik vositalar bo'lib, ular axborotlarni avtomatik tarzda olishga, uzatishga va ishlab chiqishga mo'ljallangandir.

O'lchash natijalarining olinish yo'liga qarab barcha o'lchashlar bevosita va bilvosita o'lchash turlariga bo'linadi. O'lchanadigan kattalikni uning o'lchov birligida darajalangan texnik vosita yordamida to'g'ridan-to'g'ri o'lchashga (masalan, tok kuchini ampermetr yordamida o'lchashga) **bevosita o'lchash** deyiladi. O'lchanadigan kattalikni to'g'ridan-to'g'ri o'lchamasdan, balki shu kattalik bilan biror aniq ko'rinishdagi matematik ifoda orqali bog'langan boshqa kattaliklarni bevosita o'lchab, so'ngra shu ifodadan uni hisoblab aniqlashga **bilvosita o'lchash** deyiladi. Masalan, o'zgarmas tok zanjirining biror qismidagi kuchlanish va tok kuchini voltmeter va ampermetr yordamida bevosita o'lchab, so'ngra shu qism qarshiligini $R=U/I$ ifodadan bilvosita hisoblanadi.

O'lchash prinsipi va vositalariga bog'liq holda o'lchash usullari bevosita va taqqoslab o'lchash usullariga bo'linadi. **Bevosita o'lchash usulida** o'lchanadigan kattalik shu kattalikka darajalangan o'lchov asbobining ko'rsatishi bo'yicha aniqlanadi (masalan, qarshilikni ommetr bilan o'lchash). Bu usul eng sodda o'lchash usuli bo'lib, o'lchash aniqligi nisbatan pastroqdir. **Taqqoslab o'lchash usulida** o'lchanadigan kattalik shu kattalik etaloni bilan taqqoslanib aniqlanadi (masalan, galvanik elementning EYuKi, normal elementning EYuKi bilan taqqoslanib aniqlanadi; jism massasi namuna toshlar bilan solishtirilib tarozida aniklanadi va h.z.). Taqqoslab o'lchash usuli nisbatan murakkabroq usul bo'lsada, u yuqori aniqlikka ega bo'lgan usuldir.

Taqqoslab o'lchash usullari o'z navbatida nol, differensial va almashlash usullariga bo'linadi.

Nol usul – o'lchanadigan kattalikni uning etaloni bilan solishtiriladigan usul bo'lib, bunda o'lchanadigan va etalon kattaliklar orqali maxsus indikatorga qarama-qarshi signal yuboriladi va indikator ko'rsatkichi nolga keltiriladi. Bunga muvozanatli ko'priqda (masalan, Uitsen ko'priqida) qarshilik, sig'im va h.k. larni o'lchashni misol kilib ko'rsatish mumkin.

Differensial usul – o'lchanadigan kattalikni uning etaloni bilan solishtirishga va o'lchanuvchi xamda etalon kattaliklar orasidagi farqni o'lchashga asoslangan usuldir. Bu usul nol usuldan farqli ravishda o'lchanuvchi va etalon kattaliklar

signallari to'la muvozanatga keltirilmaydi. Bunga misol kilib elektr qarshilikni muvozanatsiz ko'prik sxemada o'lchashni ko'rsatish mumkin. U holda noma'lum qarshilik ko'prik yelkalarining aniq qarshiliklari orqaligina emas (nol usuldagidek), balki indikator ko'rsatishi orqali aniqlanadi.

Almashlash usuli – o'lchanuvchi kattalik X uning etaloni X_0 bilan solishtiriladigan usul bo'lib, o'lchash qurilmasida X – kattalik o'zgaruvchan X_0 bilan almashtiriladi. Etalon X_0 qiymati o'zgartirilishi natijasida qurilmadagi o'lchash asboblarning ko'rsatishi X – kattalik ulangan paytdagi ko'rsatishiga erishiladi. Natijada $X=X_0$ bo'ladi. Bunga misol qilib ko'prik sxemaning bir yelkasiga o'lchanadigan qarshilik va rostlanadigan namuna qarshilikni navbatma-navbat (almashlab) ulab elektr qarshilikni o'lchash usulini ko'rsatish mumkin. Barcha usullar ichida almashlash usuli eng aniq usuldir, chunki bu usulda o'lchash natijalariga qurilmadagi o'lchov asboblarning o'lchash xatoligi ta'sir qilmaydi.

9. Xatoliklarning turlari va ularni aniqlash

9.1. Xatoliklarning turlari

Fizikaviy kattaliklarni tajribada absolyut aniq o'lchash mumkin emas. Chunki har qanday o'lchashda qandaydir xatolikka yo'l qo'yiladi. Fizikaviy kattalikning o'lchangan qiymati va uning haqiqiy qiymatlari orasidagi chetlanishga **o'lchash xatoligi** deyiladi. Barcha xatoliklar ikkita katta guruhga - sistemali va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

9.1.1. Sistemali xatoliklar. Sistemali xatoliklarning quyidagi turlari mavjud:

1) **O'lchash asboblarning xatoligi.** Bu xatolik o'lchash asboblarning nomukammal loyihalanishi, noto'g'ri darajalanishi va h.k. sabablar tufayli paydo bo'ladi.

2) **Tajriba qurilmasining xatoligi.** Bu xatolik qurilmaning, xususan undagi o'lchov asboblarning eng qulay joylashmaganligi (masalan, asboblarning stolga yoki devorga noqulay o'rnatilish holati, issiqlik, magnit yoki elektr maydonlari manbalariga yaqin o'rnatilishi va h. z.) tufayli yuz beradi.

3) **Tajriba o'tkazuvchining subyektiv xatolari.**

4) **Tajriba usuli xatoligi.** Bu xatolik tajriba usulining yetarli darajada nazariy asoslanmaganligi yoki unda taqribiy formulalardan foydalanganligi tufayli yuz beradi. Hisob formulasidagi ba'zi bir fizikaviy kattaliklarning, fizik doimiylarning va matematik doimiylarning (π , e) qiymatlarini jadvaldan yaxlitlab olinganda ham sistemali xatolikka yo'l qo'yiladi.

Sistemali xatoliklar takroriy o'lchashlarda o'zgarmay qoladi yoki muayyan

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: ----nostringval----

STACK: