

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

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

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



«FIZIKA 1,2»

FANI BO'YICHA

O'QUV USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	700000	- Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta'lim sohasi:	720000	- Ishlab chiqarish va ishlov berish sohalari
Ta'lim yo'nalishi:	60720100	- Oziq-ovqat texnologiyasi

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.
Boymatova N.	-“Axborot texnologiyalari,tabiiy va aniq fanlar” kafedrasining o'qituvchisi
Berdiyarov R.	-“Axborot texnologiyalari,tabiiy va aniq fanlar” kafedrasining o'qituvchisi

**“FIZIKA 1,2”
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).

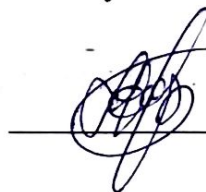
Kafedra mudiri:



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	Amaliy mashg'ulotlar uchun o'quv materiallari	184
3.3	Laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari	204
3.4	Mustaqil ta'lim bo'yicha o'quv materiallari	357
3.5	Fan bo'yicha glossariy (o'zbek, rus, ingliz tillarida)	358
IV	Fan bo'yicha o'tkaziladigan attestatsiyalar uchun savollar:	371
4.1	1-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	371
4.2	2-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	374
4.3	YaB uchun og'zaki savollar (300 ta)	378
4.4	1-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	386
4.5	2-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	389
4.6	YaB uchun yozma ish savollari (500 ta)	393
4.7	1-OB uchun test savollari (200 ta)	408
4.8	2-OB uchun test savollari (200 ta)	431
4.9	YaB uchun test savollari (500 ta)	458
V	Fan bo'yicha baholash me'zonlari	519
VI	Fan bo'yicha tarqatma materiallar	520
VII	O'UMning elektron varianti (DVD)	524

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-60720100-1.05

2025-yil “29” 08

2025-yil “29” 08

“FIZIKA 1,2”

O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 700 000 - Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta'lim sohasi: 720 000 – Ishlab chiqarish va ishlov berish sohalari
Ta'lim yo'nalishi: 60720100 – Oziq-ovqat texnologiyasi

Fan/modul kodi FIZ11208		O'quv yili 2025-2026	Semestr 1-2	ECTS – Kreditlar 8	
Fan modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek		Haftadagi dars soatlari 6	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)		Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Fizika 1,2	120		120	240
2.	I. Fanning mazmuni Fanni o'qitishdan maqsad – Oliy o'quv yurtlarida fizika fanini o'qitishdan maqsad, talabalarni fizikaning asosiy qonun - qoidalari, hamda nazariy va laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur bo'lgan fizik tushunchalar bilan tanishtirishdan, yangiliklarni mustaqil o'rganib, uning tadbiqlarini o'zlashtira olishga o'rgatishdan, talabalarga elektrlangan jismlar va zarrachalar orasida o'zaro ta'sirni ro'yobga chiqaruvchi elektromagnit maydon xossalari va qonuniyatlari, elektr maydoni va uning xossalari, elektr maydonining asosiy xarakteristikalar - kuchlanganlik, potentsiallar farqi, kuchlanish, elektr sig'imi, elektr maydon energiyasi, elektr maydonidagi moddalar haqida tushunchalar berish, magnit maydon, magnit maydon xossalari va harakteristikalar bilan tanishtirish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishning istiqbollarini fizik tushunchalar yordamida bayon qila olishga o'rgatishdan iborat. Fanning vazifasi - asosiy fizik hodisalar va g'oyalarni o'rganish, hozirgi zamon va klassik fizikaning fundamental tushunchalari, qonunlari va nazariyalarini o'zlashtirish: talabalarning ilmiy dunyoqarashini va fizikaviy fikrlashini shakllantirish: hozirgi zamon fizikaviy asbob va qurilmalar bilan tanishtirish va fizikaviy tajribalar o'tkazish ko'nikmalarini shakllantirish: fizikaning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishdagi qo'llanishi bilan tanishtirish.				
II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)					
II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:					
1 - mavzu. Mexanikaning fizik asoslari.					
Fizika predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi. Fizikaviy o'lchov birliklar haqida umumiy ma'lumotlar. Fazo va vaqt, to'g'ri chiziqli kinematikasi, kuchlar va muvozanat , Nyuton qonunlarining eksperimental asoslari.Traektoriya, ko'chish, yo'l, tezlik tezlanish. Burchak tezlik va burchak tezlanish.					
2 - mavzu. Dinamikaning fizik asoslari.					
Massa. Kuch. Nyuton qonunlari. Nyuton qonunlarining eksperimental asoslari. Ishqalanish kuchlari. Impuls, impulsning saqlanish qonuni. O'zgaruvchi massali					

3- mavzu. Qattiq jismlar mexanikasi.

Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar. Qattiq jismlar deformasiyasi. Deformasiya turlari. Inersiya momenti. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi. Kuch momenti. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi. Impuls momentining saqlanish qonuni.

4- mavzu. Suyuqliklar mexanikasi.

Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar. Hidrodinamika asoslari. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari. Fik, Fure va Nyuton qonunlari. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari. Yopishqoqlik koeffisientining haroratdan bog'liqligi.

5- mavzu. Gazlar molekulyar –kinetik nazariyasi.

Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi. Gaz qonunlari. Boylm-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl, Dalmtan. Qonunlari. Avagadro va lashmid sonlari. Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish. Ichki energiya. Real gazlar haqida ma'lumotlar. Van-der-Vaals tenglamasi. Gazlarni suyultirish.

6- mavzu. Termodinamika asoslari.

Termodinamik jarayonlar va tizimlar. Issiqlik muvozonati. Ochiq va yopiq tizimlar. Termodinamikaning birinchi qonuni. Harorat va uni o'lchash usullari. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni. Entropiya va uning fizik mohiyati.

7-mavzu. Elektrostatika. Elektr maydoni.

Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar. Moddallarning elektr xossalari. Maydon kuchlanganligi va potentsiali. Potensiallar ayirmasi. Kuchlanish. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi. Dielektrlarning turlari. Dielektrlarning qutblanishi. Dielektrik singdiruvchanlik.

8-mavzu. O'zgaras tok qonunlari.

O'tkazgichlardagi elektr toki. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi. O'zgaras elektr toki qonunlari. O'zgaras tokning bajargan ishi va quvvati. Om va Joul-Lens qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari. Elektr sig'imi. Kondensatorlar. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash. Tashqi kuchlar. Elektr yurituvchi kuch. O'zgaras tok manbalari. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar. To'liq zanjir uchun Om qonuni. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalari.

9-mavzu. Gazlarda, vaakuumda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki.

Gazlarda elektr toki. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakteristikasi. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari. Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo'llanilishi. Plazma haqida tushuncha. Gazlarda va vakuumda elektr toki. Elektronlar dastasi. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Elektron lampalar. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi. Diod va triod.

10- mavzu. Suyuqliklarda elektr toki

Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar. Kationlar va anionlar. Ionlarning rekombinatsiyalanishi. Elektrolitik dissotsiatsiya. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi. Fermi sathi.

11- mavzu. Magnit maydoni va o'zgaruvchan tok.

Magnit maydoni. Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni. Magnit maydon induksiya vektori. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi. Bio-Savar-Laplas qonuni. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri. Amper kuchi. Parallel toklarning o'zaro ta'siri. Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta'siri. Lorens kuchi. Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati. Xoll effekti. Tezlatgichlar.

12- mavzu: Elektromagnit induksiya hodisasi.

Faradey tajribalari. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni. Lens qoidasi. O'zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Fuko toklari. Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar. O'zaronduksiya. Transformatorlar. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi. Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiyasi. Magnit maydon oqimi. Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.

13- mavzu: Moddalarning magnit xususiyatlari.

Magnit maydoni va uning asosiy xossalari. Moddalarning magnit xossalari. Magnit maydon induksiyasi. Moddadagi magnit maydon. Molekulyar toklar. Magnitlanish vektori. Muhitlardagi magnit maydon uchun to'la tok qonuni. Magnetiklarning turlari. Diamagnetiklar. Paramagnetiklar. Ferromagnetiklar.

14- mavzu: Elektromagnit tebranishlar va to'liqlar.

Tebranish konturidagi fizik jarayonlar. Tomson formulasi. Majburiy elektr tebranish tenglamasi. Kuchlanish rezonansi. Tok rezonansi. O'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig'im va induktivlik. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.

15- mavzu: Geometrik optika.

Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi, Yoritilganlik, Yorug'likkuchi, Ravshanlik. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.

16- mavzu: Yorug'likning moddalar bilan o'zaro tasiri.

Yorug'likning yutilish. Yutilish qonunlari. Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish. Yorug'likning ikkilanib sinishi. Fotoelektron kollorimetrlar, ularning ishlash prinsipi va ishlatilish sohalari.

17- mavzu: Yorug'likning qutblanishi.

Yorug'likning qutblanishi, saxarometrlar va polyarimetrlar. Ko'rish sistemasining tuzilishi va unda bo'ladigan biofizik jarayonlar. Qutblanish tekisligining buralish hodisasi. Kerr effekti va undan modda konsentrasiyasini aniqlashda foydalanish.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasi dotsenti f.m.f.n. N.Mamatqulov, o'qituvchilar R.Berdiyarov va N.Boymatovalar tomonidan 60720100- Oziq-ovqat texnologiyasi ta'lim yo'nalishi talabalariga "Fizika 1,2" fanidan tayyorlangan fan dasturiga

TAQRIZ

"Fizika" fanining qishloq xo'jaligi bilan ijodiy bog'liqligi qishloq xo'jalik hayvonlarining hayot faoliyati jarayonlarining, hayvon rivojlanayotgan muhitning fizik sharoitlarga bog'liq bo'lib, hayvonlar uchun zarur bo'lgan iqlim sharoitini o'rganish va eng qulay muhitni aniqlash fizikaning asosiy vasifasidir.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasi dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatqulov, o'qituvchi R.Berdiyarov va N.Boymatovalar tomonidan "Fizika 1,2" fanidan tayyorlangan fan dasturi 60720100- Oziq-ovqat texnologiyasi ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan. Talabalar tabiatda ko'p uchraydigan ob-havo va iqlimni xarakterlaydigan meteorologik kattaliklar, qishloq xo'jaligi va unga bog'liq bo'lgan tabiiy muhitdan barqaror, sifatli biologik mahsulot ishlab chiqarishda fizikaviy bilimlarga ham tayanadilar.

"Fizika" fanining asosiy qishloq xo'jaligi mahsulotlari rivojlanishidagi rolini ko'rsatish: asboblardan va qurilmalar bilan tanishtirish, kundalik turnushimizda kerak bo'ladigan ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishda xalq xo'jaligining turli sohalarini rivojlantirishda asosiy baza bo'lib hisoblanadi.

Ushbu "Fizika 1,2" fanidan tuzilgan fan dasturi qo'yilgan talablarga mos keladi va talabalar bilimini mustahkamlashda muhim o'rin kasb etadi.

SamDU Muhandislik fizikasi instituti

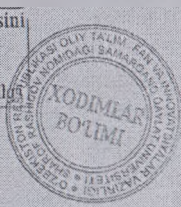
Umumiy fizika kafedrasi dotsenti:

Amonov

B.U. Amonov

______ning imzosini
tasdiqlayman
Sharof Rashidov nomidagi
SamDU xodimlar bo'limi boshlig'i

Sharof Rashidov



18-mavzu: Kvant nurlanish hodisalari.

Issiqlik nurlanishi. Absolyut qorq jism. Kirxgof va Vin qonunlari. Stefan – Bolsman qonuni. Yorug'likning issiqlik manbalari. Optik pirometriya. Yorug'lik bosimi. Fotoeffek, uning turlari, qonunlari va texnologik jarayonlarda qo'llanilishi.

19-mavzu: Atom fizikasi.

Atom tuzilishi va nur chiqarishi. Rentgen nurlari, ularning olinishi, xossalari. Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari. Lazer nurlari, ularning xossalari va biologik ta'siri.

20-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 qishloq xo'jaligida foydalanish. Radioaktiv nurlardan veterinariyada foydalanish.

III. Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

III.I. Amaliy mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Mexikaning fizik asoslari. Energiya va ish.
2. Qattiq jimlar mexikaning. Suyuqliklar mexikaning.
3. Ideal gaz molekulyar – kinetik nazariyasi. Termodinamika asoslari.
4. Elektrostatika. Elektr maydoni. Doimiy va o'zgaruvchan tok.
5. Moddalarning magnit xususiyatlari. Elektr tokining ishi, quvvati va issiqlik ta'siri
6. Elektromagnit tebranishlar va to'liqlar.
7. Geometrik optika. Yorug'likning ta'biati va uning tarqalish qonunlari.
8. Yorug'likning qutblanishi. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.
9. Linzalar va optik asboblardan
10. Atom va Yadro fizikasi.

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

1. Talabalarga ayrim maslahat va ko'rsatmalar. Tajriba xatoliklarini aniqlash
2. Turli moddalar konsentrasiyasini aniqlash.
3. Qattiq jimlar zichligini aniqlash.
4. Jismlarning inersiya momentini trefilyar osma usuli yordamida aniqlash.
5. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.
6. Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida

aniqlash.

7. Tomchi uzilish usuli yordamida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.
8. Havo namligini psixrometr yordamida aniqlash.
9. Stoks usuli yordamida suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash.
10. Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.
11. Suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganish.
12. Elektr zanjiri elementlarini o'rganish.
13. Elektron ossilograf ishini o'rganish.
14. O'tkazgich qarshiligini ampermetr va voltmeter yordamida aniqlash.
15. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.
16. Termoparani darajalash.
17. Elektr isitkich asbobning FIKini aniqlash.
18. Tok manbaining E.YU.K.ni kompensatsiya usuli bilan aniqlash.
19. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash.
20. Metall o'tkazgich qarshiligining haroratga bog'likligini o'rganish.
21. Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini o'rganish.
22. Magnit maydoni induktivasini o'rganish.
23. Qabariq linzaning fokus masofasini aniqlash.
24. Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash.
25. Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash.
26. Fotoelementning xossalari o'rganish.
27. Fotoelektrik kollorimetr yordamida suyuqliklar tarkibini o'rganish.
28. Yorug'likning eritmalarda yutilishini o'rganish.
29. Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash.
30. Difraksion panjara yordamida yorug'lik to'liq uzunligini aniqlash.

Laboratoriya darslarida kerakli asbob-uskunalar mavjud bo'lgan laboratoriya xonalarida o'tkazilishi zarur. Talabalar o'z qo'llari bilan sxemalar yig'ishi yoki asboblarni yordamida tajribalarni o'tkazishi va hisob ishlarini amalga oshirib hodisalarning o'zaro bir-biri bilan bog'liqligi to'g'risida amaliy ko'nikma va malaka hosil qiladilar.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasida dotsenti f.m.f.n N.Mamatqulov, o'qituvchilar R.Berdiyarov va N.Boymatovlar tomonidan 60720100- Oziq-ovqat texnologiyasi ta'lim yo'nalishi talabalariga "Fizika 1,2" fanidan tayyorlangan fan dasturiga

TAQRIZ

Bozor iqtisodiyoti davrida mamlakatimizning iqtisodiy sohalarda yuqori natijalarga erishishi, jahon iqtisodiy tizimida o'z o'rnini topishi, kishilik faoliyatining barcha jabhalarida, oziq-ovqat xavsizligi va qishloq xo'jaligidan samarali foydalanishga bog'liq bo'lib bormoqda. Shu boisdan hozirgi davrda "Fizika" fanini qishloq xo'jalik va chorvachilik sohasida qo'llanilishini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "Axborot texnologiyalari va tabiiy fanlar" kafedrasida dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatqulov, o'qituvchi R.Berdiyarov va N.Boymatovlar tomonidan "Fizika 1,2" fanidan tayyorlangan fan dasturi 60720100- Oziq-ovqat texnologiyasi ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Qishloq xo'jalik va texnika fanlari rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatayotgan fizika fanini o'rganish juda muhimdir. Bir qarashda mavhumdek tuyulgan fizika tadqiqotlari texnikaning yangi sohalarini, qishloq xo'jaligi va sanoatning rivojlanishiga qandaydir tutki bo'lganligini hamda fan-texnika revolyutsiyasi deb ataladigan jarayonga olib kelganligini ushbu fan dasturidan bilib olish mumkin.

"Fizika" fani elektr hodisalarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi hamda ularning qishloq xo'jalik ekinlarining o'sish va rivojlanishidagi rolini ko'rsatadi.

Ushbu "Fizika 1,2" fanidan tuzilgan fan dasturi qo'yilgan talablarga mos keladi va talabalar bilimini mustahkamlashda muhim o'rin kasb etadi.

Sam.DVMChBU "Agrotexnologiya, ishlab chiqarishni mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish" kafedrasida dotsenti.

Abdug'aniyev Z.

TASDIQLAYMAN

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi

	va chorvachilik sohasida kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PQ-187-son qarori. 6. Glaser, Roland. Biophysics -Berlin : Springer, Cop. 2014. — XVI, 361 c 7. Mamatqulov N. Biofizika uslubiy ko'rsatma 2013. 90 bet Axborot manbalari: 1. Mexanika - www. emoni.com 2. Termodinamika – w.w.w. cc.ss. u crèmea 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. Yadro fizikasi – www. Fiz. shelp.ru 8. Radioaktiv- www. jolnbiz.ru 9. Gidrodinamika - www. tochnie. Uchilna.ru 10. http://www.Chemwed.com 11. http://www.Scirus.com 12. http://www.Yahoo.com/chemistry/ 13. http://www.Csienccdirect.com
7.	Fan dasturi Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti huzuridagi "840000-Veterinariya" ta'lim sohasi bo'yicha Kengashning 2025-yil "28" 08 dagi 3 sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.
8.	Fan/modul uchun mas'ullar: N.Mamatkulov - SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrası dotsenti, f.m-f.n R.Berdiyarov - SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrası o'qituvchisi N.Boymatova- SamDVMCHBU, "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrası o'qituvchisi
9.	Taqrizchilar: Amonov B. -Sharof Rashidov nomidagi SamDU Muhandislik fizikasi instituti Umumiy fizika kafedrası dotsenti Pardayev Y. -Samarqand agroinnovasiyalar va tadqiqotlar instituti, agrotexnologiya kafedrası dotsenti, t.f.n

28.	Yorug'likning eritmalarda yutilishini o'rganish.
29.	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash
30.	Difraksion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash
IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar	
<i>Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:</i>	
1.	Mexanikaning fizik asoslari.
2.	Molekulyar fizika asoslari.
3.	Termodinamika asoslari.
4.	Qattiq jismlar
5.	Mexanik tebranishlar va to'lqinlar.
6.	Suyuqliklar mexanikasi.
7.	Elektrostatika qonunlari.
8.	Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanish istiqbollari.Olamning fizik manzarasi haqida ma'lumot.
9.	Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish.O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.
10.	Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti. Lazer nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
11.	Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo'llanilishi.
12.	Uch elektrodli elektron lampalar. Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi.
13.	O'ta o'tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.
14.	Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.
15.	Elektron lampalar.
16.	Plazma. Xossalari va qo'llanilishi. Termoelektrik hodisalar.
17.	Metallarda elektronlar konsentratsiyasi va harakatchanligi. Magnit oqimidan texnikadan foydalanish.
18.	Payvandlash transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
19.	O'zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans hodisalar.
20.	O'zgarmas tok generatorlari. O'zgaruvchan tok generatorlari.
21.	O'zgarmas tok elektr dvigateli. Sinxron dvigatellar. Asinxron dvigatellar.
22.	Uch fazali elektr toki.
23.	Elektromagnit to'lqinlarning aloqa maqsadlarida qo'llanilishi.
24.	Majburiy elektr tebranishlari. Erkin elektromagnit tebranishlar.
25.	Optik hodisalar. Geometrik optika.
26.	Yorug'likning moddalar bilan tasiri.

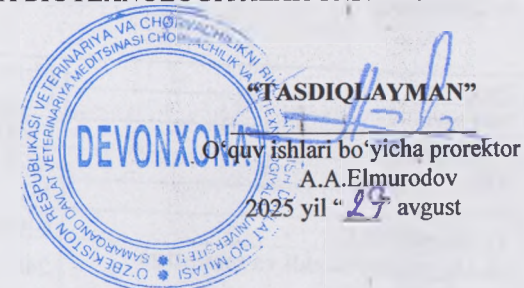
	bo'yicha internet ma'lumotlarini to'plash, ularni o'rganish, o'quv adabiyotlari yordamida referat tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.
3.	V. Malakaviy amaliyotni o'tkazish tartibi: rejalashtirilmagan. VI. Ta'lim natijalari / Kasbiy kompetensiyalari Talaba bilishi kerak: - Fizika fanining asosiy qonun – qoidalari, hamda nazariy va laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur bo'lgan fizik tushunchalar bilan tanishadi, yangiliklarni mustaqil o'rganib, uning tadbirlarini o'zlashtira olishadi, elektrlangan jismlar va zarrachalar orasida o'zaro ta'sirni ro'yobga chiqaruvchi elektromagnit maydon xossalari va qonuniyatlarini, elektr maydoni va uning xossalari, elektr maydonining asosiy xarakteristikalarini – kuchlanganlik, potentsiallar farqi, kuchlanish, elektr sig'imi, elektr maydon energiyasi, elektr maydonidagi moddalar haqida tushunchalar berish, magnit maydon, magnit maydon xossalari va xarakteristikalarini bilan tanishtirish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishning istiqbollari fizik tushunchalar yordamida bayon qila olishni, qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini miqdor jihatdan baholashni, dala ishlarida agrotexnik tadbirlarning o'tkazilishda elektromagnetik jixozlarni qo'llay bilishi kerak; (bilim) - fizikaviy modellarni tadqiq qilish; - ishlab chiqarish jarayonlarida va texnikaviy ob'ektlarda eng oddiy fizikaviy tizimlarning modellaridan foydalanish; - fizika fanining turli bo'limlariga xarakterli bo'lgan qiymatlarning sonli tartibini o'lchash va baholash; - qishloq xo'jalik ekinlarini rivojlanishi va hosildorligini aniqlash maqsadida elektrik asbob va uskunalardan foydalanish va tahlil qilish ko'nikmalarga ega bo'lishi kerak. (ko'nikma) O'qish davomida nazariy bilimlarni tajribalar o'tkazish orqali mustahkamlash va yanada chuqurlashtirish; - olingan nazariy va amaliy bilimlariga asoslanib, fizikaning elektromagnetizm bo'limlariga oid laboratoriya ishlarini bajarish darajasini egallash; - raqamli texnologiyalarni qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llay olishlari uchun turli xil ma'lumot manbalaridan shu qatorda axborot texnologiyalaridan foydalanish qobiliyatlarini shakllantirish va rivojlantirish; Nazariy olgan bilimlarini amaliyotda qo'llay olishlari, turli xil fizikaviy tajribalarni mustaqil o'tkaza olishlari va olingan natijalarni tahlil qilishni to'g'ri bajara olishlarini shakllantirish va rivojlantirish; olingan ma'lumotlarni tahlil qilish malakalariga ega bo'lishlari kerak. (malaka)
4	VII. 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	VIII. Kreditlarni olish uchun talablar: Joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazoratni muvaffaqiyatli topshirish.
6	Asosiy adabiyotlar 1. N.Mamatqulov Fizika (elektr va elektromagnetizm). Darslik T.: "Fan ziyosi" 2023. 256 bet. 2. O.Raximov. N.Mamatqulov. Fizika o'quv qo'llanma Samarqand: "Turon" 2021. 619 bet. 3. Norboev N. Arg'inboev X. Abdullaev X.- Fizikadan amaliy mashg'ulotlar. T.: Xalq merosi, 2001.264 bet 4.M. Ismoilov, P.Habibullaev, M.Xaliullin. "Fizika kursi". Darslik. T.:O'zbekiston. 2000. 470 bet. 5.Sapayev B., Djuraeva L.T. Fizika (laboratoriya mashg'ulotlari), T.: "O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati", 2017y, 205 bet. Qo'shimcha adabiyotlar 1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekistonda erkin va farovon yashaylik. "Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. – 52 bet. 2. Mirziyoyev Sh.M. Insonparvarlik, ezgulik va bunyodkorlik-milliy g'oyamizning poydevoridir. Toshkent, "Tasvir" nashriyot uyi, 2021 yil. – 36 bet. 3. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent, "O'zbekiston" nashriyoti, 2022 yil. – 416 bet. 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.

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

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

SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI



“FIZIKA” 1,2

FANI BO'YICHA

SILLABUS

Kunduzgi ta'lim shakli uchun

Bilim sohasi: 700 000 - Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta'lim sohasi: 720 000– Ishlab chiqarish va ishlov berish sohalari
Ta'lim yo'nalishi: 60720100 – Oziq-ovqat texnologiyasi

Samarqand –2025



Modul / FAN SILLABUSI
“Chorvachilik va Texnologiyalar” fakulteti
60720100 – Oziq-ovqat texnologiyasi ta’lim
yo’nalishi



Fan nomi:	<i>Fizika 1,2</i>
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	FIZ11208
Yil:	2025-2026
Semestr:	1-2
Ta’lim shakli:	Kunduzgi
Mashg’ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	240
Ma’ruza	40
Amaliy mashg’ulotlar	20
Laboratoriya mashg’ulotlari	60
Seminar	-
Mustaqil ta’lim	120
Kredit miqdori:	8
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	O‘zbek

Fan maqsadi (FM)	
FM1	Fanni o‘qitishdan maqsad – Oliy o‘quv yurtlarida fizika faninio‘qitishdan maqsad, talabalarni fizikaning asosiy qonun - qoidalari, hamda nazariy va laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur bo‘lgan fizik tushunchalar bilan tanishtirishdan, yangiliklarni mustaqil o‘rganib, uning tadbiqlarini o‘zlashtira olishga o‘rgatishdan, talabalarga elektrlangan jismlar va zarrachalar orasida o‘zaro ta’sirni ro‘yobga chiqaruvchi elektromagnit maydon xossalari va qonuniyatlari, elektr maydoni va uning xossalari, elektr maydonining asosiy xarakteristikalari - kuchlanganlik, potentsiallar farqi, kuchlanish, elektr sig‘imi, elektr maydon energiyasi, elektr maydonidagi moddalar haqida tushunchalar berish, magnit maydon, magnit maydon xossalari va xarakteristikalari bilan tanishtirish va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishning istiqbollarini fizik tushunchalar yordamida bayon qila olishga o‘rgatishdan iborat. Fanning vazifasi - asosiy fizik hodisalar va g‘oyalarni o‘rganish, hozirgi zamon va klassik fizikaning fundamental tushunchalari, qonunlari va nazariyalarini o‘zlashtirish: talabalarning ilmiy dunyoqarashini va fizikaviy fikrlashini shakllantirish: hozirgi zamon fizikaviy asbob va qurilmalar bilan tanishtirish va fizikaviy tajribalar o‘tkazish ko‘nikmalarini shakllantirish; fizikaning qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishdagi qo‘llanishi bilan tanishtirish.

Fanni o'zlashtirish uchun zarur boshlang'ich bilimlar	
1.	Fizika
2.	Elektromagnetizm
3.	Biofizika

Ta'lim natijalari (TN)	
	<i>Bilimlar jihatidan:</i>
TN1	Fizika tushunchasi va asoslari, iqtisodiy rivojlanish omillari, iqtisodiy rivojlanish nazariyalari haqida tasavvurga ega bo'lishi; (bilim)
TN2	Fizika nazariyalari asoslarini, iqtisodiy rivojlanish qonunlari, asosiy tushunchalar, iqtisodiy jarayonlarning xususiyatlarini bilishi va ulardan foydalana olishi; (ko'nikma)
TN3	Talaba Fizika jarayonlarni tahlil qilish usullarini qo'llash, iqtisodiy rivojlanish muammolari bo'yicha yechimlar qabul qilish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak. (malaka)
	<i>Ko'nikmalar jihatidan:</i>
TN4	Fizika fanining predmeti va uning boshqa tabiiy fanlar bilan aloqasi.
TN5	Fizika predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi. Traektoriya, ko'chish, yo'l, tezlik tezlanish. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
TN6	Energiya, ish va quvvat. Kinetik va potensial energiyalar. Energiyaning saqlanish qonuni.

Fan mazmuni	
Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
M1	Mexanikaning fizik asoslari.
M2	Dinamikaning fizik asoslari.
M3	Qattiq jismlar mexanikasi.
M4	Suyuqliklar mexanikasi.
M5	Gazlar molekulyar –kinetik nazariyasi.
M6	Termodinamika asoslari.
M7	Elektrostatika. Elektr maydoni.
M8	O'zgarmas tok qonunlari.
M9	Gazlarda, vaakuumda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki.
M10	Suyuqliklarda toki
M11	Magnit maydoni va o'zgaruvchan tok.
M12	Elektromagnit induksiya hodisasi.
M13	Moddalarning magnit xususiyatlari.
M14	Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.
M15	Geometrik optika.

Fan mazmuni	
Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
M1	Mexanikaning fizik asoslari.
M2	Dinamikaning fizik asoslari.
M3	Qattiq jismlar mexanikasi.
M4	Suyuqliklar mexanikasi.
M5	Gazlar molekulyar –kinetik nazariyasi.
M6	Termodinamika asoslari.
M7	Elektrostatika. Elektr maydoni.
M8	O'zgaruvchan tok qonunlari.
M9	Gazlarda, vaakuumba va yarim o'tkazgichlarda elektr toki.
M10	Suyuqliklarda toki
M11	Magnit maydoni va o'zgaruvchan tok.
M12	Elektromagnit induksiya hodisasi.
M13	Moddalarning magnit xususiyatlari.
M14	Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.
M15	Geometrik optika.
M16	Yorug'likning moddalar bilan o'zaro tasiri.
M17	Yorug'likning qutblanishi.
M18	Kvant nurlanish hodisalari.
M19	Atom fizikasi.
M20	Yadro fizikasi.
Mashg'ulotlar shakli: amaliy mashg'ulotlar(A)	
A1	Mexanikaning fizik asoslari.Klassik mexanika.Energiya va ish.
A2	Qattiq jismlar mexanikasi.Suyuqliklar mexanikasi.
A3	Ideal gaz molekulyar –kinetik nazariyasi. Termodinamika asoslari.
A4	Elektrostatika. Elektr maydoni.Doimiy va o'zgaruvchan tok.
A5	Moddalarning magnit xususiyatlari.Elektr tokining ishi, quvvati va issiqlik ta'siri
A6	Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.
A7	Geometrik optika.Yorug'likning ta'biati va uning tarqalish qonunlari.
A8	Yorug'likning qutblanishi.Yorug'likning moddalar bilan o'zaro tasiri.
A9	Linzalar va optik asboblari
A10	Atom vaYadro fizikasi.
Mashg'ulotlar shakli: laboratoriya mashg'ulotlar (L)	
L1	Talabalarga ayrim maslahat va ko'rsatmalar.Tajriba xatoliklarini aniqlash
L2	Turli moddalar konsentratsiyasini aniqlash
L3	Qattiq jismlar zichligini aniqlash.
L4	Jismlarning inersiya momentini trefilyar osma usuli yordamida aniqlash.
L5	Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.
L6	Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida

Fan o'qituvchisi haqida ma'lumot

Mualliflar:	N.Mamatkulov – SamDVMCHBU Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar kafedrasining dotsenti, f.m.f.n. R.Berdiyarov - SamDVMCHBU, “Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar” kafedrasida o'qituvchisi N.Boymatova - SamDVMCHBU, “Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar” kafedrasida o'qituvchisi
E-mail:	berdiyarovrashid74@gmail.com
Tashkilot:	Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti “Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar” kafedrasida
Taqrizchilar:	B.U.Amonov - Sharof Rashidov nomidagi SamDU Muhandislik fizikasi instituti Umumiy fizika kafedrasida dotsenti Pardayev Y. -Samarqand agroinnovatsiyalar va tadqiqotlar instituti, agrotexnologiya kafedrasida dotsenti, t.f.n

Mazkur Sillabus “Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar” kafedrasining 2025 yil 26.08 dagi 1 sonli yig'ilishi bayoni bilan ma'qullangan.

Mazkur Sillabus universitet o'quv-uslubiy Kengashining 2025 yil 22.08 dagi 1 sonli yig'ilishi bayoni bilan tasdiqlangan.

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i

Fakultet dekani

Kafedra mudiri

Tuzuvchilar

Sh.Qurbonov
B.Nuriddinov
L.Safarova
N.Mamatkulov
N.Boymatova
R.Berdiyarov

- fandagi mavzularni tor doirada yoritib, bayon qilishda ayrim chalkashliklarga yo'l qo'yilsa;
- bayon qilish ravon bo'lmasa;
- fan bo'yicha savollarga mujmal va chalkash javoblar olinsa;
- fan bo'yicha matn puxta shakllantirilmagan bo'lsa.
- **g) quyidagi hollarda talabning bilim darajasi qoniqarsiz 2 baxo bilan baholanishi mumkin:**
- fan bo'yicha mashg'ulotlarga tayorgarlik ko'rilmagan bo'lsa;
- fan bo'yicha mashg'ulotlarga doir hech qanday tasavvurga ega bo'lmasa;
- fan bo'yicha matnlarni boshqalardan ko'chirib olganligi sezilib tursa;
- fan bo'yicha matnda jiddiy xato va chalkashliklarga yo'l qo'yilgan bo'lsa;
- fanga doir berilgan savollarga javob olinmasa;
- fanni bilmasa.

L19	O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash.
L20	Metall o'tkazgich qarshiligining haroratga bog'likligini o'rganish.
L21	Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini o'rganish.
L22	Magnit maydoni induktiyasini o'rganish.
L23	Qavariq linzaning fokus masofasini aniqlash.
L24	Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash.
L25	Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash
L26	Fotoelementning xossalarini o'rganish.
L27	Fotoelektrik kollorimetr yordamida suyuqliklar tarkibini o'rganish
L28	Yorug'likning eritmalarda yutilishini o'rganish.
L29	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash
L30	Difraksion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash

	Mustaqil ta'lim (MT)
1	Mexanikaning fizik asoslari.
2	Molekulyar fizika asoslari.
3	Termodinamika asoslari.
4	Qattiq jismlar
5	Mexanik tebranishlar va to'lqinlar.
6	Suyuqliklar mexanikasi.
7	Elektrostatika qonunlari.
8	Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanish istiqbollari. Olamning fizik manzarasi haqida ma'lumot.
9	Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish. O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.
10	Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti. Lazer nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
11	Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo'llanilishi.
12	Uch elektrodli elektron lampalar. Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi.
13	O'ta o'tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.
14	Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.
15	Elektron lampalar.
16	Plazma. Xossalari va qo'llanilishi. Termoelektrik hodisalar.
17	Metallarda elektronlar konsentratsiyasi va harakatchanligi. Magnit oqimidan texnikadan foydalanish.
18	Payvandlash transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
19	O'zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans hodisalar. O'zgarmas tok generatorlari. O'zgaruvchan tok generatorlari.
20	O'zgarmas tok elektr dvigateli. Sinxron dvigatellar. Asinxron dvigatellar.
21	Uch fazali elektr toki. Elektromagnit to'lqinlarning aloqa maqsadlarida

	qo'llanilishi.
22	Majburiy elektr tebranishlari. Erkin elektromagnit tebranishlar.
23	Optik hodisalar. Geometrik optika.
24	Yorug'likning moddalar bilan tasiri.
25	Kvant optikasi.
26	Rentgen nurlari, lazerlardan foydalanish
27	Atom tuzilishi.
28	Yadro fizikasi istiqbollari.

Asosiy adabiyotlar	
1.	N.Mamatqulov Fizika (elektr va elektromagnetizm). DarslikT.:“Fan ziyosi” 2023. 256 bet.
2.	O.Raximov. N.Mamatqulov. Fizika o'quv qo'llanma Samarqand: “Turon” 2021. 619 bet.
3.	NorboevN. Arg'inboevX. AbdullaevX.- Fizikadan amaliy mashg'ulotlar. T.: Xalq merosi, 2001.264 bet
4.	M.Ismoilov, P.Habibullaev, M.Xaliullin.“Fizika kursi”. Darslik. T.:O'zbekiston. 2000. 470 bet.
5.	Sapayev B., Djuraeva L.T. Fizika (laboratoriya mashg'ulotlari), T.: “O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati”, 2017y, 205 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 crèmea ru
3.	Akustika – www. acoustics.ru.
4.	Optika –www. Fiz.shelp.ru

5.	Atom fizikasi- www. Fiz.shelp.ru
6.	Yadro fizikasi – www. Fiz. shelp.ru
7.	Radioaktiv- www. jolnbiz.ru
8.	Elektromagnetizm – www. Zone-x ru
9.	Gidrodinamika - www. tochnie. Uchilna.ru
10.	http://www. Chemwed/com
11.	http://www. Scirus.com
12.	http://www. Yahoo.com/chemistry/
13.	http://www. Csienccdirect/com
14.	http://www. Kiuweronline/com

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 yoritishga ega bo'lsa;
- fanning mavzularini bayon qilishda ilmiylik va mantiqiylik saqlanib, ilmiy xatolik va chalkashliklarga yo'l qo'ymas;
- fan bo'yicha mavzu materiallarining nazariy yoki amaliy ahamiyati haqida aniq tasavvurga ega bo'lsa;
- fan doirasida mustaqil erkin fikrlash qobiliyatini namoyon etishga ega bo'lsa;
- berilgan savollarga aniq va lo'nda javob bera bo'lsa;
- konspektga puxta tayyorlangan bo'lsa;
- mustaqil topshiriqlarni to'liq va aniq bajargan bo'lsa;
- fanga tegishli qonunlar va boshqa me'yoriy-xuquqiy hujjatlarni to'liq o'zlashtirgan bo'lsa;
- fanga tegishli mavzulardan biri bo'yicha ilmiy maqola chop ettirgan bo'lsa;
- tarixiy jarayonlarni sharhlay bilsa;

b) 4 baho olish uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- fanning mohiyati va mazmunini tushungan, fanning mavzularini bayon qilishda ilmiy va mantiqiy chalkashliklarga yo'l qo'ymas;
- fanning mazmunini amaliy ahamiyatini tushungan bo'lsa;
- fan bo'yicha berilgan vazifa va topshiriqlarni o'quv dasturi doirasida bajarsa;
- fan bo'yicha berilgan savollarga to'g'ri javob bera bo'lsa;
- fan bo'yicha konspektini puxta shakllantirgan bo'lsa;
- fan bo'yicha mustaqil topshiriqlarni to'liq bajargan bo'lsa;
- fanga tegishli qonunlar va boshqa me'yoriy hujjatlarni o'zlashtirgan bo'lsa.

v) 3 baho olish uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- fan haqida umumiy tushunchaga ega bo'lsa;

FANNING ASOSIY O'QUV MATERIALLARI:

Maruza mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari

1 - mavzu. Mexanikaning fizik asoslari.

Reja:

1. Fizika predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi.
2. Fizikaviy o'lchov birliklar haqida umumiy ma'lumotlar.
3. Traektoriya, ko'chish, yo'l, tezlik tezlanish.
4. Burchak tezlik va burchak tezlanish.

1.1 Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi

Mexanika – jism harakat qonunlari haqidagi fan. Mexanika statika, kinematika va dinamikaga bo'linadi.

Kinematika harakatni, uni keltirib chiqaruvchi sabablarsiz o'rganadi;

Dinamika jismlar harakatini o'zgartiruvchi sabablar bilan bog'liq ravishda o'rganadi; Statika jismlar muvozanati shartlarini o'rganadi. Statika qonunlari dinamika qonunlarining xususiy xolidir. Mexanikada jismlar harakatini o'rganishda moddiy nuqta va absolyut qattiq jism modellaridan foydalanishadi. Moddiy nuqta deb jism o'lchamlarini boshqa jismlargacha bo'lgan masofalarga nisbatan hisobga olinmasa ham bo'ladigan jismga aytiladi. Masalan, Erning quyoshga nisbatan harakatini o'rganishda erni moddiy nuqta deb olish mumkin. Moddiy nuqta harakatini asosan ikki xil harakat-ilgarilanma va aylanma harakat bilan ifodalash mumkin. Ilgarilanma harakat shunday harakatki jismga o'tkazilgan to'g'ri chiziq harakat davomida Absolyut qattiq jism deb deformatsiyalanmaydigan jismga aytiladi.

Mexanikaning eng asosiy tushunchasi harakat tushunchasi, uning sodda ko'rinishi makroskopik jismlarning bir-biriga nisbatan ko'chishdir. Mexanik harakat materiya harakatining eng sodda ko'rinishi bo'lib, harakatsiz deb qabul qilingan jismlarga nisbatan fazoda vaziyatining o'zgarishidir. Qo'zg'almas deb qabul qilingan jism (yoki jismlar guruhi) hisob boshi deb ataladi. Mexanikaning asosiy vazifasi vaqtga bog'liq holda jism holatini aniqlashdir. Qattiq jismning har qanday doimo o'z-o'ziga parallel bo'lib qoladi. Aylanma harakatda jismning barcha nuqtalari aylanish o'qi atrofida aylana bo'yicha harakat qiladi. Aylanish o'qi jismdan tashqarida ham bo'lishi mumkin. Jism harakatini miqdoriy jihatdan to'laroq tavsiflash uchun uni koordinatalar tizimi bilan bog'lash zarur. Masalan, Dekart koordinatalar tizimi bilan bog'lash o'rinalidir.

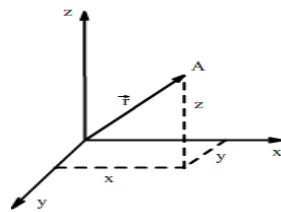
Bu holda jismning fazodagi vaziyatini uchta x, y, z miqdorlar orqali aniqlash mumkin. Qo'yilgan masalada jism geometrik o'lchamlarini boshqa jismga nisbatan e'tiborga olmasa ham bo'ladigan jism moddiy nuqta deb yuritiladi. A moddiy nuqta koordinatasi $A(XYZ)$ ko'rinishda ifodalanadi.

Mexanika kinematika, dinamika va statikaga bo'linadi.

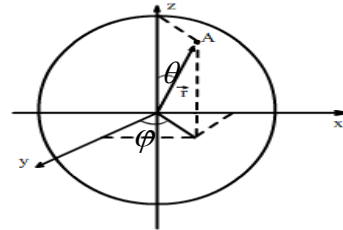
Kinematika harakatni, uni keltirib chiqaruvchi sabablarsiz o'rganadi;

Dinamika jismlar harakatini o'zgartiruvchi sabablar bilan bog'liq ravishda o'rganadi;

Statika jismlar muvozanati shartlarini o'rganadi. Statika qonunlari dinamika qonunlarining xususiy xolidir. Mexanikada jismlar harakatini o'rganishda moddiy nuqta va absolyut qattiq jism modellaridan foydalanishadi. Moddiy nuqta deb jism o'lchamlarini boshqa jismlargacha bo'lgan masofalarga nisbatan hisobga olinmasa ham bo'ladigan jismga aytiladi. Masalan, Erning quyoshga nisbatan harakatini o'rganishda erni moddiy nuqta deb olish mumkin. Absolyut qattiq jism deb deformatsiyalanmaydigan jismga aytiladi. Sanoq sistemasini tamlash uchun sanoq boshi olinadi va u bilan bog'langan koordinatalar sistemasida jism vaziyati x, y, z koordinatalari bilan yoki koordinata boshidan jismga o'tkazilgan radius-vektor $\vec{r}$ bilan aniqlanadi (1.1-rasm).



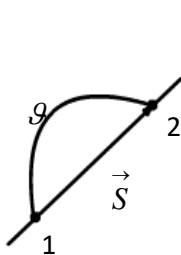
1.1-rasm



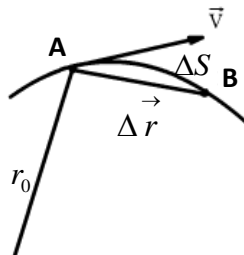
1.2-rasm

Dekartning to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidan tashqari boshqalaridan ham foydalanishadi. Masalan, sferik koordinatalarda moddiy nuqta holatini radius-vektor r uzunligi va ikkita burchak Θ va φ orqali ko'rsatiladi (1.2-rasm).

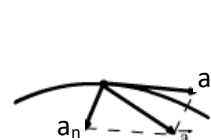
Sanoq sistemasidan tashqari vaqtni o'lchaydigan asbob (soat) kerak. Moddiy nuqta harakatlanish chizig'iga traektoriya deyiladi. Traektoriyasiga qarab to'g'ri chiziqli, aylana bo'ylab, egri chiziqli harakatlarni farqlashadi. Moddiy nuqtaning harakatlanishida traektoriya bo'yicha o'lchangan masofa yo'l deb ataladi. Yo'l skalyar kattalik. Moddiy nuqtaning boshlang'ich vaziyati bilan oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqli kesmaga ko'chish deyiladi. Ko'chish vektor kattalik (1.3-rasm)



1.3-rasm



1.4-rasm



1.5-rasm

Moddiy nuqta harakatini tavsiflash uchun yana ikki asosiy tushuncha: tezlik va tezlanish kiritilgan.

O‘rtacha tezlik deb nuqta radius-vektori o‘zgarishi ($\Delta \vec{r}$) ning shu o‘zgarish ro‘y bergan vaqt oralig‘i (Δt) ga bo‘lgan nisbatiga aytiladi.

$$\vec{g}_{o'r} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (1.1)$$

O‘rtacha tezlik vektorining yo‘nalishi radius-vektor o‘zgarishi ($\Delta \vec{r}$) bilan mos keladi. Δt ni etarlicha kichik qiymatida o‘rtacha tezlik oniy tezlik deb ataladigan qiymatiga intiladi:

$$\vec{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1.2)$$

SHunday qilib, oniy tezlik $\vec{g}$, nuqta radius-vektoridan vaqt bo‘icha olingan birinchi hosilasiga tengdir. Hosilaning geometrik ma’nosidan oniy tezlik vektori $\vec{g}$ traektoriyaga o‘tkazilgan urinma bo‘ylab harakat yo‘nalishi tomoniga yo‘nalgani kelib chiqadi (1.4-rasm).

Δt kamayishi bilan Δs yo‘l Δr ga tobora yaqinlashadi, shuning uchun oniy tezlik moduli yo‘ldan olingan birinchi hosilaga teng bo‘ladi:

$$g = |\vec{g}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (1.3)$$

Tezlikning SI dagi birligi m/s ga teng. Notekis harakatda tezlik o‘zgarishni harakterlash uchun tezlanish tushunchasi kiritiladi. O‘rtacha tezlanish deb tezlik o‘zgarishi $\Delta \vec{g}$ ning shu o‘zgarish ro‘y bergan vaqt oralig‘i (Δt) ga bo‘lgan nisbatiga aytiladi:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} \quad (1.4)$$

Nuqtaning oniy tezlanishini topish uchun o‘rtacha tezlanishning $\Delta t \rightarrow 0$ dagi chegaraviy qiymati, ya’ni limitini bilish kerak:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} = \frac{d\vec{g}}{dt} \quad (1.5)$$

(1.2) ifodani hisobga olgan holda, tezlanish nuqta radius-vektoridan olingan ikkinchi hosilaga teng ekanligi kelib chiqadi.

$$\vec{a} = \frac{d}{dt} \left(\frac{d\vec{r}}{dt} \right) = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (1.6)$$

Demak, tezlanishni tezlikdan olingan birinchi hosila yoki radius-vektordan vaqt bo‘yicha olingan ikkinchi hosilaga teng deb olish mumkin.

Tezlanishni tangensial va normal tashkil etuvchilarga ajratishadi. Tezlanishning tangensial tashkil etuvchisi tezlik modulida vaqt bo‘yicha olingan birinchi hosilasiga

teng bo'lib, tezlik modulining o'zgarishini aniqlaydi va tezlik bilan bir xil yoki qarama-qarshi yo'naladi:

$$a_r = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathcal{G}_r}{\Delta t} = \frac{d\mathcal{G}}{dr} \quad (1.7)$$

Tezlanishning normal tashkil etuvchisi traektoriyaga perpendikulyar holda uning egrilik markaziga qarab yo'naladi va tezlik yo'nalishining o'zgarishini aniqlaydi. (1.5-rasm).

$$a_n = \frac{\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathcal{G}_n}{\Delta t}}{R} = \frac{\mathcal{G}^2}{R} \quad (1.8)$$

Bunda R – traektoriyaning egrilik radiusi.

To'la tezlanish tangensial va normal tashkil etuvchilarning geometrik yig'indisiga teng:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{\mathcal{G}}}{dt} = \vec{a}_r + \vec{a}_n \quad (1.9)$$

$\vec{a}_r$ va $\vec{a}_n$ bir-biriga perpendikulyar bo'lgani uchun to'la tezlanish moduli

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_n^2} \quad (1.10)$$

Kinematikaning asosiy masalasi moddiy nuqta tezlanishini bilgan holda uning holati vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini topishdan iborat.

Ushbu masalani hal etish uchun tezlik ifodasi (1.2) dan integrallash orqali nuqta radius-vektorining o'zgarishi aniqlanadi.

$$\Delta \vec{r} = \int_{t_0}^t \vec{\mathcal{G}} dt \quad \text{bundan} \quad \vec{r} = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^t \vec{\mathcal{G}} dt \quad (1.11)$$

Agar harakat tekis bo'lsa, ya'ni $\vec{\mathcal{G}} = \text{const}^{t_0}$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\mathcal{G}} \cdot t \quad (1.12)$$

Harakat tekis tezlanuvchan bo'lsa, (1.5) ifodani hisobga olgan holda

$$\vec{\mathcal{G}} = \vec{\mathcal{G}}_0 + \int_0^t \vec{a} dt = \vec{\mathcal{G}}_0 + \vec{a} \cdot t \quad (1.13)$$

$$\text{va (1.11) dan } \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\mathcal{G}}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \quad (1.14)$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati. Moddiy nuqta aylana bo'ylab harakatlanishda uning holatini aylana markazi bilan bog'lovchi radius-vektorining burilish burchagi $\Delta\varphi$ orqali aniqlash usuli ham mavjud. Moddiy nuqta harakatlanayotgan aylana radiusi R , uning tezligining moduli $\mathcal{G}$ bo'lsa (1.6-rasm), nuqtaning Δt vaqtda bosib o'tgan yoy uzunligi ΔS

$$\Delta S = \mathcal{G} \cdot \Delta t = \Delta\varphi \cdot R \quad (1.15)$$

bo'ladi, bunda $\Delta\varphi$ -radian hisobidagi burilish burchagi

Nuqtaning vaqt birligi ichida burilish burchagini ko'rsatuvchi kattalikka burchak tezligi ω deyiladi:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (1.16)$$

Nuqtaning aylana bo'ylab harakati notekis bo'lsa, burchak tezligi burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi hosilaga tengdir:

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1.17)$$

Burchak tezligi yo'nalishi aylana tekisligiga perpendikulyar holda bo'lib, o'ng vint qoidasi yordamida topiladi. Nuqta burilish yo'nalishida aylanayotgan vintning siljish yo'nalishi burchak tezligi yo'nalishini ko'rsatadi (1.7-rasm).

Burchak tezligining birligi rad/s ga teng.

Nuqtaning aylana bo'ylab chiziqli tezligi $\mathcal{g}$ bilan burchak tezligi ω orasidagi bog'lanishni (1.15) ifodadan topish mumkin:

$$\mathcal{g} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} R = \omega R, \quad \text{ya'ni} \quad \mathcal{g} = \omega \cdot R \quad (1.18)$$

Agar $\omega = \text{const}$ bo'lsa, nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanadi. Bunda uning harakatini aylanish davri bilan aniqlash mumkin. Nuqtaning bitta to'liq aylanishiga ketgan vaqtga aylanish davri T deyiladi. Aylanish davri ichida nuqta $\varphi = 2\pi$ burchakka burilgani uchun

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (1.19)$$

Nuqtaning vaqt birligi ichida aylanishlar soniga chastota ν deyiladi:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad (1.20)$$

Bundan

$$\omega = 2\pi\nu \quad (1.21)$$

Burchak tezlanishi ε deb burchak tezligidan vaqt bo'yicha olingan birinchi hosilaga aytiladi.

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad (1.22)$$

Nuqta tezlanuvchan aylanishida $\vec{\varepsilon}$ vektori $\vec{\omega}$ bilan bir xil (1.8-rasm) sekinlanuvchan aylanganda qarama-qarshi yo'naladi

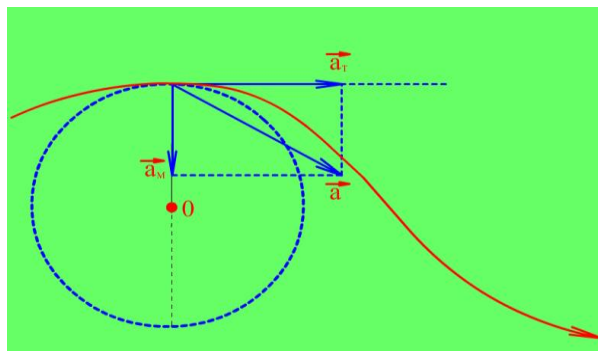
Burchak tezligining birligi rad/s

Burchak tezlanish vektorini ikki tashkil etuvchiga ajratish qabul qilingan, ulardan biri traektoriyaga urinma bo'ylab yo'nalgan va urinma yoki tangensial tezlanish a_t deb ataladi, ikkinchisi traektoriyaga normal bo'ylab yo'nalgan va normal yoki markazga intilma $\alpha_{m.u.}$ deb yuritiladi. Tezlanish va uning tashkil etuvchilarini quyidagi munosabat bilan bog'lanadi.

$$\alpha = \alpha_T + \alpha_{M.U.};$$

$$\alpha = \sqrt{\alpha_T^2 + \alpha_{M.U.}^2}$$

Urinma tezlanish tezlikning faqat miqdorini o'zgartiradi. Markazga intilma tezlanish esa uning faqat yo'nalishini o'zgartiradi. Ma'lumki, egri chiziqli harakat hamma vaqt tezlanishli bo'ladi, chunki bunda albatta tezlik o'zgaradi.



1.9 – rasm

To'g'ri chiziqli harakatni egri chiziqli harakatga aylanishi bo'yicha muammoni hal qilinishida Ibn Sinoning ilmiy tadqiqotlari katta ahamiyatga ega bo'lib, keyinchalik bu nazariyani Galiley, Dekart va Nyutonlar rivojlantirganlar.

To'g'ri chiziqli harakat va egri chiziqli harakat mexanik harakatning ikki xil ko'rinishi ekanligini Ibn Sinodan 600 yil keyin Galiley qonun sifatida bayon qildi..

Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Kinematika nimani o'rganadi?
2. Vektor va skalyar kattaliklar nima?
3. Tezlik va o'lchov birligini tushuntiring.
4. Tezlanish va o'lchov birligini tushuntiring.
5. Oniy tezlikni ta'riflang.
6. Sanoq tizimini tushuntiring.
7. Trayektoriya qanday ta'riflanadi?
8. Bosib o'tilgan yo'lni ta'riflang.

2 - mavzu. Dinamikaning fizik asoslari.

Reja:

1. Massa. Kuch. Nyuton qonunlari. Ishqalanish kuchlari.
2. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
3. O'zgaruvchi massali jismning harakat tenglamasi.
4. Energiya, ish va quvvat. Kinetik va potensial energiyalar.
5. Energiyaning saqlanish qonuni. Tabiatda energiya turlari.

2.1 Massa va kuch. Nyuton qonunlari. Ishqalanish kuchlari.

Dinamika – jismlar harakatini va bu harakatni keltirib chiqaruvchi sabablar – kuchlar bilan bog'liq ravishda o'rganadi.

Tinch turgan jismni harakatga ketirish uchun uni tortish kerak yoki uni turtish kerak. Jismni harakatini o'zgartirish yoki to'xtatish uchun ham turtki yoki tortish zarur. Hozirgi kunda ma'lum bo'ldiki, Nyuton qonunlarini juda kichik massalarda va o'ta yuqori tezlikda qo'llash uchun uni takomillashtirish kerak. Ammo bu degani Nyuton qonunlari ma'nan eskirdi degani emas. Isaak Nyuton 1687 yilda harakatning yangi nazariyasi bayon qilingan "Prinsiplar" degan asarini yozib tugatadi. U dinamika prinsiplarini yaratgan emas, balki Galiley tajriba natijalari va mantiqiy tahlilidan foydalandi.

Nyuton I-qonuni - Jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa (jismga ta'sir etuvchi kuchlarning yig'indi vektori nolga teng bo'lsa) jism olgan tezlanish nolga teng bo'ladi va u doimiy tezlik bilan harakatlanadi.

Har qanday jismning tezligi to'unga boshqa jismlar ko'rsatgan ta'sir o'zgartirmaguncha doimiy qoladi. G.Galiley (1564-1642). I.Nyuton (1642-1727).

$$F_{natijaviy} = 0, \quad \alpha = 0 \quad yoki \quad \vartheta = const$$

YA'ni tinch turgan jismga ta'sir etuvchi kuch bo'lmasa, u tinch holatda qoladi. Agar harakatlanayotgan bo'lsa harakatning tezligini saqlaydi.

Kuch – bu har qanday ta'sir va jism harakat holatini o'zgartiruvchi fizik kattalik.

Bundan ko'rinadiki Nyutonning birinchi qonuni, umuman aytganda ikkinchi qonunning xususiy xoli sifatida qarash mumkin.

Bu qonun kuch haqida to'la ma'lumot bermaydi, kuchni nolga teng deb hisoblaydi.

Fan taraqqiyoti klassik mexanika qo'llanish chegarasini cheklab qo'ydi. Klassik mexanika katta massali (atom massasiga nisbatan) kichik tezlik (yorug'lik tezligidan) bilan harakatlantiruvchi jismlar mexanikasidir.

1957 yildan boshlab Nyuton inersiya qonuni tajribada yuqori aniqlikda tasdiqlandi. Gap bu erda Erning sun'iy yo'ldoshlari haqida ketayapdi. Sun'iy yo'ldoshlarning yillab uchib yura olishi va o'nlab millionlab kilometr yo'lni o'tishi inersiya qonunining juda ham aniq holda tasdiqlanishidir. Bu narsani na Galiley va na Nyuton xayoliga keltirmagan.

Agar havoning minimal qarshiligi va boshqa sabablar mavjud bo'lmaganda edi, sun'iy yo'ldoshlar Erga to'shmasdan inersiya bo'yicha cheksiz ko'p vaqt uchib yurgan bo'lar edi.

Umuman tabiatda biror jismni topish mumkin emaski unga kuch ta'sir etmasa, lekin biror sanoq tizimiga nisbatan tinch turgan har qanday jismni kuzatsak, unga albatta bir nechta kuch ta'sir etayotganligini va bu kuchlarning umumiy ta'siri yoki natijaviy kuch nolga teng ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Nyutonning birinchi qonuni har qanday sanoq tizimi uchun ham bajarilavermaydi. Faraz qilaylik, tramvay bekatida qo'limizdagi yukni erga qo'yib

kutib turibmiz va tezlanish bilan kelayotgan tramvayni kuzataylik. Bekat, bino va daraxtlar birinchi sanoq tizimi, tramvay esa ikkinchi sanoq tizimi. YUkka ta'sir etayotgan kuchlar Erning tortishish kuchi va yukni ko'tarib turuvchi kuch bir-birini muvozanatlaydi. Birinchi sanoq tizimiga nisbatan yuk o'zining tinch holatini saqlab turibdi, ammo ikkinchi tizimga nisbatan tezlanish bilan harakat qilayapdi. Nyutonning birinchi qonuni birinchi tizim uchun bajariladi, ammo ikkinchisiga nisbatan bajarilmaydi.

Nyuton birinchi qonuni bajariladigan tizim inersial sanoq tizimi deyiladi.

Nyuton II-qonuni.

Nyuton o'zining 1687 yilda yozgan "Tabiat falsafasining matematik asoslari" kitobida harakatning uchta qonuni tarzida bayon qilgan.

Jism tezlanma harakat qilish uchun unga kuch ta'sir qilishi kerak. Bunda olingan tezlanish qiymati ta'sir etuvchi kuch miqdoriga bog'liq bo'ladi. Kuch ta'sirida jism olgan tezlanish yo'nalishi kuch yo'nalishiga mos keladi.

Kuch - berilgan jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatiladigan ta'sirning miqdori bilan yo'nalishini ko'rsatadi.

Massa - esa jismning bu ta'sirga "javob beruvchanligi"ni miqdor tomonidan xarakterlaydi. Biror jismga ko'rsatiladigan ta'sir ikki xil hodisani yuzaga keltirish ya'ni jismning tezligini o'zgartirishi yoki uni deformatsiyalashi mumkin. Bu ikkala effektni o'lchash mumkin. Kuchning miqdorini prujinali dinamometr yordamida ya'ni prujina uzayishi ungata'sir etuvchi kuchga proporsionalligidan aniqlash mumkin.

Ammo deformatsiya kattaligi har bir aniq prujina uchun aniq chegaradan o'tgandan keyin kuch bilan deformatsiya orasidagi proporsionallik qanoatlanirmay qoladi. SHuning uchun Guk qonuniga bo'ysunuvchi deformatsiya elastik deformatsiya deyiladi.

Kuchni o'lchash usulini topgach, jismning tezlanishi, unga ta'sir etuvchi kuchning kattaligiga qanday bog'liq bo'lishini tekshiraylik. Buning uchun quyidagi tajribadan foydalanamiz. YUk tarang qilib tortib turgan ip ta'sirida aravachaning tekis gorizontal stol ustidagi harakatini o'rganamiz. CHo'zilishiga qarab ta'sir etayotgan kuchni aniqlash uchun aravacha bilan ip orasiga prujinali dinomometr qo'yamiz.

Ma'lumi, ta'sirning yo'nalishi ipning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi. Ipga har xil yuklar osish bilan harakatni yuzaga keltiruvchi kuchni o'zgartirish mumkin. Bu tajriba quyidagicha natija beradi, agar prujinaning tarangligi o'zgarmasa, aravacha tekis tezlanuvchan harakat qiladi va bunda tezlanish ($\vec{a}$) unga ta'sir etuvchi kuch (F) ga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$\vec{a} \sim \vec{F}$$

Aravachani g'ildirakchalari o'q orasidagi, shuningdek g'ildiraklar bilan stol orasidagi ishqalanishning bo'lishi natijaga xatolik kiritishni e'tiborga olish zarur. Biroq ishqalanish kamaygan sari yuqoridagi munosabat aniqlikka yaqinlasha boradi.

Kuchning kattaligi va yoʻnalishi qanday boʻlmasin bu kuch (F) kattaligining, bu kuch yuzaga keltirgan tezlanishga (α) nisbati berilgan jism uchun oʻzgarmaydi.
 $\frac{F}{\alpha} = \text{const.}$ Bu faqat jismning tezligi yorugʻliqning boʻshliqdagi tezligidan kichik boʻlgan xol uchun oʻrinlidir. Turli jismlar uchun bu nisbat har xil boʻlar ekan. Maʼlumki, $\frac{F}{\alpha}$ — nisbatning kattaligi berilgan jismning inersionligini xarakterlaydi. SHuning uchun jismning inersionligini miqdoran xarakterlash uchun $\frac{F}{\alpha}$ — nisbatga proporsional boʻlgan va jism massasi deb yuritiladigan fizikaviy kattalikdan foydalanamiz.

Jism massasini m — bilan belgilab quyidagi tenglikni yozish mumkin.

$$m \sim \frac{F}{\alpha}$$

Nyuton ikkinchi qonunini quyidagicha taʼriflanadi.

Har qanday jismning tezlanishi unga taʼsir etuvchi kuchga toʻgʻri va jismning massasiga teskari proporsionaldir. Bu qonun ham Nyuton birinchi qonuni kabi inersional sanoq tizimlarida oʻrinlidir.

Nyutonning oʻzi quyidagicha taʼrif bergan: harakatning oʻzgarishi taʼsir etayotgan kuchga proporsional boʻlib, yoʻnalishi esa kuch yoʻnalishida boʻladi.

Nyutonning ikkinchi qonuni yangi fizik kattalik — kuch tushunchasini kiritadi.

Jismlarning harakat holatlarini oʻzgartiradigan, shu oʻzaro taʼsirini kuch deb ataladigan fizik kattalik xarakterlaydi. Harakat holatni oʻzgarishi jismning tinch holatdan yoki toʻgʻri chiziqli tekis harakat holatidan chiqish demakdir, yaʼni jism tezligi oʻzgaradi va u tezlanish oladi demakdir. Taʼsir qancha katta boʻlsa, jism oladigan tezlanish ham albatta shuncha katta boʻladi. Xususiyl holda kuch nolga teng boʻlsa ($F = 0$) yaʼni jismga boshqa jismlar taʼsir etmasa tezlanish ham nolga teng ($\alpha = 0$) boʻladi. Bu esa birinchi qonunga mos. SHuning uchun birinchi qonun ikkinchisi qonunga uning xususiyl xoli boʻlib kirgandek turoladi.

Nyuton massani jismdagi materiya miqdorining oʻlchovi deb hisoblagan.

Massa va ogʻirlik.

Ogʻirlik bu kuchdir. **Massa** — bu moddiy borliqning ichki xossasi. Massa haqidagi oddiy tasavvur shundan iboratki — massa jismdagi moddiy borliq yoki modda miqdoridir. Boshqacha aytganda jism massasi undagi atomlar turi va miqdoriga bogʻliqdir. Agarda jismni joyidan siljitsak atomlar miqdori oʻzgarmaydi. Jism erdami, aydami yoki ochiq kosmosda turibdimi uning massasi oʻzgarmaydi.

Nyuton dinamikasida jism massasini inertlik oʻlchovi sifatida yaʼni jismga kuch taʼsir etganda oʻzining tinch yoki harakat holatini saqlay bilish xossasi sifatida qabul qilingan. Qanday holatda turishdan qatʼiy nazar massasi 1 kg boʻlgan jismga 1N

kuch ta'sir qilsa u 1 m/s^2 tezlanish oladi. Jism massasi deb nomlanuvchi xossasi jism qaerda bo'lishidan qat'iy nazar saqlanadi. Ammo bu xossa og'irlikka xos emas.

Jism og'irligi – bu jismni ushlab turadigan narsalarga ta'sir qiluvchi doimiy kuchdir. Tezlanish bilan harakatlanayotgan jism uchun jism og'irligi va unga ta'sir qiluvchi gravitatsion kuchlar tengdir.

$$P = F_{gr}$$

SHuni ta'kidlash lozimki (F_{gr}) gravitatsion kuch jism og'irligi bilan tayanchga ta'sir etgan holda jismga ta'siri namoyon bo'ladi. Ko'pgina kitoblarda gravitatsion kuch bu jism og'irligidir deb ta'riflanadi, bu unchalik to'g'ri emas. Er sirtida tinch turgan jism og'irligi oy sirtida tinch turgan o'sha jism og'irligidan farq qiladi. Chunki er sirtida jismga ta'sir etuvchi gravitatsion kuch Oy sirtida ta'sir etuvchi gravitatsion kuchdan taxminan olti barobar katta. Bu farq jism og'irligini o'zgarishini ko'rsatadi. Nyuton II qonuniga muvofiq jismga ta'sir etuvchi kuch $F = ma$. Agarda jism er sirtiga yaqin joyda erkin tushayotgan bo'lsa, unga ta'sir etayotgan kuch ya'ni gravitatsion kuch quyidagicha ifodalanadi.

$$F_{gr} = mg$$

Er sirtida tinch turgan jismga ham ta'sir etuvchi ham mg kuch ta'sir etadi. SHuning uchun jism og'irligi ham quyidagicha ifodalanadi.

$$P = mg$$

g – tezlanish gravitatsiyaga bog'liq bo'lgani uchun uning qiymati erning geografik kengligiga qarab o'zgaradi.

SHu narsani e'tiborga olish kerakki erkin tushish tezlanishi massaga bog'liq emas. Er sirtiga yaqin joyda 1 kg massali jism og'irligi $P = mg = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ H}$ ga teng. O'rtacha odamning og'irligi $P = 80 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 784 \text{ H}$.

Nyuton III-qonuni.

Nyuton III-qonuni yakkalangan kuch mavjud emasligini va doimo juft bo'lib ta'sir qilishini tasdiqlaydi. Biz har qanday holda bitta kuchni ta'sir etuvchi ikkinchisini reaksiya kuchi deb qabul qilamiz.

Nyuton uchinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi.

Agar birinchi jism ikkinchi jismga kuch bilan ta'sir qilsa, ikkinchi jism birinchi jismga xuddi shunday kuch yo'nalish jihatdan qarama-qarshi ammo miqdor jihatdan teng bo'lgan kuch bilan ta'sir qiladi.

Bu ta'rifni tenglama ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin.

$$F_{12} = -F_{21}$$

Bu qonuni mohiyatini tushunish uchun oddiy holatdan foydalanamiz. Faraz qilaylik blok er sirtida turibdi. Bu holda qanday kuchlar ta'sirlashayapdi. Blok erning

tortishish kuchi, ya'ni F_{gr} – gravitatsion kuch ta'sirida bo'ladi. Bu holda reaksiya kuchi - F_{gr} blok tomonidan erga ta'sir etuvchi kuchga tengdir. Agarda blok ma'lum bir balandlikdan tashlanganda edi F_{gr} gravitatsion kuch ta'sirida er markaziga qarab tezlanish bilan harakatlanar edi. Bu erda boshqa kuchlarni ham ko'rish uchun quyidagi rasmdan foydalanmiz. Rasmdan ko'rinadiki blok erga gravitatsion kuchga teng bo'lgan kuch bilan ta'sir qilmoqda.

$$P = F_{gr}$$

Biz P –ni blok og'irligi deb ataymiz. Blok og'irligiga reaksiya qiluvchi kuchni N deb, ya'ni er sirti blokka ko'rsatadigan ta'sir kuchi yoki biz normal bosim kuchi deb ataymiz. Bu erda normal so'zi, kuch er sirtiga perpendikulyar yo'nalganligi uchun ishlatiladi. SHunday qilib ikkita kuch mavjud pastga yo'nalgan F_{gr} gravitatsion va yuqoriga yo'nalgan N –reaksiya kuchi bo'lib miqdor jihatdan teng va yo'nalish jihatdan qarama-qarshidir. SHuning uchun natijaviy kuch nolga teng va blok tezlanish olmaydi. Xuddi shunday miqdor jihatdan teng va yo'nalish jihatdan qarama-qarshi kuchlar erga ta'sir qilgani uchun er ham tezlanish olmaydi.

SHu narsani qayd qilib o'tish kerakki, ta'sirlashuvchi to'rtta kuch ham miqdor jihatdan tengdir. Ular bosim-aks ta'sirni vujudga keltiruvchi juft kuchlardir

$$(F_{gr}, -F_{gr}, P, N).$$

Nyuton o'zining bu qonunini quyidagicha ta'riflagan;

Ta'sirga doim teng va qarama-qarshi yo'nalgan ta'sir bor, boshqacha aytganda – ikki jismning bir-biriga ta'siri o'zaro teng va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan.

Bu qonunni quyidagicha ta'riflagan yaxshiroq. Jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan har qanday ta'siri o'zaro ta'sir xarakteriga ega: o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning bir-biriga ta'sir kuchlari doim kattalik jihatdan teng va yo'nalish jihatdan qarama-qarshidir.

Nyutonning qonunlarini qo'llanilishi

Quyidagi xollarda ishqalanish kuchini e'tiborga olmaganida jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuchlar aniqlangan.

a) Jismga ikkita kuch ta'sir qilmoqda, ya'ni ipning taranglik kuchi va gravitatsion kuch. Bu holda blok tinch turadi va tezlanish nolga teng natijaviy kuch esa

$$F_{nat} = T + F_{gr} = 0$$

b) Quyidagi holda ham blok tinch holda qoladi. Bu holda jismga ta'sir etuvchi kuchlar. gravitatsion kuch va yuqoriga yo'nalgan reaksiya kuchi – N bo'lib yuzaga perpendikulyar bo'lgani uchun normal bosim kuchi deyiladi.

Natijaviy kuch

$$F_{natij} = N + P = 0$$

v) Blokka ipni bog‘lab tortgan holatda esa tortuvchi kuch F ipning taranglik kuchi T ni hosil qiladi va blokka ta’sir qiladi.

$$\text{Natijaviy kuch } F_{natij} = N + F_{gr} + T = T = F/$$

Ushbu holatda blok $a = \frac{F}{m}$ ga teng tezlanish oladi.

g) Blok qiya tekislikda ip orqali ushlab turilibdi.

Ipning taranglik kuchi $-T$, normal bosim kuchi $-N$ va gravitatsion kuchlar yig‘indisi $F_{nat} = 0$ nolga teng.

d) Agarda blokni ushlab turgan ipni olib tashlasak va ishqalanish e’tiborga olinmasa natijaviy kuch hosil bo‘ladi va qiyalik bo‘ylab blokni tezlanuvchan harakatini vujudga keltiradi.

$$F_{nat} = F_{gr} + N$$

Aniqrov hisoblaydigan bo‘lsak ipning taranglik kuchini teskari qiymatiga teng bo‘lgan kuch ta’sir qiladi.

$$F_{nat} = mg \sin \theta$$

Harakat miqdori (impuls)

Kuch, massa va tezlanish tushunchalaridan tashqari yana shunday fizik kattaliklar borki u dinamikada katta ahamiyatga egadir.

Bu kattalik harakat miqdoridir. Moddiy jism massasini uning tezligiga ko‘paytmasini ifodalaydigan kattalikdir. Harakat miqdori vektori R –simvol bilan ifodalanadi.

$$R = m \cdot v$$

SHu vaqtgacha biz doimo massani o‘zgarmas deb qabul qildik. Haqiqatga esa shunday holatlar mavjudki massa vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradi.

Masalan; Raketani harakatini undan katta tezlikda ajralib chiquvchi massa, ya’ni gaz vujudga keltiradi va raketa tizimi massasi ya’ni yoqilg‘isi vaqt o‘tishi bilan kamayadi. Nyuton o‘zining ikkinchi qonunini $F = ma$ ko‘rinishda emas balki harakat miqdorining o‘zgarish jadalligi orqali ifodalagan.

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \text{yoki} \quad \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

Massani o‘zgarmas deb qabul qilib, quyidagini hosil qilish mumkin.

$$F = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = m \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

yoki

$$\alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ekanligidan $F = ma$ deb yozish mumkin.

Bunga ko'ra $F = ma = m \frac{v-v_0}{t}$ yoki $Ft = mv - mv_0$

Harakatlantiruvchi kuchning uning ta'sir vaqtiga ko'paytmasi kuch impulsi deyiladi.

Jismga ta'sir etayotgan o'zgarmas kuchning impulsi jism harakat miqdorining o'zgarishiga tengdir. Bu harakat miqdorining o'zgarish qonunini ifodalaydi. Δt –kichik vaqt oralig'i davomida ta'sir qilayotgan kuchni amalda o'zgarmas deb qabul qilish mumkin bo'lgani uchun harakat miqdorining o'zgarish qonuniga yana shunday ta'rif berish mumkin: Jismga kichik vaqt oralig'ida ta'sir qiluvchi kuchning impulsi shu vaqt oralig'ida jism harakat miqdori o'zgarishiga teng.

3- mavzu. Qattiq jismlar mexanikasi.

Reja:

1. Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar.
2. Qattiq jismlar deformatsiyasi. Deformatsiya turlari.
3. Inersiya momenti. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi. Kuch momenti.
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
5. Impuls momentining saqlanish qonuni.

Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar. Qattiq jismlar deformatsiyasi. Deformatsiya turlari.

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

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

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

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

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

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

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

Deformatsiya darajasi nisbiy deformatsiya orqali aniqlanadi.

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

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

Bunda ℓ – sterjenning uzunligi, d - sterjen diametri

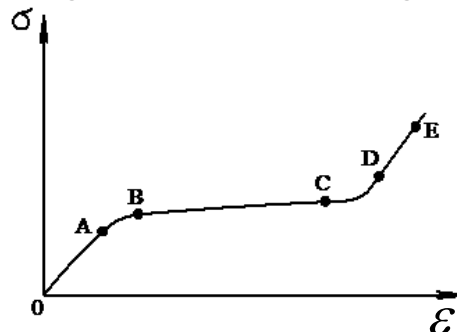
Ingliz fizigi R.Guk kichik deformatsiyalar uchun nisbiy deformatsiya kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini aniqladi.

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

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

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

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



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

T. Molekulalari ko'p miqdordagi atomlardan yoki atom gruppalaridan tuzilgan va kimyoviy bog'lanishlar bilan birlashtirilgan uzun zanjir ko'rinishdagi moddalar

polimerlar deyiladi. Polimerlar izotrop moddalardir. Tirik organizmning ko'p qismini polimer deb qarash mumkin.

Elastik siqilgan sterjen potensial energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga tengdir

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

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

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

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

Suyak to'qimasining 2/3 qismi (0,5 hajm) noorganik moddadan (gidro-silappatit) lardan tashkil topgan. Qolgan qismi organik moddadan kollogendan (yuqori molekulyar birikmadan), yuksak elastik xossaga ega bo'lgan tolali oqsildan tashkil topgan. Gidrosilappatit kristallchalari kollogen to'qimalari (fibrilar) orasida joylashgan. Suyak to'qimalari zichligi 2400 kg/m^3 , uning mexanik xossasi yoshga va organning 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 xossalariga 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.

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

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 gorizont 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% ini tashkil qilib, u doimiy tezlashib, tormozlanib turadi. Shu sababli oyoqlar muskullari bajargan ish katta bo'lib, u quyidagi

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

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

Chopuvchining tezligi uning o'lchamiga 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 gavgada joylashgan. M: straus 23 m/s, bo'ri va quyon 18 m/s, odam 11 m/s. Katta mushuklar oyoqlari baquvvat, shu sababli ular tez chopishga emas, balki sakrashga mo'ljallangan. Ular o'ljani sakrab ushlaydi. Arslon o'zining o'ljasini bir tashlanishda ushlay olmasa, u yugurmasdan yana kutadi.

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

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

- Yung moduli suyak materiali uchun taxminan 10^{10} Pa va o'zgarmas bo'lsa, elastometrniki 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. Deformatsiya tirik jonivorlar uchun muhim talablardan biridir.

Inertsia momenti.

Qattiq jism aylanishini o'rganilayotganda albatta inertsia momenti tushunchasidan foydalaniladi. Sistemaning (jismning) aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti deb sistemaning n ta moddiy nuqtalarining massalarini ko'rib chiqilayotgan o'qqa qadar bo'lgan masofalari kvadratlariga ko'paytmalarining yig'indisiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi:

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

Massalar uzluksiz taqsimlanganda bu yig'indi integral ko'rinishda o'tadi

$$J = \int r^2 dm$$

Shunday qilib, qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan harakat miqdori momenti, jismning aynan o'sha o'qqa nisbatan inertiya momentining burchak tezligiga ko'paytmasiga teng. Qattiq jismning harakat miqdori moment bu aylanish o'qi yo'nalishi bo'yicha shunday yo'naltirilgan vektorki, aylanish oxiridan qaralganda soat strelkasi bo'ylab aylanishi kuzatiladi.

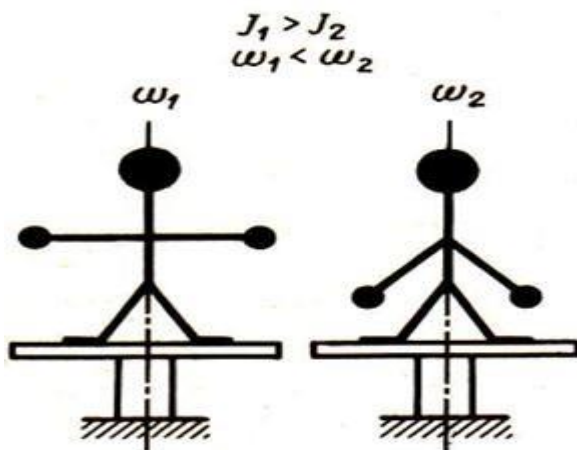
(18.2) tenglamani vaqt bo'yicha differentsiallasak quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{dL}{dt} = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon = M$$

yoki vektor ko'rinishida

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \quad (18.3)$$

(18.3) tenglama qattiq jismning qo'zg'almas o'qqa nisbatan aylanma harakat dinamikasi tenglamasi (qonuni) ning yana bir ko'rinishi: Qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan harakat miqdori momentining hosilasi aynan o'sha o'qqa nisbatan kuchlar momentiga teng.



34-rasm

Agar biz berk sistemani ko'rayotgan bo'lsak, tashqi kuchlar momentlari

$$\vec{M} = 0, \quad \text{hamda} \quad \frac{d\vec{L}}{dt} = 0, \text{ yoki } \vec{L} = \text{const}, \text{ ya'ni} \quad (18.4)$$

$$J\vec{\omega} = \text{const}$$

(18.4) ifoda harakat miqdori momentining saqlanish qonunini ifodalaydi: Berk sistema harakat miqdori momenti saqlanadi, ya'ni vaqt o'tishi bilan o'zgarmas qoladi. Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni tabiatning fundamental qonunidir. U fazo simmetriyasining ma'lum xossasi, uning izotropligi, ya'ni fizik qonunlarning sanoq sistemasi koordinatalari o'qlari yo'nalishini tanlashga, yopiq sistemaning fazoda ixtiyoriy burchak ostida aylanishiga nisbatan invariantligi bilan bog'liq.

Harakat miqdori momentining saqlanish qonunini Jukovski kursisi yordamida ko'rsatish (namoyish qilish) mumkin. Vertikal o'q atrofida ishqalanishsiz aylanayotgan kursi ustida turgan va qo'llarida toshlar ushlagan holda yelkalari balandligida ko'tarilgan odam ω_1 burchak tezlik bilan aylanayotgan bo'lsin (34-rasm). Odam qandaydir o'zgarmas harakat miqdori momentiga ega. Agar u qo'llarini tushursa, uning inertsia momenti kamayadi,

natijada uning aylanma burchak tezligi ω_2 ortadi. Xuddi shunday tarzda, gimnast ham tik turgan holda umbaloq oshganda o'zining inertsia momentini kamaytirish uchun, o'shanday yo'l bilan aylanish burchak tezligini oshirish maqsadida oyoq va qo'llarini gavdasiga qisadi. Jismning tinch turgan aylanish o'qi atrofida aylanishini va uning ilgari aylanma harakatini ifodalovchi kattaliklar va qonuniyatlarni o'xshashligini ko'rsatish maqsadida taqqoslaymiz. (2-jadval).

2-jadval

Ilgarilanma harakatda	Aylanma harakatda
Massa m	Inersiya momenti J
Bosib o'tilgan yo'l S	Burilish burchagi φ
Tezlik $v = \frac{dS}{dt}$	Burchak tezlik $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$
Impuls $p = mv$	Impuls momenti $L = J\omega$
Tezlanish $a = \frac{dv}{dt}$	Burchak tezlanish $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$

4- mavzu. Suyuqliklar mexanikasi.

Reja:

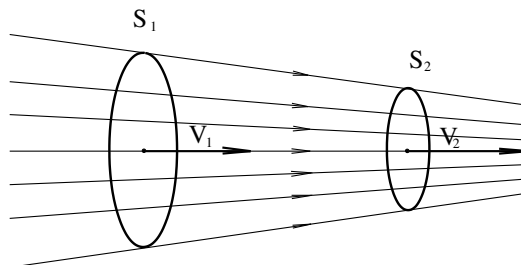
1. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar. Hidrodinamika asoslari.
2. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari.
3. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
4. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
5. Yopishqoqlik koeffisientining haroratga bog'liqligi.

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.

Yopishqoqlimgi mutloqo bo'lmagan suyuqlikka **ideal suyuqlik** deyiladi.

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

Oqim chiziqlari deb, bu chiziqlarning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma zarrachalar tezligi vektori bilan ustma -ust tushadigan chiziqlarga aytiladi. Stasionar harakatda suyuqlik zarrachalarining trayektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi. Agar suyuqlik zarrachalari harakati (oqim chiziqlari) bir - biriga parallel bo'lsa, bunday oqimga **lominar (qatlamli)** oqim deyiladi. Agar zarrachalar harakati bir - biriga aralashib yuz bersa **turbulent (uyurmali)** oqim deyiladi. Real suyuqlikni siqish mumkin: bosim ortishi bilan uning hajmi kamayib, zichligi ortadi. M: bosim birdan 100 atm.ga ortganda uning zichligi atiga 0,5% o'zgaradi. Demak suyuqlikni siqish juda qiyin. Harakatdagi suyuqlik bosimi odatda o'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 . Bularda 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

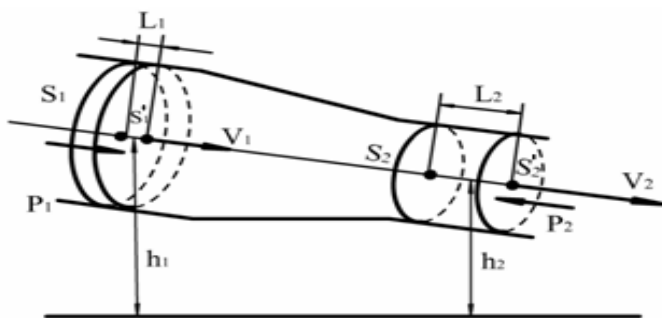
$$S_1 V_1 \Delta t = S_2 V_2 \Delta t \quad (3.1)$$

(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_1 gacha ko'chirishda $\ell_1 = v_1 \Delta t$ masofa o'tsa, S_2 dan S'_2 gacha esa $\ell_2 = V_2 \Delta t$ masofa o'tadi. ℓ_1 va ℓ_2 lar juda kichik bo'lgani uchun

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

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

$$\frac{\rho V_1^2}{2} + \rho gh_1 + P_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho gh_2 + P_2 \quad (3.5)$$

Kesim ixtiyoriy tanlangani uchun

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

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

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

Bund r - nay radiusi. (7) ifoda yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim laminar bo'lishi kerak. Turbulent oqim uchun Puazeyl formulasi o'rinli emas. Odatdagi hollarda oqim laminar 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

$$\nu = \nu_o \frac{\tau}{\tau_o} \quad (3.9)$$

ifoda orqali hisoblanadi. Bunda ρ va ρ_0 mos ravishda noma'lum va etalon suyuqliklar kinematik yopishqoqligi, τ va τ_0 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 nitrogliserin 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.

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'ldirgacha puls to'ldirgacha deyiladi. Puls to'ldirgacha 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'ldirgacha fronti qo'l va oyoqlarning oxirgi nuqtalariga aortada bosimning pasayishidan oldin yetib boradi. Ammo qonning tezligi 0,3 - 0,5 m/s, puls to'ldirgacha 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.

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 diffuziyanuvchi gaz massasini qo'ysak, u holda

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

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 $S = 1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ s}$. $\frac{d\rho}{dx} = -1 \text{ kg/m}^4$ desak, $M = D$, ya'ni diffuziya koeffisienti son jihatidan zichlik gradiyenti 1 kg/m⁴ bo'lganda 1 m² yuzadan 1 s, da ko'chib o'tgan massaga teng ekan. D (m²/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 $E_k = \frac{i}{2} n k T$ ni qo'yamiz. $n\xi$ - molekulalarning konsentrasiyasi. U holda

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

$$\frac{i}{2} nK = \frac{i}{2} \frac{R}{N_A} \cdot \frac{9}{m_0} = \frac{i}{2M} R\rho = \xi\rho \text{ ekanini e'tiborga olsak, issiqlik o'tkazuvchanlik}$$

tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

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

$\chi = \frac{1}{3} g \cdot \lambda_{Cv} \rho$ - 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 koeffitsiyentiga proporsional ekan. Furye tenglamasi nafaqat gazlar balki suyuqlik va qattiq jismlar uchun ham o'rinalidir. Furye tenglamasida $S=1\text{m}^2$, $\Delta t=1\text{s}$, $\frac{dT}{dx}=1\frac{\text{grad}}{\text{m}}$ desak $Q=\chi$ ya'ni issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 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.

Biologik sistemalarda ko'chish xodisasi muhim rol o'ynaydi. Kislorod musqul mitoxandriyasiga 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 menbrana parda sirtida kislorodning ancha kichik konsentrasiyaga ega bo'lish sabab bo'ladi. Diffuziyani oshirish uchun diffuziya bo'ladigan sirtini oshirish zarur. Shu sababli sut emizuvchilarning o'pkasi amalda ko'plab alviola xaltachalaridan iborat bo'ladi.

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

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

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

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

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 membrnadagi 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 $17\text{ m}^3/\text{soat}$ 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 $0,7\text{ m}^3/\text{soat}$ havo almashtirish zarur.

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?

5- mavzu. Gazlar molekulyar –kinetik nazariyasi.

Reja:

1. Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
2. Gaz qonunlari. Boyle-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl, Dalton. Qonunlari.
3. Avogadro va Avogadro sonlari. Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish.
4. Ichki energiya. Real gazlar haqida ma'lumotlar.
5. Van-der-Vaals tenglamasi. Gazlarni suyultirish.

Barcha jismlarning eng mayda zarralar – atomlardan iborat ekanligi haqidagi tasavvur eng qadim zamonlardayoq paydo bo'lgan va grek faylasufi Demokrit tomonidan etarlicha aniq aytilgan edi (eramizdan oldingi V asr). Biroq keyinchalik bunday atomistik dunyoqarash unutib yuborilgan edi, faqat XVII asrning ikkinchi yarmida Boyle uni qayta tikladi va keyinchalik esa XVIII-XIX asrlarda Lomonosov, Dalton, Krening, Boltzman, Maksvell va boshqalar tomonidan ilmiy nazariya sifatida ishlab chiqilib, klassik molekulyar – kinetik nazariya deb nomlandi. Bu nazariya quyidagi qoidalarga asoslangan.

1. Barcha moddalar juda mayda alohida zarralar – molekulalardan iborat. Ayni moddani tashkil qiluvchi molekulalari mutlaqo bir xildir. Turli moddalar esa turli molekulalardan iborat. Tabiatda moddalarning haddan tashqari ko‘p turlari mavjud bo‘lganligi uchun molekulalar turlarining soni ham juda ko‘pdir. (Molekula massani anglatuvchi lotincha so‘zning qisqartirish ma’nosini anglatadi.)

Atomlar va molekulalarning o‘lchamlari (diametrlari) o‘rtacha 10^{-8} 10^{-7} sm ga yaqin. Bu degan so‘z, 10 millionlab molekulani to‘g‘ri chiziq bo‘ylab bir-biriga taqab qo‘yilsa uzunligi 1 – 10 mm gagina bo‘lgan molekulyar zanjir ya’ni optikaviy mikroskopda ko‘rinadigan zarradan yuz million marta kichik. Atom va molekulalar o‘lchamlari shunchalik kichik bo‘lgani uchun fizik jismda ularning soni nihoyatda ko‘p bo‘ladi. Haqiqatan ham, masalan, bir tomchi suvda $3 \cdot 10^{-19}$ ga yaqin molekula bo‘ladi.

2. Jism molekulalari orasida bir vaqtda o‘zaro tortishish (tutinish) kuchlari va o‘zaro itarishish kuchlari ta’sir qiladi. Bunda itarishish kuchlari masofaning ortishi bilan tortishish kuchlariga qaraganda tezroq kamayadi. Faqat ana shu holdagina bir-biridan ma’lum masofada turgan molekulalar turg‘un muvozanatda tura oladi (muvozanat vaziyatida tutinish kuchlari itarishish kuchlariga teng bo‘ladi). Agar biror sababga ko‘ra molekulalar muvozanat masofasida (ya’ni turg‘un muvozanatga to‘g‘ri keluvchi masofadan) kichik masofaga yaqinlashsa, u holda itarishish kuchlari tortishish kuchlaridan zo‘r keladi va molekulalar orasida muvozanat masofasini tiklaydi.

Aksincha, masalan, biror tashqi sabab tufayli molekulalar muvozanat masofasidan uzoqlashib qolsa, tortishish kuchlari zo‘r kela boshlaydi va molekulalarni muvozanat masofasiga keltiradi.

Eksperimental va nazariy tadqiqotlarga muvofiq molekulalararo f o‘zaro ta’sir kuchlari molekulalar orasida r masofaning n - darajasiga teskari proporsionaldir:

$$f \sim \frac{1}{r^n}$$

Bu formulada tortishish kuchlari uchun $n=7$, itarishish kuchlari uchun esa uning qiymati 9 dan 15 gacha boradi. Haqiqatdan ham, bu kuchlar molekulalar orasidagi masofaning ortishi bilan kamayadi, unda itarishish kuchlari ayniqsa tez kamayadi.

2-rasm - α da molekulalarning ularning orasidagi masofaga bog‘liq holda o‘zaro ta’sirining taxminiy xarakteri tasvirlangan. Abssissalar o‘qi bo‘ylab r masofa, ordinatalar o‘qi bo‘ylab molekulalar orasidagi itarishish kuchlari f_0 va tortishish kuchlari m shuningdek, ularning natijaviy kuchi F qo‘yilgan. Bunda itarishish kuchlari musbat deb, tortishish kuchlari esa manfiy deb olingan. SHunday qilib, har bir r masofa uchun natijaviy kuch $F = f_0 - f_m$ va uning musbat qiymatlari molekulalarning itarishishiga, manfiy qiymatlari esa tortishishiga mos keladi.

Molekulalar orasidagi muvozanat masofasi $r_0 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ ga yaqin bo'lishi ma'lum, chunki shu masofada $F = 0$. $r < 3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ bo'lganda itarishish kuchlari katta bo'ladi ($F > 0$), $r > 3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ bo'lganda esa tortishish kuchlari katta bo'ladi ($F < 0$). Agar molekulalar orasidagi masofa $r \approx 1.5 \cdot 10^{-7} \text{ sm}$ bo'lsa, molekulalararo kuchlar amalda ta'sir qilmay qo'yadi ($F \rightarrow 0$). SHunday qilib, molekulalararo o'zaro ta'sir molekulalarning xususiy o'lchamlariga teng masofalarda namoyon bo'lar ekan.

Endi molekulalarining o'zaro ta'sir potensial energiyasi W_n ning ular orasidagi masofaga bog'liqlik xarakterini aniqlaylik. Bir – biridan cheksiz masofada turgan tortishuvchi kuchlarning potensial energiyasini nolga teng deb olishni shartlashib olamiz. SHuning uchun $r = \infty$ da $W_n = 0$ bo'ladi. Agar molekulalar bir – biridan $r = 1.5 \cdot 10^{-7} \text{ sm}$ masofada tursa, tortishish kuchlarining ishi hisobiga ular o'zaro yaqinlashadi, bunda molekulalarning potensial energiyasi kamayadi va $r = r_0$ bo'lganda ($F = 0$ da) (W_n) min minimal qiymatiga erishadi. Molekulalarning bundan keyingi yaqinlashishi faqat itarishish kuchlariga qarshi bajarilgan ish hisobigagina bo'lishi mumkin. Bunda molekulalarning potensial energiyasi keskin orta boshlaydi. Natijada molekulalarning o'zaro ta'sir potensial egri chizig'i $r = r_0$ da minumumga ega bo'ladi. Demak, molekulalarning turg'un muvozanat vaziyati ularning potensial energiyasi minimumiga to'g'ri keladi. Molekulalar o'zaro ta'sir potensial energiyasining ular orasidagi masofaga bog'lanish grafigi potensial egri chiziq deyiladi, bu egri chiziqning AVS qismi potensial chuqur, V nuqta potensial chuqurning tubi, DB – ordinata esa potensial chuqurning chuqurligi (yoki potensial to'siqning balandligi) deyiladi.

Molekulalar harakatining realligini eng ishonchli tasdiqlaridan biri Broun harakati deb atalgan hodisa bo'lib, uni ingliz botanigi Broun 1827 yilda suvdagi eng kichik muallaq sporalarni o'rganishda kashf qilgan.

3. Jismni tashkil qilgan molekulalar uzluksiz tartibsiz harakat holatida bo'ladi. Bunday harakatda molekulalar bir-biri bilan to'qnashib o'z tezliklarini yo'nalish jihatidan ham, katta jihatidan ham o'zgartiradi. Albatta to'qnashish so'zini bevosita to'qnashish deb tushunmaslik kerak, chunki molekulalarning o'zaro yaqinlashishida itarishish kuchlari keskin ortishi to'sqinlik qiladi. Biroq bu kuchlarning ta'siri xuddi odatdagi to'qnashish singari natijaga olib keladi, ya'ni yaqinlashgan molekulalar bir-biridan sapchib orqaga qaytadi. Molekulaning xaotik harakati issiqlik harakati deb ataladi.

Issiqlik harakati intensivligi ortgan sari molekulalar orasidagi o'rtacha masofa ortadi, tutinish kuchlari kamayadi. Jismning qattiq holatidan suyuq holatga o'tishi shu jarayonga mos keladi. Ancha intensiv issiqlik harakatida molekulalar orasidagi o'rtacha masofa shuncha katta ($> 1.5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$) bo'lishi mumkinki, ilashish kuchlari amalda ta'sir qilmay qo'yadi. Bunda jism gazsimon holatga o'tadi. SHunday qilib, moddaning mumkin bo'lgan uch agregat holatdan qaysi birida: qattiq holatda, suyuq

holatda yoki gazsimon holatda bo'lishi molekulalar issiqlik harakatining intensivligiga va tashqi sharoitlarga bog'liq bo'ladi.

Molekulyar – kinetik nazariyaning ilgari bayon qilingan asosiy qoidalari ko'pgina tajriba ma'lumotlari (dalillari) va fizik hodisalar bilan tasdiqlangan.

Molekulyar – kinetik nazariyaga ko'ra idishdagi gaz xaotik harakatlanayotgan gaz molekulalarining to'plamidan iboratdir. Bu harakat jarayonida gaz molekulalari idish devorlariga uriladi. Har bir urilishda molekula devor sirtiga normal (perpendikulyar) biror uncha katta bo'lmagan kuch bilan ta'sir qiladi. Molekulalar soni juda ko'p bo'lgani uchun idish devorlariga endi normal yo'nalgan anchagina katta uzluksiz kuch ta'sir qilib turadi. Bu kuchning devor sirti birligiga nisbatan hisoblangan qiymati gazning bosimi ekanligi ravshan. SHunday qilib, gazning bosimi gaz molekulalarining issiqlik harakati tufayli mavjud va molekulalarning idishga urilishida namoyon bo'ladi.

Molekulalarning zarb kuchi ularning tezligiga va demak, molekulalar ilgarilanma harakatining kinetik energiyasiga bog'liq bo'ladi. SHuning uchun gazning P bosimi uning molekulalarining ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasi W ning φ funksiyasi bo'ladi, ya'ni

$$P = \varphi(\overline{W}) \quad (12)$$

ideal gaz kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi gaz bosimi bilan uning molekulalari o'rtacha kinetik energiyasi orasidagi bog'lanishni, ya'ni funksiya φ ning aniq ko'rinishini belgilaydi. Asosiy tenglama hozirgi ko'rinishida nemis fizigi Klauzius tomonidan XIX asrning 50-yillarida chiqarilgan edi.

Bu tenglamani chiqarishdan avval, gazning o'ziga tegishli bo'lgan ba'zi soddalashtirishlarni kelishib olaylik. Gaz molekulalarining bir-biridan o'rtacha uzoqligi shundayki, ularning oralaridagi masofaga nisbatan o'lchamlarini nazarga olmaslik mumkin, ya'ni molekulalarni moddiy nuqtalar deb qarash mumkin deb hisoblaylik. Bunda molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari (tutinish va itarishish)ni ham nazarga olmaslik mumkin. Molekulalarning bir-biri bilan to'qnashishi sodir bo'ladigan yaqinlashish paytlari bundan mustasno. Bunda biz molekulalar bir-birlari bilan va gaz qamalgan idish devori bilan xuddi absolyut elastik sharlar singari to'qnashadi. YA'ni to'qnashish tezligining kattaligi emas, faqat yo'nalishi o'zgaradi deb hisoblaylik. Nihoyat molekulalar orasidagi o'rtacha masofaning katta bo'lgani uchun molekulalarning o'zaro to'qnashishini ularning idish devorlariga urilish soniga nisbatan hisobga olmaslik mumkin. SHunday qilib, gaz haqidagi soddalashtirishga oid farazlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

1. Molekulalar – o'lchamlarini nazarga olmasa mumkin bo'lgan elastik sharchalar (moddiy nuqtalar)dir.

2. Molekulalar orasidagi tutinish kuchlari nazarga olmaslik darajada kichik.

3. Molekulalar orasidagi itarishish kuchlari molekulalarning o‘zaro to‘qnashish paytlaridagina namoyon bo‘ladi.

4. Molekulalarning o‘zaro to‘qnashishlari soni ularning idish devorlariga urilish soniga qaraganda nazarga olmaslik darajada kichik.

Bu shartlarni qanoatlantiruvchi gaz ideal gaz deb ataladi.

SHunday qilib, molekulalari bir-birlari bilan molekulalararo tutinish kuchlari bilan bog‘lanmagan elastik moddiy nuqtalardir deb tasavvur qilinadigan gaz ideal gaz deyiladi.

Qirradi α bo‘lgan kub idishda n molekuladan iborat ideal gaz bor deylik; har bir molekulaning massasi m ga teng. Molekulalar harakatining batamom xaotik bo‘lishi tufayli ularning idish devorlariga ta’sirlari natijasi xuddi barcha molekulalarning $\frac{1}{3}$ qismi idishning oldingi va orqa devorlari orasida $\frac{1}{3}$ qismi o‘ng va chap devorlari orasida va $\frac{1}{3}$ qismi yuqori va pastki devorlari orasida to‘g‘ri chiziqli harakat qilgandagidek bo‘ladi. SHuning uchun uchala o‘zaro perpendikulyar (shuningdek tegishli devorlarga ham perpendikulyar) yo‘nalishlarning har biri bo‘ylab harakatlanuvchi molekulalar soni $n = \frac{1}{3}n$ ga teng bo‘ladi, deymiz.

Idishning o‘ng devoriga tomon g tezlik bilan uchib ketayotgan molekulalarning birini fikran kuzataylik. Molekula devorga uchib borib, unga uriladi, devordan sapchiydi, orqaga qaytadi, chap devor ketadi, undan sapchiydi va hokazo. Molekulaning devorga urilish kuchini Δf , urilish vaqtining davomini Δt bilan belgilaymiz. Bunda urilish vaqtida molekulaning devorga bergan kuch impulsi $\Delta f \cdot \Delta t$ ga teng bo‘ladi.

Harakat miqdorining o‘zgarish qonuniga muvofiq kuch impulsi harakat miqdorining o‘zgarishiga teng:

$$\Delta f \cdot \Delta t = m\sigma - (-m\sigma) = 2m\sigma$$

“Minus” ishorasi zarb vaqtida tezlik o‘z yo‘nalishini qarama-qarshi tomonga o‘zgartirishini bildiradi.

Molekula o‘ng devorga Δf kuch bilan qisqa vaqt, faqat zarblar vaqtidagina ta’sir qiladi: zarblar orasidagi qolgan kattagina vaqt oraliqlarida molekula bu devorga ta’sir qilmaydi. SHuning uchun molekulaning bir sekundda o‘ng devorga o‘rtacha ta’sir kuchi Δf aslida haqiqiy kuch Δf dan ancha kichik bo‘ladi. O‘rtacha kuch impulsi bir sekund davomida devorga ta’sir qiluvchi barcha Δf kuchlarning impulsleri yig‘indisiga, ya’ni $\Delta f \cdot 1 = \Delta f \cdot \Delta f \cdot k$ ga teng, bu erda k – molekulaning bir sekundda o‘ng devorga urilishlari (zarblari) soni. k soni molekulaning bir sekundda o‘tgan yo‘lining uning o‘ng devorga ketma-ket ikki marta urilishi orasida o‘tgan 2α yo‘liga

bo'lganiga teng. Molekulaning bir sekunda o'tgan yo'li son jihatdan v tezlikka teng bo'lgani uchun $k = \frac{v}{2\alpha}$. U holda o'rtacha kuch quyidagiga teng bo'ladi:

$$\bar{\Delta f} = \Delta f \cdot \Delta f \frac{v}{2\alpha} = 2mv \frac{v}{2\alpha} = \frac{mv^2}{\alpha}$$

Endi idishning o'ng devoriga gazning barcha (n) molekulalari ta'sir qilishini hisobga olamiz. U holda gazning o'ng devorga ta'sir qiluvchi to'la kuchi f barcha n molekulalar $\bar{\Delta f}$ kuchlarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$f \sum_i^n \bar{\Delta f} = \sum_i^n \frac{mv_i^2}{\alpha} = \frac{m}{\alpha} \sum_i^n v_i^2$$

bu erda $v_i = v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ - molekulalarning tezliklari. Tenglikning o'ng qismini n ga bo'lamiz va ko'paytiramiz:

$$f = \frac{mn}{\alpha} \frac{1}{n} \sum_i^n v_i^2$$

$\frac{1}{n} \sum_i^n v_i^2$ ifoda molekulalarning o'rtacha kvadratik tezliklari kvadrati ekanini aniqlash qiyin emas, biz uni u bilan belgilaymiz. U holda shunday yozish mumkin.

$$f = \frac{mnu^2}{\alpha}$$

Bu tenglik ikkala qismini α^2 ga bo'lamiz va n ni $\frac{1}{3}n$ bilan almashtiramiz.

$$\frac{f}{\alpha^2} = \frac{1}{3} \frac{mnu^2}{\alpha}$$

Biroq $\alpha^2 = S$ idishning o'ng devori sirti, $\alpha^3 = V$ sa idishning hajmi. U holda

$$\frac{f}{S} = \frac{1}{3} \frac{mnu^2}{V}$$

$\frac{f}{S} = p$ - gazning o'ng devorga bosimi ekanligi ravshan, $\frac{n}{V} = n_0$ - gazning hajm birligidagi molekulalari soni. SHuning uchun

$$P = \frac{1}{3} mn_0 u^2 \quad (13)$$

Bu tenglikning o'ng qismini 2 ga bo'lib va ko'paytirib, quyidagini olamiz:

$$P = \frac{2}{3} n_0 \frac{mu^2}{2}$$

$\frac{mu^2}{2} = \bar{W}$ bir molekulaning ilgari lanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi.

Binobarin, n_0 - hajm birligidagi molekulalar soni.

$$P = \frac{2}{3} n_0 \overline{W} \quad (14)$$

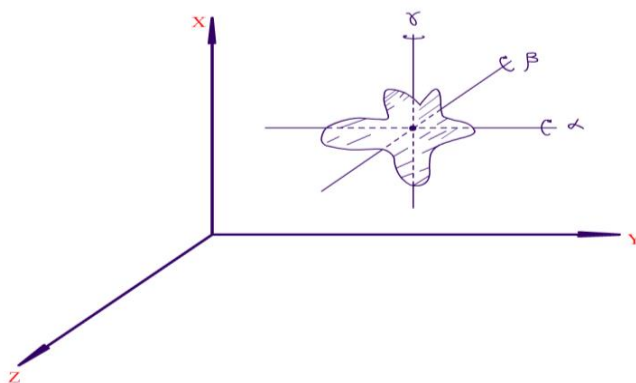
Gazning bosimi hajm birligidagi gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasining uchdan ikki qismiga teng.

Bu gaz kinetik nazariyasining eng muhim xulosalaridan biridir.

Gazning idishning boshqa devorlariga bosimi uchun ham xuddi shunday (13) va (14) ifodalarni hosil qilishimiz o'z-o'zidan ravshan. Demak, (13) va (14) formulalar gaz bosimning izlangan ifodasini (12) formulani berar ekan. Bu formulalar ideal gazning kinetik nazariya asosiy tenglamasi (Klauzius tenglamasi) ning turli ko'rinishlaridan iboratdir. Asosiy tenglama gazning bosimi birlik hajmdagi molekulalarning ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasiga to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatadi.

Bu formulani statistik metod yordamida chiqardik: mikroskopik tizim (gaz) ni sondagi tartibsiz harakat qilayotgan molekulalar yig'indisi deb oldik, tizimning makroskopik xarakteristikasi – gazning bosimini – mikroprotsess xarakteristikasi o'rtacha qiymati orqali, ya'ni gaz molekulalarining ilgarilanma harakati kvadratik tezliklarining o'rtachasi yoki o'rtacha kinetik energiyasi bilan ifodaladik.

Ideal gaz molekulalari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaydi, binobarin, ularning potensial energiyasi bo'lmaydi. SHuning uchun ideal gaz molekulalarining butun energiyasi faqat ilgarilanma harakat va aylanma harakat kinetik energiyalaridan iboratdir. Molekulaning ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasini o'tgan paragrafda aniqlagan edik. Molekulaning aylanma harakati o'rtacha kinetik energiyasini hisobga olish uchun jismning erkinlik darajalari soni tushunchasini kiritish kerak. Jismning fazodagi vaziyatini aniqlovchi erkin koordinatalar soni jismning erkinlik darajalari soni deyiladi. Bu ta'rifni tushuntiraylik. Agar jism fazoda mutlaqo ixtiyoriy siljiyotgan bo'lsa, bunday siljishni hamma vaqt oltiga bir vaqtdagi mustaqil harakatlardan – uchta ilgarilanma (to'g'ri burchakli koordinatalar tizimining uchta o'qi bo'ylab) va uchta aylanma (jismning og'irlik markazi orqali o'tgan uchta o'zaro perpendikulyar o'q atrofida) harakatlardan iborat deyish mumkin. Boshqacha qilib aytganda, bu holda jismning fazodagi vaziyati oltita mustaqil koordinatalar: uchta chiziqli (x, y, z) va uchta burchak (α, β, γ) koordinatalari orqali aniqlanadi.



3-rasm

Demak, ta'rifga ko'ra, fazoda ixtiyoriy ravishda harakatlanayotgan **molekula** erkinlik darajalari soni oltiga teng (uchta ilgarilanma va uchta aylanma **molekula** erkinlik darajasi). Agar jismning harakat erkinligi cheklangan bo'lsa, uning erkinlik darajalari soni oltitadan kam bo'ladi. Agar jism faqat tekislik bo'ylab harakatlansa va bunda ixtiyoriy aylanish imkoniga ega bo'lsa, (masalan, dumalayotgan koptok), u holda uning erkinlik darajalari soni beshtaga teng (ikkita ilgarilanma va uchta aylanma) bo'ladi.

Temir yo'l vagoni faqat bitta erkinlik darajasiga ega, chunki u faqat yo'l bo'ylab harakat qila oladi. Bu vagon g'ildiragini esa erkinlik darajalari soni ikkita: ilgarilanma (vagon bilan birgalikda) va aylanma (gorizontal o'q atrofida).

Endi gaz molekulasiining energiyasi masalasiga qaytaylik. Molekulalarning harakati batamom xaotik bo'lgani uchun ularning barcha tur harakatlari (ilgarilanma harakatlari ham, aylanma harakatlari ham) baravar sodir bo'lishi mumkin (teng ehtimolli). SHuning uchun molekulaning har bir erkinlik darajasiga o'rtacha bir xil kinetik energiya to'g'ri keladi (Bolsmanning energiyaning erkinlik darajalari bo'yicha teng taqsimlanishi haqidagi teoremasi).

Molekulalar mutloqo ixtiyoriy harakatlangani uchun, ularning oltitadan erkinlik darajalari bo'lishi kerak edi. Biroq bu erda quydagini nazarda tutish kerak.

Bu atomli gazning (masalan, *He*) molekulasiining o'z o'qi atrofida aylanishi uning fazodagi vaziyatining o'zgartirmaydigan moddiy nuqta deb qarash mumkin. Demak, bir atomli molekulaning vaziyatini aniqlash uchun uning chiziqli koordinatalarining berilishi kifoya va burchak koordinatalari talab qilinmaydi. SHuning uchun bir atomli molekulaning erkinlik darajalari sonini uchta (ilgarilanma) deyish mumkin. Fizik nuqtai nazardan buni shunday tushintirish mumkin. Jism aylanma harakatining kinetik energiyasi quyidagiga teng edi:

$$W_{\kappa, a\ddot{u}l} = \frac{I\omega^2}{2}$$

bu erda ω -aylanma burchak tezligi I -jismning inersiya momenti.

Moddiy nuqta uchun

$$I = mr^2$$

bu erda m - moddiy nuqtaning massasi, r - uning aylanish o'qidan uzoqligi. Agar moddiy nuqta o'z o'q atrofida aylansa, u holda $r=0$. Biroq u holda $I=0$ va $W_{k.a\ddot{u}n}=0$ bo'ladi. Binobarin, bir atomli molekulada aylanma uchun (aylanma erkinlik darajalari uchun) juda kam energiya to'g'ri keladi va uni nazarga olmaslik mumkin. Bu qoidani faqat kvant mexanika asosidagina qat'iy isbotlash mumkin.

Ikki atomli gaz (masalan, O_2) ikki moddiy nuqta – atomlarning yig'indisi deb qarash mumkin, ular bir-biriga kimyoviy bog'linishlar bilan qattiq bog'langan.

Bunday molekulaning ikkala atom orqali o'tuvchi o'q atrofida aylanishi molekulaning fazodagi vaziyatini o'zgartirmaydi. Fizik nuqtai nazardan esa bu o'q atrofida aylanish uchun to'g'ri keladigan energiya nolga yaqin. SHuning uchun ikki atomli molekulaning erkinlik darajalari soni beshta bo'ladi (uchta ilgarilanma va ikkita aylanma).

Uch atomli molekulaga kelsak, uning oltita erkinlik darajasi (uchta ilgarilanma va uchta aylanma) bo'lishi ravshan. Boshqa ko'p atomli molekulalar (to'rt atomli, besh atomli va hakoza) ham oltita erkinlik darajasiga ega.

Molekulaning bitta erkinlik darajasiga to'g'ri keladigan o'rtacha kinetik energiyani hisoblash uchun formuladan formuladan foydalanamiz:

$$W = \frac{3}{2} kT$$

Bu energiya uchta erkinlik darajasi bo'lgan bir atomli molekula (moddiy nuqta) uchun chiqarilgan, shuning uchun molekulaning bir erkinlik darajasiga to'g'ri keladigan W_0 energiya:

$$W_0 = \frac{W}{3} = \frac{1}{2} kT$$

Energiya birligi bilan kelvin deb atalgan temperatura birligi orasidagi munosabatni ifodalovchi k – ko'paytuvchi Bolsman doimiysi deyiladi.

$$k = 1,380662 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

U holda, yuqorida eslatib o'tilgan Bolsman teoremasiga muvofiq, erkinlik darajasi i ta bo'lgan molekulaning to'liq kinetik energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$W = W_0$$

yoki

$$W = \frac{i}{2} kT \quad (15)$$

Binobarin, gaz molekulasi to'liq kinetik energiyasi uning absolyut temperaturaga proporsional va faqat shu temperaturaga bog'liqdir.

(15) formuladan absolyut nol temperaturaning fizik ma'nosi kelib chiqadi: $T=0$ da $W=0$ bo'ladi, ya'ni absolyut nolda gaz molekulalarining harakati to'xtaydi.

(15) formulaga muvofiq bir atomli molekulaning ($i = 3$) to'liq energiyasi

$$W_1 = \frac{3}{2}kT$$

ikki atomli molekulaning ($i = 5$) to'liq energiyasi.

$$W_2 = \frac{5}{2}kT$$

uch atomli va ko'p atomli molekulalarning ($i = 6$) to'liq energiyasi

$$W_3 = \frac{6}{2}kT = 3kT$$

U holda gazning biror massasining ichki energiyasi W_m shu massadagi molekulalar soni n ning bir molekulaning to'liq kinetik energiyasiga ko'paytmasiga teng, ya'ni

$$W_m = nW = n \frac{i}{2}kT$$

Gazning bir kilomoli uchun $n = N$ (Avagadro soni) bo'lgani uchun bir kilomol gazning ichki energiyasi W_μ uchun ($k = \frac{R}{N}$ ekanini hisobga olib) quyidagi ifodani olamiz:

$$W_\mu = N \frac{i}{2}kT = N \frac{i}{2} \frac{R}{N} T$$

$$\text{ya'ni} \quad W_\mu = \frac{i}{2}RT \quad (16)$$

(16) formuladan ixtiyoriy m massali gazning ichki energiyasi W_m uchun amaliy hisoblashlarda qo'llash qulay bo'lgan ifodani hosil qilish oson, bunda bu gazning kilomollari soni $\frac{m}{\mu}$ ekanligini nazarga olish kerak, bu erda μ kilomol massasi; u holda

$$W_m = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2}RT$$

Demak, har qanday gaz massasini ichki energiyasi uning molekulasi erkinlik darajalari soniga, uning absolyut temperaturasiga va massasiga proporsional ekan.

Bu erda ham avvalgidek ideal gaz ko'rilayotgan bo'lsa ham ideal gazda bo'lgan bitta soddalashtiruvchi farazdan xalos bo'ldik. Ko'p atomli gazlarning molekulalarini bu erda moddiy nuqtalar deb emas, balki jismlar-moddiy nuqtalar tizimi deb qaradik. Bunday deyish bilan gazning biror individualligi nazarga olindi, gazlar turlicha bo'lishi mumkin degan fikrga yo'l qo'yildi.

Moddaning solishtirma issiqlik sig'imi c dan tashqari uning mol issiqlik sig'imi C tushunchasini ham kiritamiz. Moddaning bir kilomolini 1°S ga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori mol issiqlik sig'imi deyiladi. Solishtirma issiqlik sig'imi ta'rifidan, uning mol issiqlik sig'imi bilan quyidagi munosabatda bog'langani kelib chiqadi:

$$C = \mu c$$

bu erda μ – moddaning kilomol massasi. C ning o‘lchov birligi $\text{J}/(\text{град} \cdot \text{кмоль})$.

Gaz solishtirma issiqlik sig‘imining kattaligi gazning qanday sharoitda o‘zgarmas hajmda yoki o‘zgarmas bosimda isitilishiga bog‘liq. Gaz o‘zgarmas hajmda isitilganda gazga berilgan barcha issiqlik gazning ichki energiyasining ortishiga ketadi (chunki hajm ortmaydi). O‘zgarmas bosimda isitilganda esa gazning kengayish ishi uchun yana qo‘shimcha issiqlik miqdori kerak bo‘ladi, chunki gazning hajmini orttirish bilangina uning bosimini o‘zgarmas qilib saqlash mumkin. SHuning uchun gazning ikki hil mol (yoki solishtirma) issiqlik sig‘imi haqida gapirish mumkin: o‘zgarmas hajmdagi C_v va o‘zgarmas bosimdagi C_p . Issiqlik sig‘imlari $C_p > C_v$ ekanligi ravshan. Bu issiqlik sig‘imlari bilan batafsil tanishamiz.

1. O‘zgarmas hajmdagi issiqlik sig‘imi. O‘zgarmas hajmda kilomol gazni 1°S ga qizdirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdori o‘zgarmas hajmdagi mol issiqlik sig‘imi deyiladi. Bu holda hamma issiqlik gazning ichki energiyasini orttirishga ketadi, shuning uchun mol gaz ichki energiyasining ΔW_μ orttirmasining shu orttirmani yuzaga keltirgan temperatura o‘zgarishi ΔT ga nisbatini o‘zgarmas hajmdagi mol issiqlik sig‘imi deb ta’riflash mumkin:

$$C_v = \frac{\Delta W_\mu}{\Delta T} \quad (17)$$

Biroq (16) formulaga muvofiq, $\Delta W_\mu = \frac{i}{2} R \cdot \Delta T$. SHuning uchun $C_v = \frac{i}{2} R$.

2. O‘zgarmas bosimdagi issiqlik sig‘imi. O‘zgarmas ΔP bosimda kilomol gazni 1°S ga qizdirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdori o‘zgarmas bosimdagi mol issiqlik sig‘imi deyiladi. Avval aytganimizdek, bu holda mol gazni qizdirish uchun issiqlikning kengayish ishi A ga teng bo‘lgan qo‘shimcha issiqlik miqdori sarflanadi. SHuning uchun C_p sig‘im C_v sig‘imdan A ish kattaligiga ortiq bo‘ladi:

$$C_p = C_v + A \quad (18)$$

Bu ishni hisoblaylik. Buning uchun temperaturasi T , hajmi V_μ va bosimi p bo‘lgan 1 kmol gazni silindrga yuzi S bo‘lgan porshen ostiga qamaymiz va so‘ngra uni $p = \text{const}$ da 1°S ga qizdiramiz. Kengayishda gaz porshenni Δh balandlikka ko‘taradi va bunda ishni bajarib V_μ hajmini egallaydi, bu erda pS porshenni ko‘taruvchi kuch, $S \cdot \Delta h = \Delta V$ gaz hajmining ortishi, lekin $\Delta V = V_\mu - V_\mu$, shuning uchun

$$A = p \cdot \Delta V = p(V_\mu - V_\mu) = pV_\mu - pV_\mu \quad (19)$$

Mendeleev – Klayperon tenglamasiga muvofiq $pV_\mu = R(T + 1)$ va $pV_\mu = RT$, shuning uchun

$$A = R(T + 1) - RT = RT + R - RT = R$$

SHunday qilib

$$A = R \quad (20)$$

(20) formulaga ko'ra universal gaz doimiysining fizik ma'nosini aniqlash mumkin: universal gaz doimiysi son jihatdan kiloml ideal gazning bir gradusga qizigandagi (o'zgarmas bosimda) kengayish ishiga teng.

(19) va (20) formulalardan

$$C_p = C_v + R$$

Bu munosabat Mayer tenglamasi deyiladi. Bu tenglamaga (17) formuladan C_v ning ifodasini qo'yib, C_p ning ifodasini topamiz:

$$C_p = \frac{1}{2}R + R = \frac{i+2}{2}R \quad (21)$$

Issqlik sig'irlarining nisbatini γ harfi bilan belgilaymiz: u holda (17) formulalardan shuni hosil qilamiz:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} \quad (22)$$

Ravshanki, $\gamma > 1$ va gazning sortiga (erkinlik darajalari soniga) bog'liq bo'ladi. Issqlik sig'irlari bilan bir qatorda γ ham gazning muhim xarakteristikasidir.

(17) va (21) formulalardan hamma gazlarni ularning issqlik sig'irlari kattaliklariga qarab uch turga: bir atomli, ikki atomli va ko'p atomli gazlarga bo'lish mumkin ekanligi kelib chiqadi. SHuning uchun (17), (21) va (22) formulalardan mol issqlik sig'irlarining barcha qiymatlari va ularning nisbatini hisoblash qiyin emas. Bunday hisoblash natijalari jadvalda berilgan. Universal gaz doimiysi uchun $R = 8,32 \cdot 10^3 \text{ Ж/}(\text{град} \cdot \text{кмоль})$ qiymat olingan.

Juda past va juda yuqori bo'lmagan temperaturalarda ko'pchilik gazlarning issqlik sig'irlarining qiymatlari nazariy hisoblangan qiymatlariga juda yaqin ekanligi tajribalarda aniqlandi; ayniqsa bir atomli va ikki atomli gazlarda bu qiymatlar bir-biriga juda mos kelar ekan.

(17) va (21) formulalardan C_v va C_p mol issqlik sig'irlari o'zgarmas ekanligi va temperaturaga bog'liq emasligi ko'rinib turibdi. Bu esa faqat bir atomli gazlar uchungina o'rinli ekani bevosita o'lchashlardan ma'lum bo'ldi. Ko'p atomli gazlarning issqlik sig'irlari faqat normal temperaturadan uncha farq qilmaydigan temperaturalardagina taxminan o'zgarmas qolar ekan. YUqori temperaturalarda issqlik sig'irlari nazariy hisoblangan qiymatlaridan katta, past temperaturalarda esa kichik bo'lar ekan. SHu bilan birga, past temperaturalarda ko'p atomli gazlarning issqlik sig'irlari bir atomli gazlarning issqlik sig'irlari qiymatiga yaqinlashar ekan ($C_v = 12480$ va $C_p = 20800 \text{ Ж/}(\text{град} \cdot \text{кмоль})$). SHunday qilib, past temperaturalarda aylanuvchi erkinlik darajalarining guyo "muzlashi" ro'y bersa, yuqori

temperaturalarda aksincha guy qandaydir yangi erkinlik darajalarining “qo‘zg‘alishi” hosil bo‘lar ekan.

Issiqlik xarakati xaotik bo‘lgani uchun molekulalarning traektoriyasi broun zarrasi harakati singari siniq chiziqdan iborat bo‘ladi. Traektoriyadagi siniqliklar molekulalarning bir-biri bilan to‘qnashishlari tufayli bo‘ladi. Biror molekulaning bir sekundda o‘tgan yo‘lini tasvirlaylik. Molekulaning ikkita

ketma-ket to‘qnashishlar orasida o‘tgan yo‘lini molekulaning erkin yugurish yo‘li uzunligi λ deymiz. Erkin yugurish yo‘li uzunligi hamma vaqt o‘zgarib turadi. SHuning uchun molekulaning ketma-ket ikki to‘qnashishlari orasda o‘tgan o‘rtacha yo‘lini bildiruvchi erkin yugurish yo‘li uzunligi $\bar{\lambda}$ tushunchasini kiritishga to‘g‘ri keladi. Ravshanki, $\bar{\lambda}$ ni aniqlash uchun molekulaning bir sekundda o‘tgan butun yo‘lini molekulaning bir sekunddagi to‘qnashishlar soni $\bar{z}$ ga bo‘lish kerak. Molekulaning bir sekundda o‘tgan yo‘li son jihatidan uning o‘rtacha $\bar{v}$ tezligiga teng, ya’ni

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{v}}{\bar{z}} \quad (23)$$

$\bar{z}$ ni topish uchun molekulalarni r radiusli sharcha deb ularning o‘lchamlarini nazarga olamiz. Molekulalardan birini (rasmda chapdagi eng chekka molekulani) fikran kuzatamiz va uning bir sekundda o‘tgan yo‘lini tasvirlaymiz. Qolgan molekulalarni vaqtnicha harakatsiz deb hisoblaymiz. Biz kuzatayotgan molekula markazlari $2r$ radiusli siniq silindr ichida yotgan molekulalar bilangina to‘qnashishi ravshan (molekulaning traektoriyasi silindrning o‘qi bo‘ladi). Demak, to‘qnashishlarning bir sekunddagi o‘rtacha soni $\bar{z}$ siniq silindrning V hajmidagi molekulalar soni n ga teng:

$$\bar{z} = n \quad \text{yoki} \quad \bar{z} = n_0 V$$

Bu erda n_0 -hajm birligidagi molekulalar soni. Bu siniq silindrning hajmini balandligi $\bar{v}$ va asosining yuzi $\pi(2r)^2$ bo‘lgan – to‘g‘rilangan silindr hajmiga teng deyilsa, yo‘l quyidagi xatoni nazarga olmaslik mumkin. SHuning uchun

$$\bar{z} = 4\pi r^2 n_0 \bar{v} \quad (24)$$

Bu formulani chiqarishda biz kuzatayotgan molekuladan boshqa hamma molekulalar harakatlanmaydi deb oldik. Aslida esa ular ham harakatlanadi. SHuning uchun to‘qnashishlar soni biz chiqarganimizdan $\sqrt{2}$ marta katta bo‘lishini aniq hisoblab topilgan, ya’ni

$$\bar{z} = 4\sqrt{2}\pi r^2 n_0 \bar{v} \quad (25)$$

$\bar{z}$ ning qiymatini (23) formulaga qo‘yib, molekulalarning o‘rtacha yugurish uzunligining ifodasini topamiz:

$$\lambda = \frac{1}{4\sqrt{2\pi r^2 n_0}} \quad (26)$$

Bu formulaga muvofiq, $\bar{\lambda}$ temperaturaga bog'liq emas. Tajriba esa temperatura ortishi bilan $\bar{\lambda}$ ning bir oz ortishini ko'rsatadi. Bunga sabab shuki, temperatura ortishi bilan molekulalarning tezligi ortadi, buning natijasida to'qnashuvchi molekulalar molekulalararo itarishish kuchini engib, bir-biriga yaqinroq kelishi mumkin. SHunday qilib, temperatura ortishi bilan molekulaning sharsimon modelining radiusi, u bilan birga esa sinq silindrning hajmi va to'qnashishlar soni $\bar{z}$ kamayadi. Bunda (23) formulaga muvofiq, λ ortadi.

O'rtacha erkin yugurish uzunligi $\bar{\lambda}$ ning temperatura T ga bog'lanishi Sezerlend formulasi bilan ifodalanadi:

$$\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0 \frac{T}{C + T}$$

bu erda $\bar{\lambda}_0$ - (26) formulaga ko'ra hisoblangan o'rtacha erkin yugurish uzunligining qiymati, C –tajriba yo'li bilan aniqlanadigan doimiy kattalik.

n_0 gaz bosimi ρ ga to'g'ri proporsional bo'lgani uchun bosim esa o'z navbatida gaz zichligi ρ ga to'g'ri proporsional bo'lgani uchun, (36) formulaga ko'ra o'rtacha erkin yugurish uzunligi gazning bosimiga va uning zichligiga teskari proporsional bo'ladi. SHuning uchun

$$\frac{\bar{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_2} = \frac{n_{02}}{n_{01}} \quad (27)$$

Real gazning holat tenglamasini amaliy tekshirish va Van-der-Vaals izotermalarining o'ziga xos xarakterining fizik ma'nosini aniqlash uchun 1869 yilda, ya'ni Van-der-Vaalsning nazariy tadqiqotlaridan bir oz avval o'tkazilgan Endryus tajribalari natijalaridan foydalanish qulay.

Endryus karbonat angidrid (CO_2) bilan tajriba o'tkazdi. Silindr porsheni ostida bir mol karbonat angidrid gazi solingan. Gazning hajmi va bosimi porshenning har qanday holatida ham M monometr va N hajmlar shkalasidan aniqlangan. Oyna bilan germetik berkitilgan 0 darcha orqali gaz egallagan fazoni ko'rish mumkin. Butun silindr gazning zarur temperaturasini belgilab va tutib turishga imkon beruvchi termostatga joylashtirilgan. Bu qurilma yordamida Endryus karbonat angidrid gazi bilan turli temperaturalarda bir qator izotermik protsesslarni o'tkazdi.

Endryus tajribasida quyidagi muhim narsani qayd qilish kerak. Gaz yuqori temperaturalarda siqilayotgan ($> +31^\circ\text{C}$) porshen ostidagi fazoda ko'zga ko'rinadigan hech qanday jarayonlar bo'lmagan, gazni past temperaturalarda ($> +31^\circ\text{C}$) siqila boshlagach endryus porshen ostida devorlarga o'tirgan va silindr tubiga tomchilayotgan suyuqlik (tuman) tomchilarini ko'rgan. Nihoyat butun silindr suyuq

karbonat angidrid bilan to'lgan. Izotermalarning gorizontal uchastkalariga mos kelgan butun bu bosqich davomida bosim o'zgarishsiz saqlangan.

SHunday qilib, eksperimental izotermalarning gorizontal qismlari ("plato") gazning o'zgarish bosimida bo'ladigan suyuqlanish bosqichiga mos keladi. Boshqacha aytganda, plato muyuq va gazsimon fazalarning birgalikda mavjudligiga mos keladi.

Gazning suyula boshlanadigan bosimi temperaturaga bog'liq bo'ladi. Temperatura kamayishi bilan bosim ham kamayadi. Bu bosim to'yingan bug'ning elastikligi deyiladi. Gaz plato boshlanishiga mos keluvchi V_{μ}^n hajmdan suyula boshlaydi. Hajm V_{μ}^n dan V_{μ} ga qisqargan sari gazning (to'g'rirog'i to'yingan bug'ning) tobora ko'proq miqdori suyuqlikka aylanadi. V_{μ} ga teng va undan kichik hajmda karbonat angidridning hammasi suyuq holatga o'tadi. Suyuqlik, biz bilamizki, juda qiyin siqiladi. Shuning uchun izotermaning suyuq fazaga mos keluvchi chap tarmog'i tik yuqoriga ko'tarilib ketadi. Eksperimental va nazariy izotermalarni solishtirsa, ularning bir xil ko'rinishda ekanini, biroq Endryus izotermalarida gazning suyuqlikka aylanishiga – plato qismi, Van-der-Vaals izotermalarida esa to'liqsimon qismlari mos kelishi bilan farqlanishini ko'ramiz.

Shunday qilib, Endryus tajribasi Van-der-Vaals tenglamasi haqiqatni to'g'ri aks ettirishini va uni real gaz holati tenglamasi, shuningdek, suyuqlik holatini va gazning suyuqlikka o'tish protsessini ifodalovchi tenglama deb olish mumkin ekanligini ko'rsatadi. SHu bilan birga, garchi Van-der-Vaals tenglamasi holat tenglamasiga juda yaqin keluvchi tenglamalardan biri bo'lsada, uning yaqinlashuvchigina tenglama ekanligini qayd qilib o'tish zarur.

Endryus tajribasidan va boshqa gazlar bilan qilingan shunga o'xshash tajribalardan shu narsa aniqlandiki, gazni ayni shu gaz uchun berilgan muayyan bir T_k temperaturadan past temperaturalardagina suyuqlikka aylantirish mumkin ekan: T_k dan yuqori temperaturalarda gazni hech qanday bosim ostida ham suyuq holatga o'tkazish mumkin emas. T_k temperatura kritik temperatura deyiladi. Karbonat angidrid gazi uchun kritik temperatura $T_K = 304^{\circ}K(31^{\circ}C)$.

SHunday qilib, kritik temperatura deb shunday temperaturaga aytiladiki, bundan yuqori temperaturadagi gazni hech qanday bosim bilan ham suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi, bundan past tumperaturalarda esa gazni temperatura qancha past bo'lsa, o'shancha past bosimda suyuqlikka aylantirish mumkin.

Demak, kritik temperaturadan yuqori temperaturadagi gaz kritik temperaturadan past temperaturada bo'lgan gazdan farq qiladi. SHu munosabat bilan kritik temperaturadan past temperaturada bo'lgan gaz bug' deb ataladi.

Suyuqlik va uning bug'i chegarasidagi sirt tarangligini o'rganib D.I.Mendeleev 1860 yilda, ya'ni Endryus va Van-der-Vaals tadqiqotlarigachayoq kritik temperaturani

mavjudligini (u absolyut qaynash temperaturasi deb atagan edi) va bu temperaturada suyuqlik va gaz xossalari orasidagi farq yo'qolishini va sirt taranglik koeffitsienti nolga teng bo'lishini aniqlagan edi.

Kritik temperaturaga tegishli izoterma kritik izoterma deyiladi. Bukilish nuqtasi K kritik nuqta deb, bu nuqtaga mos keluvchi holat kritik holat deyiladi. Kritik holatga mos keluvchi hajm va bosim (ya'ni K nuqtaning koordinatalari) kritik hajm va kritik bosim deb ataladi.

Kritik temperatura tushunchasi past temperaturalar fizikasi va gazlarni suyuqlashtirish texnikasida katta rol o'ynadi. Kritik temperatura tufayli har qanday gazni dastlab kritik temperaturadan past temperaturagacha sovitib, siqish yo'li bilan suyuqlikka aylantirish mumkin ekanligi ravshan bo'lib qoldi.

Texnikada gazlarni suyuqlashtirish uchun Linde mashinasi keng ishlatiladi, uning ishlashi Joule – Tomsonning munosabat effektiga asoslangan. Ingliz fiziklari Joule va Tomson real gazning bo'shliqda kengayishida (ya'ni tashqi ish bajarmay kengayishida) uning temperaturasi o'zgarishini aniqladilar (Joule – Tomson effekti). Bunda ikki hol bo'lishi mumkin:

1. Past boshlang'ich temperaturada barcha gazlar kengayishida soviydi (Joule – Tomsonning musbat effekti).

2. Yuqori boshlang'ich temperaturada barcha gazlar kengayishida qiziydi (Joule – Tomsonning manfiy effekti). Har qanday gaz uchun temperaturaning shunday qiymatlar oralig'i bo'ladiki, bu oraliqda gaz kengayishda isimaydi ham, sovimaydi ham. Bu temperatura inversiya temperaturasi T_i deb tashqari isib ketishi, ma'lumki, kishining terlashiga sabab bo'ladi. Teri sirtidan terning bug'lanishi va u bilan birga bo'ladigan issiqlikning yutilishi organizmning o'ta qizib ketishining oldini oladi. O'simliklar suvni barglarining sirti orqali bug'laydi. SHuning uchun ham qurg'oqchil rayonlarda o'sadigan o'simliklarning barglari kichik bo'ladi, bargi kam bo'ladi yoki mutlaqo bo'lmaydi. Bundan tashqari, bu o'simliklarning barglari ustini ko'pincha yupqa kumushsimon tuklar ("momiq") qoplagan bo'ladi, shuning uchun barglarga "shamol tegmaydi", binobarin, bu narsa bug'lanish protsessini sekinlashtiradi.

Dalton qonuni: Gazlar aralashmasining bosimi uning komponentlarining porsial bosimlari yig'indisidan iboratdir.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots,$$

Avagadro qonuni: Birday bosim va temperaturada har qanday gazning teng hajmidagi molekullar soni bir xil bo'ladi.

Moddaning nisbiy molekulyar massasiga teng bo'lgan grammlarda ifodalangan massa miqdoriga mol deb ataladi. Har qanday modda molida ayni birday molekullar soni bo'ladi. Barcha moddalar uchun bir xil bo'lgan moldagi molekullar soni Avagadro soni deyiladi.

$$N_0 = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Universal gaz doimiysi $R = N_0 k = 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,38 \cdot 10^{-23} = 8,31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль}}$.

Ideal gaz holati tenglamasi Klapeyron – Mendeleev tenglamasi.

$$PV = RT$$

Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Moddalar nimalardan tuzilgan.
2. Molekulalar orasida qanday ta'sir kuchlari mavjud.
3. Molekulalar orasida masofa qancha.
4. Molekulalar moddada qanday harakat qiladi?
5. Ideal gaz kinetik nazariyasining asosiy tenglamasining fizik mohiyati.
6. Qanday gaz ideal gaz deyiladi.

6- mavzu. Termodinamika asoslari.

Reja:

1. Termodinamik jarayonlar va tizimlar. Issiqlik muvozonati.
2. Ochiq va yopiq tizimlar. Termodinamikaning birinchi qonuni.
3. Harorat va uni o'lchash usullari. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.
4. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
5. Entropiya va uning fizik mohiyati.

Termodinamika turli jarayonlarda (issiqlik, mexanik, elektr, magnit jarayonlari va boshqalar) molekulalarning issiqlik (tartibsiz) harakati tufayli energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi miqdoriy qonuniyatlarini o'rganadi.

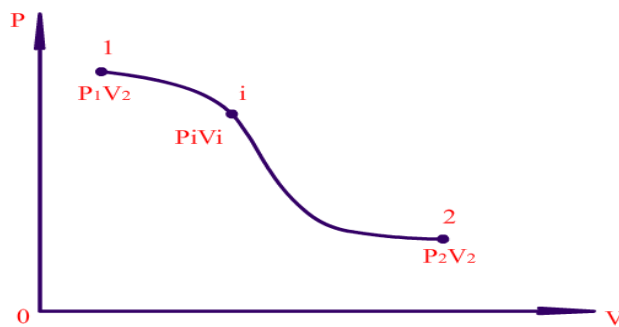
Termodinamika asosan inson faoliyatining ko'p asrlik tajribasi asosida chiqarilgan ikkita fundamental qonundan iborat bo'lib, bu qonunlar termodinamikaning asosiy qonunlari deyiladi. Birinchi asosiy qonun energiya aylanish jarayonining miqdoriy va sifat tomonlarini tavsiflaydi, Ikkinchi asosiy qonun esa bu jarayonlarning yo'nalishlari haqida fikr yuritishga imkon beradi. Issiqlik energiyasining boshqa turlariga o'tishi yoki bunga teskari jarayonlar bo'layotgan makroskopik jism (yoki jismlar guruhi) termodinamik tizim deyiladi. Silindr porsheni ostidagi gazni termodinamik tizim deyish mumkin. Termodinamika mikrojarayonlarni o'rganmaydi.

Agar tashqi sharoitlar o'zgarmas bo'lsa, u holda bu sharoitlarda bo'lgan termodinamik tizim birmuncha vaqt o'tgandan keyin shunday holatga kelishi mumkin, bu holatda unda har qanday mikroskopik o'zgarishlar to'xtaydi. Tizimning bunday holati termodinamik muvozanat deyiladi. Termodinamik muvozanatda tizimning holati umuman quyidagi uchta kattalik, harorat (T) bosim (P) va hajm (V) bilan ifodalanadi, bu fizik kattaliklar bir-birlari bilan umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin bo'lgan munosabat orqali bog'langan:

$$f(T, P, V) = 0 \quad (1)$$

Bu bog‘lanish tizimning holat tenglamasi deyiladi. Agar tizimni ifodalovchi kattaliklardan istalgan ikkitasi, masalan, P va V ma’lum bo‘lsa, uchinchi tizimning holat tenglamasidan topish mumkin.

Tizimning bir (P_1, V_1, T_1) holatdan boshqa (P_2, V_2, T_2) holatga o‘tishi termodinamik jarayon deyiladi. Tizimning har bir berilgan holati – 1 boshlang‘ich, i –oralik va 2 oxirgi holatida temperatura va bosimning qiymatlari tizimning barcha nuqtalari (qismlari) uchun bir xil bo‘lishi kerak. Boshqacha aytganda, bu holatlarning har birida tizim termodinamik muvozanatda bo‘lishi kerak. SHu bilan birga, masalan gazni tez qisish vaqtida gazning bosimi uning porshenga yaqin joylarida boshqa qismlaridagidan birmuncha katta bo‘ladi, tez kengayish vaqtida esa birmuncha kichik bo‘ladi. Tizimda bunday bir jinssizlik (notekislik) bo‘lmasligi uchun termodinamik jarayonlar sekin (prinsip jihatidan cheksiz sekin) o‘tishi kerak. Sekin tushunchasi amalda jarayonning o‘tish vaqti relaksatsiya vaqtidan kichik bo‘lmasligini bildiradi. Relaksatsiya vaqti tizimning muvozanati tiklanadigan vaqt bo‘lib, u tizimning o‘lchamlariga proporsional bo‘ladi.



1-rasm

Agar 1 holatdan 2 holatga o‘tgan tizim uchun 2 holatdan 1 holatga shunday o‘tish jarayoni mavjud bo‘lsaki, bunda tizim birinchi jarayonning barcha i holatlari orqali teskari tartibda o‘tib dastlabki holatiga qaytsa va bunda tizimda ham, atrof muhitda ham hech qanday o‘zgarish asorati qolmasa, tizimning bunday o‘tish jarayoni qaytar jarayon deyiladi. Aks holda o‘tish jarayoni qaytmas jarayon deyiladi. Boshqacha aytganda, 1 holatdan 2 holatga o‘tgan tizimda 2 holatdan 1 holatga shunday o‘tish jarayoni mavjud bo‘lsaki, bunday o‘tish natijasida atrof muhitda ham, shuningdek tizimning o‘zida har ikkala jarayonning izlari batamom yo‘qolsa, tizimning o‘tish jarayoni qaytar jarayon bo‘ladi.

Agar mayatnikning tebranishi ishqalanishsiz bo‘lganda edi, uning tebranishi qaytar jarayonga misol bo‘la olar edi: bir tebranish davri davomida mayatnik boshlang‘ich vaziyatiga qaytar va bunda atrof muhitda ham, tizimda (mayatnikda) ham shu davr davomida bo‘lgan o‘zgarish asorati qolmas edi. Ishqalanishsiz bo‘ladigan

barcha sof mexanik jarayonlar qaytar jarayon bo'lar edi. Biroq ishqalanishni yo'qotib bo'lmaydi. Shuning uchun mexanik energiyaning bir qismi hamma vaqt issiqlikka aylanadi va qaytmas bo'lib atrof muhitga singib ketadi. Binobarin, mexanik jarayonlar qaytmas jarayonlardir.

Umuman tabiatda qaytar jarayonlar yo'q. Real jarayonlarning qaytmas jarayon bo'lishiga issiqlik almashinish va gazning bo'shliqqa kengayish jarayonlari yorqin misol bo'la oladi. Issiqlik o'z-o'zidan issiq jismdan sovuq jismga o'tadi. Biroq teskari jarayon o'z-o'zidan bo'lmaydi. Gaz o'z-o'zidan bo'shliqqa kengayadi, biroq teskari jarayon gazning o'z-o'zidan qisilish jarayoni bo'lmaydi. Bu erda gap bu jarayonlarning o'z-o'zidan qaytmasligida emas. Bu jarayonlarni tashqi ta'sir natijasida ham qaytarish mumkin emas. Haqiqatdan ham, masalan, bo'shliqda kengayishida u hech qanday tashqi ish bajarmaydi, binobarin uning ichki energiyasi o'zgarmaydi. Endi gazning bosim kuchiga qarshi A tashqi ishni bajarib, gazni dastlabki hajmigacha siqaylik. Bunda gazning ichki energiyasi A ishga teng bo'lgan kattalikka ortadi, gazning temperaturasi ko'tariladi. Bir oz vaqt o'tgandan keyin gaz issiqlikning ortiqchasini atrof muhitga beradi va dastlabki temperaturasini oladi. Natijada garchi gaz dastlabki holatga qaytgan bo'lsa ham, biroq tashqi muhitda o'zgarish ruy beradi va bu o'zgarish saqlanib qoladi; demak gazning bo'shliqqa kengayish jarayoni qaytmas ekan.

Shunday qilib qaytar jarayon real jarayonlarning, ularni muvoffaqiyatli o'rganish uchun zarur bo'lgan ideallashtirilgan modelidir.

Faraz qilaylik, ichki energiyasi U_1 bo'lgan biror tizim (masalan silindr porsheni ustidagi gaz) Q issiqlik miqdori olib U_2 ichki energiya bilan xarakterlanuvchi yangi holatga o'tib, tashqi A kuchlarga nisbatan bajargan bo'lsin. Tajriba shuni ko'rsatadiki, tizim birinchi holatdan ikkinchi holatga har qanday usul bilan o'tganda ham tizim ichki energiyasining o'zgarishi $U_2 - U_1$ bir xil va tizim olgan issiqlik miqdori Q bilan tizim bajargan ish A ning ayirmasiga teng bo'ladi, ya'ni

$$U_2 - U_1 = Q - A \quad (2)$$

yoki

$$Q = (U_2 - U_1) + A \quad (3)$$

$U_2 - U_1 = \Delta U$ deb belgilash kiritamiz. U holda oxirgi tenglik shunday ko'rinishga keladi:

$$Q = \Delta U + A \quad (4)$$

Bu formula termodinamika birinchi asosiy qonunining matematik ifodasidir. SHunday qilib, birinchi asosiy qonunga ko'ra tizimga berilgan barcha issiqlik miqdori tizim ichki energiyasini o'zgartirishga va tizim tomonidan tashqi kuchlarga nisbatan ish bajarishga sarf bo'ladi.

Q va A ning energiyaga ekvivalent ekanini nazarga olib, birinchi asosiy qonunni shunday ifodalash mumkin: energiya yo‘qdan bor bo‘lmaydi, yo‘q ham bo‘lmaydi, turdan-turga aylanib turadi. Bunday ifodalandanda termodinamikaning birinchi asosiy qonuni energiyaning saqlanish va aylanish qonunining umumiy ifodasining o‘zi bo‘ladi.

Agar tizim davriy ravishda o‘zining dastlabki holatiga qaytsa, uning ichki energiyasining o‘zgarishi $\Delta U = 0$ bo‘ladi. U holda termodinamikaning birinchi asosiy qonuni (1) ga muvofiq. $A = Q$.

Bundan o‘zi olgan energiyadan ortiq ish bajara oladigan davriy harakatlanuvchi mexanizm yaratish mumkin emasligi kelib chiqadi. O‘zi olgan energiyadan ortiq ish bajara oladigan fikriy (faraz qilingan) mexanizm birinchi tur abadiy dvigatel deb ataladi. SHuning uchun termodinamikaning birinchi asosiy qonunini yana shunday ifodalash ham mumkin: birinchi tur abadiy dvigatel qurish mumkin emas. SHu munosabat bilan ushbuni qayd qilib o‘tish kerakki, termodinamika birinchi asosiy qonunining kashf etilishi abadiy dvigatel qurish haqidagi ko‘plab behuda o‘rinishlarga chek quydi.

Agar tizim cheksiz kichik dQ issiqlik miqdori olganida uning ichki energiyasi cheksiz kichik dU o‘zgarsa, uning bajargan ishi dA ham cheksiz kichik bo‘ladi. Bu holda termodinamika birinchi asosiy qonunining (1) ifodasi differensial ko‘rinishda yoziladi:

$$dQ = dU + dA \quad (5)$$

Silindrda porshen ostida P_1 bosimdagi V_1 hajmdan P_2 bosimdagi V_2 hajmga kengayayotgan gazni ko‘z oldimizga keltiraylik. Grafikda bu jarayon 1-2 egri chiziq bilan ifodalanadi. Kengayishning juda kichik ΔV intervalini ko‘ramiz, uning uchun bosimni taxminan doimiy va P ga teng deb olishimiz mumkin. gazning kichik kengayishida bajargan ishi $P \cdot \Delta V$ ko‘paytmaga teng.

Grafikdan bu ishning miqdori kengligi ΔV bo‘lgan tor yuzaning yuziga teng ekanligi ko‘rinib turibdi. Hajmning V_1 dan V_2 gacha to‘la o‘zgarishini n ta kichik $\Delta V_1, \Delta V_2, \Delta V_3, \dots$, intervallarga bo‘lib, gaz hajmining o‘zgarishida bajarilgan to‘la A ishning miqdori barcha n yuzlarining yig‘indisiga teng ekanini, ya’ni 12 egri chiziq, P_1 va P_2 egri chiziq va abssissalar o‘qi bilan chegaralangan yuzga teng ekanini keltirib chiqaramiz:

Bu tenglikni V_1 dan V_2 gacha chegaralarda integrallab gaz hajmining o‘zgarishida bajarilgan to‘la ishning ifodasini topamiz.:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dV \quad (6)$$

Tizim va atrof muhit o'rtasida issiqlik almashinishsiz bo'ladigan jarayonlar adiabatik jarayonlar deyiladi. Bu holda $dQ=0$ va termodinamika birinchi asosiy qonunining (2) formulasi shunday ko'rinishga keladi:

$$dA = -dU \quad (7)$$

Minus ishorasi adiabatik kengayishda sistemaning ichki energiyasi kamayishini ko'rsatadi: sistema o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Adiabatik siqish holida sistemaning ichki energiyasi tashqi kuchlar bajargan ish hisobiga ortadi. SHuning uchun dU musbat bo'ladi, biroq dA manfiy qiymat qabul qiladi va (6) tenglik o'rinli bo'lib qoladi.

Devorlari va porsheni mutlaqo issiqlik o'tkazmaydigan silindrga qamalgan bir kilomol ideal gazdan iborat sistemadagi adiabatik jarayonni ko'raylik. Ma'lumki bir kilomol ideal gazning ichki energiyasi

$$U = C_v T \quad (8)$$

ga teng, bu erda C_v - o'zgarmas hajmdagi mol issiqlik sig'imi, T - temperatura. C_v -doimiy kattalik bo'lgani uchun (8) tenglikni differensiallab va Mendeleev-Klapeyron qonunidan foydalanib P ni $\frac{RT}{V}$ ga almashtiramiz:

$$\frac{R}{C_v} \cdot \frac{dV}{V} = -\frac{dT}{T} \quad (9)$$

Oxirgi tenglikdan gaz hajmining adiabatik o'zgarishida uning temperaturasi ham o'zgarishi kelib chiqadi. Bu tenglikni V_1 dan V_2 gacha chegaralarda va mos ravishda T_1 dan T_2 gacha integrallab oxirgi tenglikni ponetsirlab quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

$$TV^{\gamma-1} = \text{const} \quad (10)$$

Bu erda $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ Puasson koeffitsienti.

(11) formula ideal gazdagi adiabatik jarayonni ta'riflovchi Puasson qonunini ifodalaydi. Puasson qonunidan shunday narsa kelib chiqadi: gazni adiabatik kengaytirishda uning temperaturasi pasayadi, adiabatik siqishda esa ko'tariladi.

Adiabatik jarayonlarni amalga oshirish uchun tizim tashqi atrof muhitdan *mutlaqo izolyasiyalangan* bo'lishi kerak. Aksincha, izotermik jarayonlarni amalga oshirish uchun tizim va muhit orasida *mutlaqo issiqlik o'tkazuvchanlik* bo'lishi zarur. Biroq tabiatda mutlaqo issiqlik izolyatorlari ham, mutlaqo issiqlik o'tkazgichlar ham yo'q. SHuning uchun gaz hajmining real o'zgarish jarayonlari adiabatik jarayonlarga (agar tizim bilan muhit orasidagi issiqlik almashinishi kichik bo'lsa) va izotermik jarayonlarga (agar tizim bilan muhit orasidagi issiqlik almashinishi yaxshi bo'lsa) yaqin bo'ladi.

Amalda adiabatik jarayonlarni amalga oshirishning ikki yo'li bor. (1 gaz hajmini *juda tez* o'zgartirish va 2) *juda katta massali* gaz hajmini o'zgartirish. Har ikki

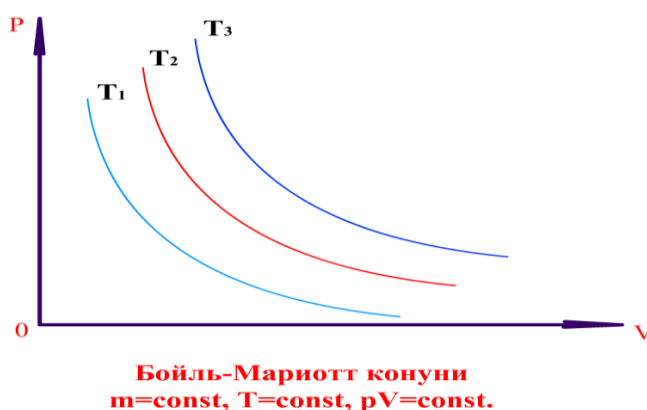
holda ham tizim (gaz) bilan atrof muhit orasida unchalik issiqlik almashinishi bo'lmaydi, bu tizim bilan muhit orasida issiqlik izolyasiyasi yaxshi bo'lishi bilan barobardir.

Birinchi yo'l bilan adiabatik jarayonni amalga oshirishga velosiped kamerasiga nasos bilan *tez* dam berish misol bo'la oladi. Havoning ko'p martalab tez-tez siqilishida ajralgan issiqlik miqdorining ancha miqdori atrof muhitga o'tishga ulgura olmaydi, buning natijasida nasos sezilarli darajada qizishi ma'lum.

Ichki yonuv dvigateli silindrlarda yonilg'i aralashmaning kengayishi va siqilishi singari jarayonlarni ham adiabatik jarayon deyish mumkin. Dizelda siqish jarayonining adiabatik harakteri ayniqsa aniq ravshan bo'ladi. Dizelda o't oldiruvchi (svecha) bo'lmaydi: aralashma *adiabatik isish* natijasida o'z-o'zidan alangalanib ketadi.

Katta massali gazlarning adiabatik jarayonlariga kelganda shuni aytish kerakki, ular tabiatda keng tarqalgan. Agar, masalan, haydalgan shudgorning juda katta uchastkasi α , suv havzasi v va o'rmon s massivi bilan chegaralangan bo'lsa, havo ochiq bo'lgan yoz kunlari shudgor qo'shni uchastkalardan kuchliroq qiziydi. SHudgor ustidagi havo massasi α ham qo'shni v va s massalarga nisbatan kuchliroq qiziydi, ularga qaraganda engilroq bo'lib ko'tarila boshlaydi. Atmosferaning bosimi yuqoriga ko'tarilgani sari *kengayadi* va demak, *adiabatik soviydi*. Uning temperaturasi shidring no'qtasigacha pasaygach, havo massasidagi suv bug'i kondensatsiya yadrolarida kondensatsiyalana boshlaydi. Issiq kunlarda tush vaqtida *pag'a-pag'a bulutlar* hosil bo'ladi, ularni "yaxshi ob-havo bulutlari" deb bejiz aytilmaydi.

Puasson qonuni (12) va Boyle-Mariott qonuni ($PV = const$) dan foydalanib, adiabatik jarayonlarni grafikda ko'rsatamiz.



4-rasm

1 adiabata 2 izotermadan tikroq bo'lar ekan. Bunga sabab shuki, izotermik kengayishda gazning bosimi faqat hajmning ortishi hisobiga kamayadi, adiabatik kengayishda esa bosim hajmning ortishi hisobiga ham, temperaturaning pasayishi hisobiga ham kamayadi.

Endi adiabatik jarayonda gazning temperaturasi T_1 dan T_2 gacha o'zgarganda ish A ni quyidagicha ifodalanadi.

$$A = C_V (T_1 - T_2) \quad (11)$$

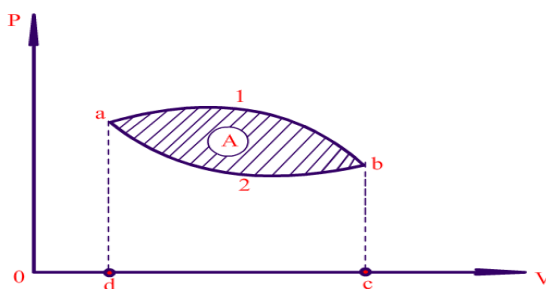
Demak, adiabatik jarayonda gazning bajargan ishi gaz temperaturasining o'zgarishiga proporsional ekan.

Tabiatda jarayonlarning qaytmasligi haqidagi qoida, bu jarayonlarning yo'nalishini ko'rsatadi, bu qoida termodinamika ikkinchi asosiy qonunining yanada aniqroq ifodalanishi va matematik ifodasi Karno siklini ko'rib, keltirib chiqarish mumkin.

Tizim qator holatlarni o'tish natijasida o'zining dastlabki holatiga qaytib keladigan jarayon aylanma jarayon yoki sikl deyiladi. Grafikda aylanma jarayonning berk egri chiziq bilan ifodalanishi ravshan. Aylanma jarayonda bajarilgan A ish son jihatidan bu egri chiziq bilan chegaralangan $\alpha 1 \hat{2}$ yuzga teng. Aniq bo'lishi uchun tizim sifatida biror gaz massasini olib, bu fikrni tushuntiramiz.

Sikl ikkita ketma-ket jarayonlardan: $(\alpha \rightarrow 1 \rightarrow b)$ kengayish va $b \rightarrow 2 \rightarrow \alpha$ siqilishdan iborat. Agar sikl natijasida biror A ish bajarilsa, bunda siklni davriy ravishda takrorlovchi tizim mashina deb ataladi.

1824 yilda fransuz injeneri Sadi Karno ideal issiqlik mashinasining ishini nazariy o'rgandi, bu ideal gaz (ishchi jism), isitkich va sovitkichdan iborat edi. Bu mashina davriy ravishda ikkita izotermik ($1 \rightarrow 2$ va $3 \rightarrow 4$) va ikkita adiabatik ($2 \rightarrow 3$ va $4 \rightarrow 1$) jarayonlardan iborat aylanma sikllarni bajaradi.



Rasm – 4

Silindr devorlari va porshen mutlaqo issiqlikni o'tkazmaydi, silindrning tubi esa issiqlikni absolyut o'tkazuvchandir. Biroq silindr tubiga qo'yiladigan issiqlikni butunlay o'tkazmaydigan K qopqoq yordamida butun silindrni issiqlikni butunlay o'tkazmaydigan qilish mumkin. tizimda ishqalanish va issiqlik isrofi yo'q. Karno sikli deb nom olgan bu ideal issiqlik mashinasining ishini ko'raylik. Tizim holatining o'zgarishlarini diagrammada, porshenning silindrdagi vaziyatlarini sxemada ko'rsatamiz.

1. Gaz siqilgan 1 holatda (P_1, V_1, T_1) , porshen 1 vaziyatda bo'lsin. Gazning izotermik kengayishini ta'minlash uchun silindr tubini T_1 temperaturali I isitkich bilan issiqlik kontaktiga keltiramiz.

2. Gaz 2 holatgacha (P_2, V_2, T_1) kengaygach, isitkichni olamiz va tubini K qopqoq bilan yopib, gazning 3 (P_3, V_3, T_3) holatgacha adiabatik kengayishiga imkon beramiz. Gaz kengayishda ish bajarib soviydi; shuning uchun $T_2 < T_1$.

3. Sikl tamom bo'lishi, ya'ni gazni dastlabki 1 holatiga, porshenni esa dastlabki 1 vaziyatiga keltirish uchun endi siqishga doir tashqi ish bajarish kerak. Avval qopqoqni S sovitkich (T_2 temperaturadagi) bilan almashtirib 4 (P_4, V_4, T_4) holatgacha izotermik siqamiz. Bunda 4 holatni avvaldan shunday tanlash kerakki, undan $4 \rightarrow 1$ adiabata bo'ylab gazni 1 boshlang'ich holatga keltirish mumkin bo'lsin.

4. Sovitkichni K qopqoq bilan almashtirib gazni boshlang'ich 1 (P_1, V_1, T_1) holatgacha adiabatik siqishni tugallaymiz.

Sikl tugadi va bundan keyin ko'p martalab takrorlanishi mumkin. $1 \rightarrow 2$ uchastkada gaz A_1 izotermik kengayish ishini bajardi, isitkichdan $Q_1 = A_1$ issiqlik miqdori oldi. $2 \rightarrow 3$ uchastkada gaz ichki energiyasi hisobiga adiabatik kengayishga doir A^- ishni bajardi. $3 \rightarrow 4$ uchastkada tashqi kuchlar gazni izotermik siqishga doir A_2 ishni bajardi: bunda gaz sovitkichga $Q_2 = A_2$ issiqlik miqdori berildi. Nihoyat, $4 \rightarrow 1$ uchastkada tashqi kuchlar gazni adiabatik siqishga doir A^- ishni bajarib, uning ichki energiyasini oshirdi.

Gaz dastlabki holatiga qaytdi, shuning uchun uning ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta U = 0$. U holda termodinamikaning birinchi asosiy qonuniga asosan butun sikl natijasida gazning olgan issiqlik miqdori $Q_1 - Q_2$ uning sikl davomida bajargan ishga teng bo'lishi kerak:

$$Q_1 - Q_2 = A_1 + A^- - A_2 - A^- \quad (12)$$

SHunday qilib, sikl natijasida gaz isitkichdan Q_1 issiqlik miqdori olib va bu issiqlik miqdorining Q_2 qismini sovitkichga berib

$$A = Q_1 - Q_2 \quad (13)$$

ga teng tashqi ish bajardi.

SHu issiqlik mashinasi isitkichdan Q_1 issiqlik miqdori olib, issiqlik miqdorining Q_2 qismini sovitkichga bermasdan ish bajarishi mumkinmi? – degan savolni hal qilaylik. Boshqacha aytganda, Q_1 issiqlikni butunlay ishga aylantirish mumkinmi? Ravshanki, sovitkich bo'lmaganda $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ jarayonni berkitish (ya'ni sikl hosil qilish uchun) faqat $3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ teskari jarayon bo'lishi kerak edi. Bunday siklning yuzi ham, shuningdek, bajarilgan ish ham nolga teng bo'ladi. SHunday qilib, issiqlikning Q_2 qismini sovitkichga berish ish bajarilishining zaruriy sharti bo'ladi. Biroq unda (13) formulaga muvofiq. $A < Q_1$, ya'ni biz ko'rayotgan issiqlik mashinasi barcha olingan issiqlik miqdorini butunlay ishga aylantira olmaydi. Tajriba va termodinamikadan chiqariladigan barcha xulosalar shuni ko'rsatadiki, faqat ayni shu issiqlik mashinasiga emas, balki umuman har qanday mashina ham bunday qila olmas ekan, ya'ni

isitkichdan olinadigan butun issiqlik miqdorini to'la ishga aylantiradigan mexanizm bo'lishi mumkin emas; bu issiqlik miqdorining bir qismi sovitkichga berilishi kerak.

Bu fikr termodinamikaning ikkinchi asosiy qonunining ta'riflaridan biridir, (12) va (13) formulalar esa uning matematik ifodalaridir. SHunday qilib, issiqlik mashinasi keltirilgan sxema bo'yicha ishlashi kerak ($T_1 > T_2$).

Barcha issiqlik miqdorini ishga aylantira oladigan fikriy (xayoliy) mexanizm ikkinchi tur abadiy dvigatel deb ataladi. Bunday mashina qurilgan chog'ida inson tugalmas energiya manbaiga ega bo'lar edi. CHunki er yuzida issiqlik amalda cheksizdir. Faqat dengiz va okeanlar suvlari issiqlik miqdorining o'zi hisobiga ikkinchi tur abadiy dvigateli yordamida barcha fabrika va zavodlarni ko'p ming yillar davomida ishlatib turishi mumkin edi. Ana shunday "haydalganda" kelgusi 1700 yil davomida okeandagi suvning temperaturasi o'rtacha faqat gradusning yuzdan bir ulushiga kamaygan bo'lar edi.

Biroq, biz ko'rib o'tganimizdek, ikkinchi tur abadiy dvigateli termodinamikaning ikkinchi asosiy qonuniga zid keladi. SHuning uchun termodinamika ikkinchi asosiy qonunini shunday ta'riflash mumkin: ikkinchi tur abadiy dvigateli qurish mumkin emas.

Endi ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti η ni hisoblaylik. Bu koeffitsient foydali ishning sarf qilingan nisbatiga teng, ya'ni (13) formulaga muvofiq,

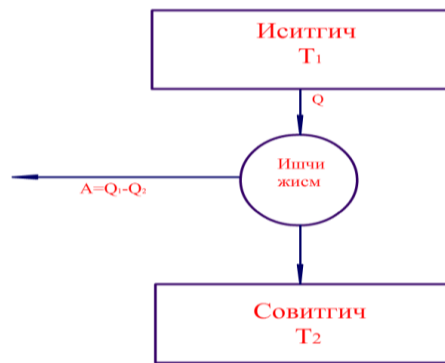
$$\eta = \frac{A}{A_1} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (14)$$

SHuning uchun (14) formuladagi barcha logarifmlar bir xil bo'ladi va qisqarib ketadi. U holda (14) formula shunday ko'rinishga keladi:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (15)$$

YOki $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ demak, $\eta < 1$ bo'ladi.

YA'ni ideal issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti birdan kichik. Bu koeffitsientni oshirish uchun isitkich va sovitkichdagi temperaturalar farqini orttirish kerak. Real issiqlik mashinalarining foydali ish koeffitsienti ishqalanish va issiqlik isroflari tufayli bundan ancha past bo'ladi (porshenli bug' mashinasi – 20% gacha, bug' turbinasi – 30% gacha, ichki yonuv dvigateli – 45% gacha bo'ladi).



6-rasm

Ishchi moddaga (yoki ishchi modda tomonidan) berilgan issiqlikning shu issiqlik miqdori berilayotgan absolyut tumperaturaga nisbati $\left(\frac{Q}{T}\right)$ keltirilgan issiqlik deyiladi. (23) formuladan Karno sikli uchun keltirilgan issiqliklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

Bu qoidaning har qanday teskari aylanma jarayon $A \rightarrow \alpha \rightarrow B \rightarrow b \rightarrow A$ uchun to'g'ri ekanini ko'rsatamiz.

Bu jarayonni rasmda ko'rsatilganidek izotermalar va adiabatlar yordamida juda ko'p sonli n juda tor (elementar) Karno sikllariga ajratamiz.

$AaBbA$ berk kontur bo'yicha olingan $\int_{(AaBbA)} \frac{dQ}{dT} = 0$ integralning nolga tengligidan integral ostidagi $\frac{dQ}{T}$ ifoda biror S funksiyaning to'liq differensial ekanligi kelib chiqadi; bu funksiya faqat tizimning holatiga bog'liq bo'lib, tizimning bu holatga qanday yo'l bilan kelishiga bog'liq bo'lmaydi. SHunday qilib,

$$\frac{dQ}{T} = dS \quad (16)$$

S funksiyaning birinchi bo'lib 1865 yilda Klauzius kiritgan va uni entropiya deb atagan edi. Energiya bilan bir qatorda entropiya ham tizimning muhim xarakteristikalaridan biridir.

Bir qancha jismlardan iborat sistemaning entropiyasi shu jismlar entropiyalarning yig'indisiga teng.

Agar izolyasiyalangan tizimda qaytar jarayonlar bo'layotgan bo'lsa, bu tizimning entropiyasi o'zgarishsiz qoladi. Agar izolyasiyalangan tizimda qaytmas jarayonlar bo'layotgan bo'lsa, bu tizimning entropiyasi ortadi. Izolyasiyalangan tizimning entropiyasi hech qanday jarayonlarda ham kamayishi mumkin emas. Matematikada bu qoidani tengsizlik ko'rinishida yozish mumkin:

$$\Delta S \geq 0 \quad (17)$$

Bu tengsizlik Klauzius tengsizligi deyiladi.

Barcha real jarayonlarning qaytmas jarayonlar ekanligini bilamiz. SHuning uchun izolyasiyalangan chekli tizimda barcha jarayonlar uning entropiyasini oshiradi deb aytish mumkin. bu qoida entropiyaning o'sish (ortish) prinsipi deyiladi. SHu bilan birga bu qoida real jarayonlarning yo'nalishini ko'rsatuvchi termodinamika ikkinchi asosiy qonunining yana bir ifodasidir:

Izolyasiyalangan tizimning entropiyasini orttiradigan jarayonlarga bo'lishi mumkin. Klauzius entropiya tushunchasini kiritgan birmuncha formal (yuzaki) matematik ta'rifdan $\left(dS = \frac{dQ}{T}\right)$ entropiyaning fizik ma'nosini tushunish qiyin.

Entropiyaning fizik mohiyati Bolsmanning statistik tadqiqotlari tufayli keyinroq aniqlandi. Bu tadqiqotlarning natijalari bilan tanishish uchun tizim holatining ehtimolligi W haqida tasavvurga ega bo'lmoq kerak.

Biror idishni ko'z oldimizga keltiraylik, uni fikran ikkita teng qismga bo'laylik. Idishda faqat bitta molekula bo'lsin. Bu molekula xaotik harakat qilib, idishning chap qismida ham, o'ng qismida ham bo'lishi mumkin, shu bilan birga, bu ikki hol ham bo'lishi mumkin, ya'ni bu ikki holning bo'lish ehtimolligi tengdir deyiladi. Voqeaning ehtimolligi shu voqeaning amalga oshirayotgan hollar sonining bo'lishi mumkin bo'lgan barcha hollarga nisbati bilan harakterlanadi.

Molekulalarning butun hajm bo'ylab tekis taqsimlanishi ayni vaqtda molekulalarning eng tartibsiz taqsimlanishidir. SHuning uchun tizimning eng ehtimol bo'lgan holati uning eng tartibsiz holatidir. SHu ma'noda tizim holatining ehtimolligi tizim tartibsizligining o'lchamidir deyish mumkin.

Ravshanki, o'z holiga qo'yilgan izolyasiyalangan tizim ehtimolligi eng ko'p bo'lgan holatga ya'ni muvozanat holatga o'tadi. Muvozanat holatidan har qanday chetga chiqish holatning ehtimolligining kamayishiga olib keladi; amalda mavjud bo'lishi mumkin bo'lsa-da, prinsip jihatidan juda ham muvozanatda bo'lmagan holat bo'lishi mumkin.

Nemis fizigi Nernst absolyut nol temperaturada termodinamik tizimning holatiga eng kam tartibsizlik to'g'ri keladi, hamma atomlar ma'lum joylarga (qattiq jism kristall panjaralarining tugunchalariga), barcha elektronlar esa eng past energetik sathlarga joylashadi. Bu holat absolyut nolda mumkin bo'lgan haqiqiy holat bo'lib uning ehtimolligi birga teng.

Nerstning issiqlik teoremasiga muvofiq absolyut nol temperaturada entropiya nolga teng bo'ladi.

$$T = 0 \quad \text{bo'lganda} \quad S = 0$$

Bu qonuniyat termodinamikaning uchinchi qonuni deb yuritiladi va issiqlik texnikasi fanining asosi hisoblanadi. Termodinamikaning uchta qonuni termodinamik jarayonlarni tahlil qilish va turli issiqlik mashinalarini o'rganishga imkon beradi.

Ichki energiyani bir jismdan boshqasiga ish bajarmasdan uzatilishi issiqlik almashinish deyiladi. Zamonaviy termodinamikada ochiq va yopiq tizimlar mavjud.

YOpiq termodinamik tizim deb atrof muhit bilan energiya almashinuvi issiqlik almashinuvi orqali amalga oshiriladi.

Ochiq termodinamik tizimda atrof muhit bilan faqatgina energiya emas balki modda almashinuvi ham kechadigan tizimga aytiladi. Jarayonlar ta'sirida ochiq termodinamik tizimda entropiyaning o'zgarish tezligi atrof muhit bilan modda almashinishiga bog'liqdir.

$$\left(\frac{\Delta S}{\Delta t}\right)_{\text{ochiq}} = \frac{\Delta S_i}{\Delta t} + \frac{\Delta S_\ell}{\Delta t}$$

Ushbu formula Prigojin formulasi deyiladi.

Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Qaytar va qaytmas jarayonlar nima?
2. Biologik tizimlarda energiyaning saqlanish qonuni?
3. Ichki energiya nima?
4. Termodinamikaning ikkinchi qonuni?
5. Termodinamik tizim holat tenglamasi?
6. Entropiya va uning fizik mohiyati?
7. Prigojin teoremasi?
8. Adiabatik jarayon ta'rifi?
9. Tirik organizmda issiqlik balansi?

7-mavzu. Elektrostatika. Elektr maydoni.

Reja:

1. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
2. Moddallarning elektr xossalari. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
3. Potensiallar ayirmasi. Kuchlanish.
4. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
5. Dielektriklarning turlari. Dielektriklarning qutblanishi. Dielektrik singdiruvchanlik.

Elektr maydoni haqida tushuncha. Maktab fizika kursidan ma'lumki, u yoki bu yo'l bilan elektrlangan jismlar bir biri bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu o'zaro ta'sirni tasvirlash uchun elektr maydoni degan tushuncha kiritiladi. Zaryadlangan jismlar fazoda elektr maydonini hosil qiladi deb aytiladi, bu esa uning maydoniga kiritilgan har qanday zaryadlangan jism bilan o'zaro ta'sirlashishiga asoslanadi.

Agar maydonning xarakteristikasi vaqtga bo'g'liq bo'lmasa, unga elektrostatik maydon deyiladi. Bu ma'ruzaning asosiy maqsadi ham elektrostatik maydonning asosiy xossasini moddaning elektr xossasiga bo'g'liq bo'lmagan holda o'rganishdir. Buning uchun zaryadlangan jismlarni va ularning elektrostatik maydonini

xarakterlaydigan ba'zi bir fizik kattaliklarni kiritamiz va ular bo'ysunadigan qonunlarni aniqlaymiz.

Elektr zaryadi. Zaryadning diskretligi. Elektr zaryadining saqlanish qonuni

Elektrostatik o'zaro ta'sirni tajribada o'rganish shunday xulosaga olib keladi, ya'ni elektrlangan jismni skalyar fizik kattalik elektr zaryadi bilan xarakterlash mumkin.

Elektr zaryadini aniqlash uchun quyidagicha tajriba qilamiz. Elektrostatik maydonning qandaydir nuqtasiga navbat bilan turli xil zaryadlangan jismlarni joylashtiramiz va unga maydon tomonidan ta'sir qilgan kuchlarni aniqlaymiz. Agar maydonni hosil qiluvchi va unga kiritilgan jismlarning o'lchami ular orasidagi masofaga nisbatan kichik bo'lsa, tajriba ko'rsatadiki, o'zaro ta'sir kuchlar bitta to'g'ri chiziqli bo'ylab ta'sir qiladi. Lekin bu ta'sir ba'zi bir jismlar bilan bir yo'nalishda, boshqalari bilan esa qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi. Shunga asosan, barcha zaryadlangan jismlar ikkiga bo'linadi va qarama-qarshi ishorali zaryadlar bilan xarakterlanadi, ularning absolyut miqdorlari q_1 va q_2 ga teng deb olinadi. Shu jismlarga ta'sir qiluvchi kuchlar kattaliklarining F_1 va F_2 nisbatlari ularning zaryadlari q_1 va q_2 nisbatida bo'ladi, ya'ni quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{F_1}{F_2} \quad (1.1)$$

Agar birinchi jismning zaryadini q bilan, ikkinchi zaryadni o'lchov birligi sifatida qabul qilsak (1.1) ga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$|q| = (1 \text{ zaryad birligi}) F_q / F_q = 1 \text{ z.b.} \quad (1.2)$$

Shunday qilib, zaryadning absolyut miqdori son jihatidan shu zaryadga va birlik zaryadga navbatma-navbat maydonning shu nuqtasiga joylashtirilgan zaryadga ta'sir qiluvchi kuchlar nisbatiga teng bo'ladi. XB (SI) sistemasida elektr miqdorining o'lchov birligi sifatida 1 Kl (Kulon) qabul qilingan. O'tkazgich ko'ndalang kesimidan 1 sekundda 1 Kl zaryad o'tganda 1 Amperga teng tok kuchi hosil bo'ladi.

$1 \text{ Kl} = 3 \cdot 10^9 \text{ SGSE}_q = 6,3 \cdot 10^{18}$ ta elektron (yoki proton) zaryadiga teng.

Ma'lumki, hozirgi vaqtda jismning zaryadi atom tarkibiga kiruvchi elementar elektr zaryadining borligi bilan aniqlanadi (musbat zaryadlangan protonlar va manfiy zaryadlangan elektronlar). Bu va boshqa zaryadlangan jismlar elementar elektr zaryadiga ega bo'ladi, uning absolyut miqdori

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \quad (1.3)$$

Bu esa bitta elektronning zaryadidir va $1.6 \cdot 10^{-19}$ Kl bo'lgan zaryadning eng mayda bo'lakchasidir yoki elektr zaryadining tabiiy o'lchovidir (keyingi vaqtda kvarklar nazariyasi yana mayda zaryad borligini isbotlamoqda, bu haqda biz to'xtab o'tirmaymiz).

Jismning to'la zaryadi

$$q = eN_p + (-e)N_e, \quad (1.4)$$

bu yerda N_p - protonlar soni, N_e - elektronlar soni.

Protonlar soni elektronlar soniga teng bo'lganda $q=0$; elektronlar soni kam bo'lganda ($N_e < N_p$) jism musbat zaryadlanadi, ziyod bo'lganda ($N_e > N_p$)- manfiy zaryadlanadi.

Shunday qilib, jism zaryadi hamma vaqt elementar zaryad kattaligiga nisbatan karrali yoki diskretdir.

Ixtiyoriy yopiq (izolyatsiyalangan) sistema elektr zaryadlarining algebraik yig'indisi o'zgarmaydi. Bunga elektr zaryadlarining saqlanish qonuni deyiladi. Bu qonun tajriba natijalarini umumlashtirish asosida kelib chiqqan fundamental qonun hisoblanadi.

Kulon qonuni 1785 yilda Kulon tajribada ikkita nuqtaviy zaryadning, ya'ni o'lchami ular orasidagi masofaga nisbatan kichik bo'lgan zaryadlangan jismlar uchun o'zaro ta'sir qonunini topdi. Bu qonunga ko'ra, ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchlari Nyutonning uchinchi qonunini qanoatlantirdi. Ya'ni zaryadlar o'rtasidagi kuch zaryadlarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'yicha yo'nalgan bo'ladi, kattaliklari teng va yo'nalishlari qarama-qarshi bo'ladi. Bu kuchlarning kattaligi q_1 va q_2 zaryadlarga to'g'ri proporsional va ular orasidagi r_{12} masofaning kvadratiga teskari proporsional:

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}, \quad (2.1)$$

bu yerda k - proporsionallik koeffisienti bo'lib, o'lchov sistemasiga bog'liq va tajribada aniqlanadi. XB sistemasida u quyidagicha yoziladi:

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, ϵ_0 - doimiylikka elektr doimiysi deyiladi. Tajribada ϵ_0 -ning qiymati uchun quyidagi natijani beradi: $\epsilon_0 = 0,885 \cdot 10^{-11}$ F/m.

Bu yerda F/m elektr doimiysining o'lchov birligi.

Kulon qonunini vektor ko'rinishida ham yozish mumkin.

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|\vec{r}_{12}}{r_{12}^3}, \quad (2.2)$$

Bu yerda F_{12} - q_2 zaryad tomonidan q_1 zaryadga ta'sir etuvchi kuch:

r_{12} - q_1 zaryaddan q_2 zaryadga o'tkazilgan birlik vektor.

1–Rasmda bu kuchning yo'nalishi ko'rsatilgan. Kuchlarning yo'nalishi zaryadning ishorasiga bog'liq.

Agar zaryadlar ishorasi bir xil bo'lsa, zaryadlarga ta'sir qiluvchi kuchlar qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Agar zaryadlar har xil ishorali bo'lsa, zaryadlarga ta'sir etuvchi kuchlar bir biriga tomon yo'nalgan bo'ladi.

Dj. R. Zaxarias degan fizik "Science" jurnalida (8 mart 1957 y) quyidagicha yozadi: *"....Kulon qonuni. Bir xil zaryadlar itarishadi, har xil zaryadlar bir biri bilan ular o'rtasidagi masofaning kvadratiga teskari bo'lgan kuch bilan ta'sirlashadi..... atom va molekulyar fizikaning barcha hodisalarida, barcha qattiq jismlar va suyuqliklarda, bizning atrof muhit bilan o'zaro munosabatimizni aniqlab berdi: Ishqalanish kuchi, shamol kuchi, kimyoviy bog'lanish, magnetizm, butun fabrika va zavodlarni harakatga keltiruvchi kuchlar-bu hammasi Kulon qonunining ko'rinishidir."*

Elektr maydon kuchlanganligi

Elektr maydonning asosiy xarakteristikasi kuchlanganlik vektoridir. Qandaydir qo'zg'almas zaryadlar sistemasi tomonidan hosil kilingan ixtiyoriy elektrostatik

maydonini qaraymiz. Sinash zaryadi q_0 ni olamiz va uni maydonning turli xil nuqtalariga joylashtiramiz. (1.1) ga ko'ra sinash nuqtaviy zaryadga maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuch F sinash zaryad q_0 kattaligiga proporsionaldir:

$$\vec{F} = \vec{E}q_0, \quad (3.1)$$

Sinash zaryadi eng kamida ikkita shartni qanoatlantirishi kerak. Birinchidan, uning geometrik o'lchamlari juda kichik bo'lishi kerak, chunki bizni fazoning ma'lum nuqtasidagi kuch qiziqtiradi. Ikkinchidan, uning kattaligi q_0 ham uncha katta bo'lmasligi kerak, aks holda uning maydoni tekshirilayotgan maydonning hosil qilgan zaryadlarining qayta taqsimlanishini o'zgartirib yuborishi mumkin, ya'ni natijalarni sezilarli o'zgartirib yuborishi mumkin. F -kuch maydonning xarakteristikasi bo'la olmaydi, chunki u shu maydonga kiritilgan sinash zaryadiga bo'g'liqdir. Vektor $\vec{E}$ esa q_0 ga bo'g'liq emas, u maydonning xossasiga, ayniqsa zaryad hosil qilgan maydonning fazoda tarqalishiga va fazoning nuqtasiga bo'g'liqdir. Unga elektr maydon kuchlanganligi deyiladi. (3.1) ifodadan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}, \quad (3.2)$$

Elektr maydon kuchlanganligi son jihatdan sinash zaryad kattaligiga ta'sir qiluvchi kuchga tengdir. Yoki boshqacha aytganda, kuchlanganlik son jihatdan va yo'nalishi jihatdan birlik musbat sinash zaryadiga ta'sir qiluvchi kuchga tengdir. XB sistemasida kuchlanganlikning o'lchov birligi 1N/Kl, bu esa 1V/m ga ekvivalentdir.

Juda ko'p masalalarda fazoda zaryadlarning joylanishiga qarab elektrostatik maydonning kuchlanganligini aniqlash talab etiladi.

Nuqtaviy zaryad maydonining kuchlanganligi

Nuqtaviy zaryadni q bilan, fazodagi nuqtalarning holatini radius- vektor $\vec{r}$ bilan xarakterlaymiz. Sinash zaryad q_0 ga ta'sir qiluvchi kuch Kulon qonuni (2.2) bilan aniqlanadi, bu yerda qabul qilingan belgilashlarga ko'ra, q_1 ni q ga, q_2 ni q_0 ga va r_{12} ni r ga almashtiramiz.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q||q_0|\vec{r}}{r^3} \quad (4.1)$$

(3.2) ga ko'ra, kuchni sinash zaryad kattaligiga bo'lsak, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|\vec{r}}{r^3} \quad (4.2)$$

Kuchlanganlikning absolyut qiymati uchun quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2} \quad (4.3)$$

(4.2) dan kelib chiqadiki, musbat nuqtaviy zaryadning ($q>0$) maydon kuchlanganlik vektor $\vec{r}$ tomon yo'nalgan bo'ladi, manfiy zaryadning ($q<0$) maydoni $\vec{r}$ ga qarshi yo'nalgan bo'ladi, ya'ni q zaryadga tomon yo'nalgan bo'ladi. Kuchlanganlikning kattaligi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir. Nuqtaviy zaryadning maydon manzarasi 2-rasmda tasvirlangan (a va b hol). Bu yerda kuchlanganlik vektor $\vec{E}$ bilan tasvirlangan.

Superpozitsiya prinsipi. Nuqtaviy zaryadlar tizimining maydon kuchlanganligi

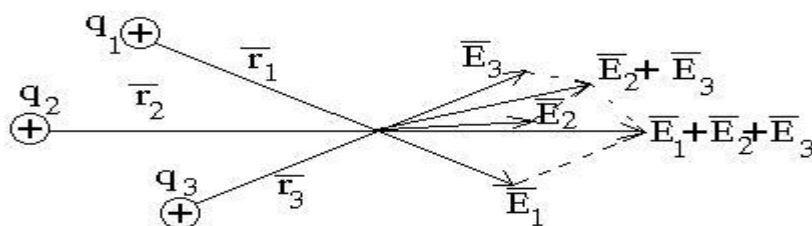
Elektrostatik maydon uchun superpozitsiya prinsipi, yoki qo‘shilish, bunga ko‘ra ixtiyoriy zaryadlar sistemasi tomonidan hosil qilingan maydon kuchlanganligi har bir nuqtada alohida zaryadlar hosil qilgan maydon kuchlanganliklar yiG‘indisiga teng bo‘ldi.

$$\vec{E} = \sum \vec{E}_i \quad (5.1)$$

bu yerda $\vec{E}_i$ -sistemaning i-zaryad hosil qilgan maydon kuchlanganligi va summa sistemadagi barcha zaryadlar bo‘yicha olinadi. Superpozitsiya prinsipi zaryadlar fazoda har qanday taqsilanganda maydon kuchlanganligi nazariy hisoblash bilan mumkinligini ko‘rsatadi. Haqiqatda ham har qanday zaryadlangan jismni nuqtaviy zaryadlar yiG‘indisi yoki to‘plami deb qarash mumkin. q_i ta nuqtaviy zaryadlar sistemasining hosil qilgan maydoni uchun (5.1) superpozitsiya prinsipiga asosan quyidagiga ega bo‘lamiz:

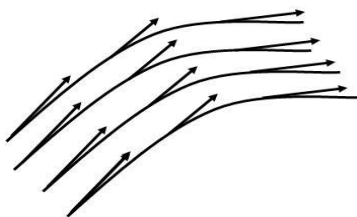
$$\vec{E} = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^3} \vec{r}_i \quad (5.2)$$

Bu hol uchta nuqtaviy zaryad uchun quyidagi 3-rasmda ko‘rsatilgan:



3-rasm

Kuchlanganlik chiziqlari. Agar qandaydir vektor kattalikning qiymati fazoning barcha nuqtalarida yoki fazoning sohasida aniqlangan bo‘lsa, vektor maydon haqida gapiriladi. Vektor maydonning ko‘rgazmali tasvirini hosil qilish uchun chiziqlar shunday o‘tkaziladiki, har bir nuqtadagi vektorning yo‘nalishi shu chiziqlarga urinma bo‘lishi kerak. (4-rasm)



4-rasm

Vektor maydon chiziqlarini o‘tkazish shunday shart bilan amalga oshiriladi, uning zichligi har bir nuqtadagi vektor kattalikning absolyut qiymatiga teng bo‘ladi. Bunga ko‘ra vektor maydon kichik chiziqlar manzarasiga qarab nafaqat uning yo‘nalishi haqida, balki uning kattaligi haqida fikr yuritildi: chiziqlar zich bo‘lgan joyda vektorning kattaligi ko‘p, va aksincha. Kuchlanganlik vektori chiziqlari yana bir muhim xossaga ega bo‘ladi: agar kuch chiziqlarini zichlik sharti bo‘yicha o‘tkazilsa, ular zaryadlangan jismlardan tashqari uzluksiz bo‘lib, zaryad bor joyda esa uziladi, musbat zaryad bor joyda -”boshlanadi”, manfiy zaryadlarda -” tugaydi “. Bu esa

Gauss tenglamasini natijasi, bu haqda keyin qaraymiz. 2-rasmda musbat va manfiy zaryad (a, b), ikkita turli xil va bir xil zaryadlangan (c va d), bir jinsli (e) va yupqa zaryadlangan (f) diskning kuchlanganlik chiziqlari tutash chiziqlar bilan belgilangan.

Potensial. Nuqtaviy zaryad va zaryadlar tizimi maydonlarining potensial

Elektrostatik kuchlarning konservativ xossasidan kelib chiqadiki, elektrostatik maydonda joylashgan sinash zaryad potensial energiyaga ega bo‘ladi. Potensial energiyaning umumiy aniqlanishidan foydalanib aniqlash mumkinki, maydonning qandaydir B nuqtasidan qandaydir belgilangan nuqtaga (potensial energiyaning sanoq nuqtasi) ko‘chirganda bajargan ishni hisobdaymiz. Chekli o‘lchamdagi zaryadlar sistemasi uchun sanoq boshi sifatida (sanoq nuqtasi) cheksiz uzoqlashgan nuqta (∞) qabul qilinadi. Shunday qilib (9.3) ni hisobga olsak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$W_{pot}(B) = A_{B\infty} = q_0 \int_B^{\infty} E_l dl, \quad (11.1)$$

Sinash zaryadining potensial energiyasi maydonning xarakteristikasi bo‘la olmaydi, chunki u sinash zaryadining kattaligiga bo‘g‘liqdir. (11.1) ga asosan bu bo‘g‘lanish to‘g‘ri proporsional bo‘g‘lanishdir, lekin potensial energiyaning sinash zaryad kattaligiga nisbati sinash zaryadga bo‘g‘liq bo‘lmaydi. Sinash zaryad potensial energiyaning shu sinash zaryadga nisbati elektrostatik maydonning shu nuqtasidagi potentsiali deyiladi:

$$\varphi(B) = \frac{W_{pot}(B)}{q_0} = \frac{A_{B\infty}}{q_0} = \int_B^{\infty} E_l dl, \quad (11.2)$$

Bu aniqlashdan kelib chiqadiki, potensial son jihatdan birlik musbat zaryadning potensial energiyasiga tengdir. Potensialning XB sistemasida o‘lchov birligi “ Volt” va (11.2) ga ko‘ra $1V=1Joul / 1Kl$.

Elektrostatik maydonning potentsiali skalyar kattalikdir. Fazoning barcha nuqtalarida yoki fazoning ma‘lum sohasida qandaydir skalyar kattalikning qiymati aniqlangan bo‘lsa u vaqtda skalyar maydon haqida gapiriladi. Demak, elektrostatikada biz skalyar maydon potentsiali haqida gapiramiz.

Dastlab nuqtaviy zaryad uchun potensial formulasini chiqaramiz. Zaryad q dan r masofada joylashgan sinash zaryadning potensial energiyasini topamiz, buning uchun (9.4) va (11.2) formulalardagi r_B o‘rniga r ni va (∞) o‘rniga r_C ni qo‘yamiz:

$$\varphi(B) = \frac{W_{pot}(B)}{q_0} = \frac{A_{B\infty}}{q_0} = \int_B^{\infty} E_l dl, \quad (11.3)$$

Bu ifodani q_0 ga bo‘lsak nuqtaviy zaryad q ning r masofadagi potensialini topamiz:

$$\varphi = \frac{W_{pot}(r)}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}, \quad (11.4)$$

Potensial uchun ham kuchlanganlik singari superpozitsiya prinsipi bajariladi, zaryadlar sistemasining maydonning qandaydir nuqtasidagi potentsiali har bir zaryadning shu nuqtadagi alohida potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\varphi = \sum_i \varphi_i, \quad (11.5)$$

$$\varphi(B) = \int_0^\infty E_l dl = \int_0^\infty \left(\sum_i E_l^{(i)} \right) dl = \sum_i \left(\int_B^\infty E_l^{(i)} dl \right) = \sum \varphi_i(B), \quad (11.6)$$

Haqiqatda ham potensial uchun (11.2) kuchlanganlik uchun o'rinli bo'lgan superpozitsiya prinsipini qo'llab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\varphi = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i}, \quad (11.7)$$

bu yerda r_i - sistemaning q_i - nuqtaviy zaryaddan potentsiali aniqlanayotgan nuqttagacha bo'lgan masofa, yig'indi sistemadagi barcha nuqtaviy zaryadlar bo'yicha olinadi. (11.6) formula ixtiyoriy zaryadlangan jismlarning fazoning ixtiyoriy nuqtasida maydon potentsialini hisoblash imkonini beradi.

Potensiallar ayirmasi

Potensialni bilgan holda maydon kuchlarining sinash zaryadni fazoning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirganda bajargan ishini oson aniqlash mumkin. O'z navbatida q_0 zaryadni B nuqtadan C nuqtaga ko'chirganda bajarilgan ishini hisoblash uchun potensial sanoq nuqtasi (∞) dan o'tadigan yo'lni aniqlashimiz kerak. U vaqtda ish ikkiga: $A_{BC} = A_{B\infty} + A_{C\infty}$ ajraladi.

$A_{\infty C}$ ni $-A_{B\infty}$ ga almashtirib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$A_{BC} = A_{B\infty} - A_{C\infty}$$

O'ngda turgan ishlar aniqlanishi bo'yicha q_0 zaryadning potensial energiyalarining tegishli nuqtalar (B va C) dagi qiymatidir.

$A_{BC} = W_{\text{pot}}(B) - W_{\text{pot}}(C)$. Potensial energiyani (11.2) formula bo'yicha potensial orqali ifodalasak, oxirida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$A_{BC} = q_0 [\varphi(B) - \varphi(C)] \quad (12.1)$$

Shunday qilib, aniqlanishi lozim bo'lgan ish yo'lining boshlanG'ich va oxirgi holatlarining potentsiallar ayirmasi orqali aniqlanar ekan.

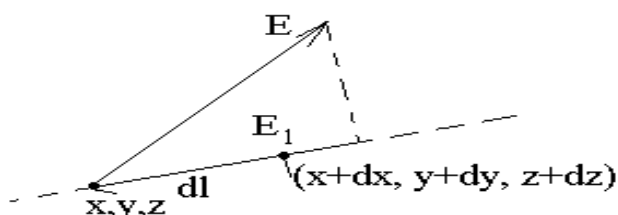
Bu formuladan potentsiallar ayirmasining fizik ma'nosi kelib chiqadi. Potentsiallar ayirmasi son jihatdan elektrostatik kuchlarning birlik musbat zaryadni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirganda bajarilgan ishga tengdir:

$$\varphi(B) - \varphi(C) = \frac{A_{BC}}{q_0} \quad (12.1')$$

Kuchlanganlik bilan potensiallar ayirmasi o'rtasidagi bo'lanish

Kuchlanganlik bilan potensial orasidagi bo'lanish potensial (11.2) ning aniqlanishidan kelib chiqadi. Lekin bu yerdagi bo'lanish lokal emasdir, chunki bu yerda potensialning qandaydir nuqtadagi qiymati butun chiziqdagi kuchlanganlikning qiymati orqali aniqlanadi. Hozir biz kuchlanganlik potensialning koordinata bo'yicha hosilasining har bir nuqta uchun bo'lanishini qarang chiqamiz.

E va $\varphi(x,u,z)$ koordinatalari x,u,z bo'lgan kuchlanganlik va potensialning qiymatlari bo'lsin. Ma'lum yo'nalish bo'yicha $x+dx$, $y+dy$, $z+dz$ cheksiz kichik koordinatalarga, ya'ni dastlabki nuqtadan dl masofada joylashgan nuqtaga siljiydi. (17-rasm)



17-rasm

Sinash zaryadni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ki-chik ish:

$$dA = q_0[\varphi(x,y,z) - \varphi(x+dx, y+dy, z+dz)], \quad (13.1)$$

Kichik ish uchun uning ifodasi (9.2) va qavs ichida potensialning manfiy ishora bilan o'zgarishini hisobga olsak:

$$E_1 dl = -d\varphi, \quad (13.2)$$

Bundan:

$$E_l = -\frac{d\varphi}{dl}, \quad (13.3)$$

$d\varphi/dl$ ifoda potensialning yo'nalish bo'yicha hosilasini bildiradi. U son jihatdan potensial o'zgarishining dl uzunlik yo'nalishdagi qiymatiga teng bo'ladi.

Demak uning absolyut qiymati potensialning qaralayotgan yo'nalishda o'zgarish tezligini xarakterlaydi, ishorasi esa shu yo'nalishda oshish yoki kamayishni bildiradi. Potensial o'zgarishning kuchlanganlik vektori yo'nalishidagi o'zgarish xarakteri boshqa yo'nalishlarga nisbatan nima bilan farq qiladi? Bu savolga javob berish uchun (13.3) formulani $\vec{E}$ vektori yo'nalishi uchun yozamiz. Bu yo'nalish uchun $E_l = E$ u holda

$$E = -\left(\frac{d\varphi}{dl}\right)_{E \text{ yo'nalishda}}, \quad (13.4)$$

bundan kelib chiqadiki, $\vec{E}$ vektor yo'nalishida potensial kamayadi: ($E > 0$, $dl > 0$, demak, $d\varphi < 0$), shu bilan birga tezroq kamayadi. Shunday qilib kuchlanganlik vektori potensialning eng ko'p kamayishi tomon yo'nalgan bo'ladi. (13.3) formulani x, y, z

yoʻnalishlari boʻyicha dekart koordinatasida yozamiz, kuchlanganlik vektorining E_x , E_y , E_z proyeksiyalarini aniqlaymiz

$$E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}, E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y}, E_z = -\frac{\partial \varphi}{\partial z}, \quad (13.5)$$

$-\frac{\partial \varphi}{\partial x}$, $-\frac{\partial \varphi}{\partial y}$ va $-\frac{\partial \varphi}{\partial z}$ lar $\varphi(x, y, z)$ – skalyar kattalikning gradient ostida va **grad** φ belgisi bilan begilanadi. (13.5) formulaga asosan kuchlanganlik vektori manfiy potensial gradienti orqali ifodalanadi:

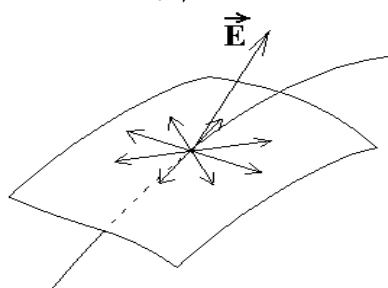
$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi, \quad (13.6)$$

Ekvipotensial sirtlar haqida tushuncha

Potensialning bir xil qiymatlarining geometrik oʻrniga ekvipotensial sirt deb ataladi. Kuchlanganlik chiziqlari va ekvipotensial sirtlar bir biriga ortoganaldir, yaʼni har qanday kuchlanganlik chiziqlari har qanday ekvipotensial sirtni toʻGʻri burchak ostida kesib oʻtadi. Haqiqatdan ham ixtiyoriy kuchlanganlik chizigining ekvipotensial sirt bilan kesishgan nuqtasini qaraymiz (18-rasm). Ekvipotensial sirt boʻyicha koʻchganda potensial oʻzgarmaydi u vaqtda qaralayotgan nuqtada istalgan yoʻnalish uchun $d\varphi=0$ boʻladi (ekvipotensial sirtga urinma boʻlgan yoʻnalishda). 18-rasmda bu yoʻnalishlar boʻyicha maydon kuchlanganlik vektorining proyeksiyasi nolga teng boʻladi, yaʼni kuchlanganlik vektori ekvipotensial sirtga perpendikulyar boʻladi. Maydon kuchli boʻlgan joylarda ekvipotensial zichroq joylashadi. Ekvipotensial sirtlar oilasini chizishda shunday shart qabul qilinadiki, har bir sirtga birlik potensialga oʻzgaradi.

7. Oqim haqidagi Gauss teoremasi (7.2) ga va sirkulyatsiya (10.1) ga asosan elektrostatik maydonning eng muhim xossasini aniqlaydi va elektrostatik maydonning vakuumdagi tenglamasining integral koʻrinishini ifodalaydi.

$$d\Phi = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV, \quad (14.1)$$



18-rasm.

$$\oint_L E_t dl = 0, \quad (14.2)$$

Lekin amaliyotda differensial tenglama bilan ish kuriladi. Gauss teoremasining differensial koʻrinishi (8.3) va sirkulyatsiya teoremasi (10.1), ifodaga koʻra elektrostatik maydon tenglamalari differensial shaklda quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}, E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y}, E_z = -\frac{\partial \varphi}{\partial z}, \quad (14.4)$$

Bu ikki tenglamadan potensial uchun yagona tenglama kelib chiqadi.

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = -\frac{1}{\epsilon_0} \rho, \quad (14.5)$$

Xususiylashtirilgan bunday differensial tenglamaga matematikada Puasson tenglamasi deyiladi.

Zaryadlar bo'lmagan istalgan nuqtada, xususan vakuumda $\rho=0$ va Puasson tenglamasi Laplas tenglamasiga o'tadi:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (14.6)$$

Mana shu differensial tenglamani elektrostatik maydonning vakuumda potensialini aniqlashda ko'p qo'llaymiz.

Elektr dipol va uning elektr maydoni

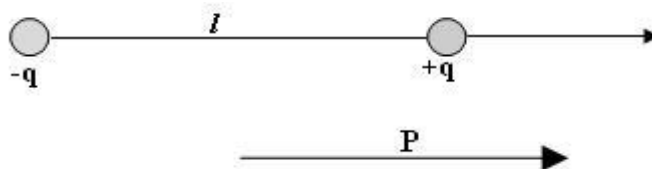
Elektr dipoli deb, absolyut miqdori jixatdan teng va qarama-qarshi ishoraga ega bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryaddan iborat bo'lgan neytral sistemaga aytiladi. Dipolning zaryadlari $+q$ va $-q$ bilan belgilansa, manfiy zaryaddan musbat zaryadga o'tkazilgan kesma $\vec{l}$ - vektori bilan belgilanadi. Elektr dipolning elektr momentini $\vec{p}$ vektori bilan tasvirlash qulaydir:

$$\vec{p} = q\vec{l} \quad (21.1)$$

bu yerda l - $+q$ va $-q$ zaryadlar orasidagi kesma uzunligi.

$\vec{p}$ vektori dipol o'qi bo'yicha yo'nalgan va modul jihatdan zaryad kattaliklaridan biri va ular orasidagi masofaga ko'paytmasiga teng bo'ladi (24-rasm):

$$p = ql \quad (21.2)$$



24-rasm

Superpozitsiya prinsipiga ko'ra, dipolning maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ dipolning musbat va manfiy zaryadlari hosil qilgan kuchlanganliklari $\vec{E}_+$ va $\vec{E}_-$ ning geometrik yig'indisiga teng. Dipoldan ancha uzoqlikda bo'lgan masofalarda ($r \gg l$) ba'zi bir hisoblashlardan keyin maydon kuchlanganligining absolyut qiymati uchun quyidagi formulani keltirib chiqaramiz:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P\sqrt{1+3\cos^2\theta}}{r^3} \quad (21.3)$$

bu yerda r va θ - kuzatish nuqtasining qutb koordinatalari

Shunga alohida e'tibor berish kerakki, dipolning elektr maydon kuchlanganligi masofaga bo'g'liq $1/r^3$ qonuniyat bilan kamayadi. Ma'lumki, nuqtaviy zaryad maydoni $1/r^2$ qonun bo'yicha kamayar edi. Dipolning maydonining manzarasi 26-rasmda keltirilgan.

Bu yerda $\vec{r}$ - dipol markazidan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa, θ - kuzatish nuqtasining radius - vektori bilan dipol elektr moment vektori $\vec{p}$ orasidagi burchak.

Dastlab, superpozitsiya prinsipini qo'llab potensialni hisoblaymiz:

$$\varphi(r, \theta) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(+q)}{r_+} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-q}{r_-} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) \quad (21.4)$$

r_+ va r_- ni kosinuslar teoremasini qo'llab va kvadrat ildizni Nyuton Binomi bo'yicha yoyish orqali topamiz:

$$r_+ = \sqrt{r^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2 - 2r \frac{l}{2} \cos \theta} = r \left(1 - \frac{l}{r} \cos \theta \right)^{\frac{1}{2}} = r \left(1 - \frac{l}{2r} \cos \theta + \dots \right);$$

$$r_- = \sqrt{r^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2 + 2r \frac{l}{2} \cos \theta} = r \left(1 + \frac{l}{r} \cos \theta \right)^{\frac{1}{2}} = r \left(1 + \frac{l}{2r} \cos \theta + \dots \right);$$

$1/r$ ga nisbatan yuqori tartibli $(l/r)^2, (l/r)^3$) larni tashlab yuboramiz.

Potensial uchun formula quyidagiga keladi:

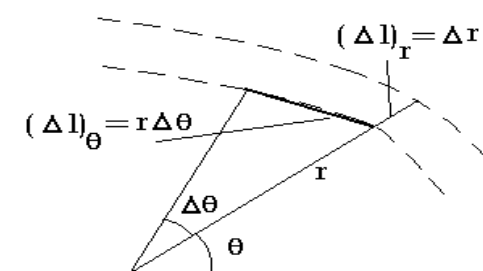
$$\varphi(r, \theta) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{1}{1 - \frac{l}{2r} \cos \theta} - \frac{1}{1 + \frac{l}{2r} \cos \theta} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left(1 + \frac{l}{2r} \cos \theta - 1 + \frac{l}{2r} \cos \theta \right) = \frac{ql \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$ql = p$, bo'lgani uchun oxirgi natija:

$$\varphi(r, \theta) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P \cos \theta}{r^2} \quad (21.5)$$

Endi (13.3) formula bo'yicha maydon kuchlanganligining radial ($\vec{E}_r$) va unga perpendikulyar θ -yo'nalish bo'yicha proyeksiyalarini hisoblaymiz. Radial yo'nalishda siljiganda $(\Delta l)_r = \Delta r$, a θ -yo'nalish bo'yicha siljiganda $(\Delta l)_\theta = r \Delta \theta$ (27-rasm), u vaqtda

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial} \right)_{r\text{-yo'nalish}} = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r} \right) \quad \text{va} \quad \left(\frac{\partial \varphi}{\partial} \right)_{\theta\text{-yo'nalish}} = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta}$$



27-rasm

Shunday qilib (13.3) formula bo'yicha (21.5) ni differensiallab quyidagini topamiz.

$$E_r = - \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r} \right)_{r\text{-yo'nalish}} = - \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2P \cos \theta}{r^3} \quad (21.6)$$

$$E_\theta = - \left(\frac{\partial \varphi}{\partial} \right)_{\theta\text{-yo'nalish}} = - \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P \sin \theta}{r^3} \quad (21.7)$$

Kuchlanganlik vektorining absolyut miqdorini Pifagor teoremasiga asosan topamiz.

Dielektrikning tuzilishi haqida umumiy tassavurlar

Har qanday dielektrik suyuq va gazsimon ko‘rinishdagi neytral molekulalardan tashkil topgan bo‘ladi. Elektr zaryadi molekula doirasida juda murakkab taqsimlangan bo‘ladi, lekin makroskopik nazariyada uning taqsimotini aniq o‘rganishga hojat yo‘q. Molekulaning elektr holatini, ya‘ni uning hosil qilgan maydonini uning tashqi maydonga reaksiyasiga qarab, musbat zaryadi "musbat zaryad markazida", manfiy zaryadi - "manfiy zaryad markazida" to‘plangan deb qaraladi. Boshqacha so‘z bilan aytganda, molekulaning elektr maydoni $\vec{p} = q\vec{l}$ dipolga o‘xshash deb qarash mumkin, bu yerda q - molekulaning musbat va manfiy zaryadining absolyut miqdori, $\vec{l}$ - "manfiy zaryad markazi" dan "musbat zaryad markazi" gacha o‘tkazilgan vektordir.

Shunday molekulalar ham bo‘ladiki, musbat va manfiy zaryadlari mos keladi, bir birining ustiga tushadi. Bu simmetriya markaziga ega bo‘lgan molekulalar, masalan, ikkita bir xil atomdan tashkil topgan molekulalar (H_2 , O_2 ). Bunday molekulalar xususiy dipol momentiga ega bo‘lmaydi ($p=0$, chunki $l=0$) va shuning uchun ularni qutblanmagan deb ataladi. Agar molekulada musbat va manfiy zaryad markazlari mos kelmasa, noldan farq qiluvchi dipol momentiga ega bo‘ladi va ularni qutblangan molekulalar deyiladi.

Ko‘pgina qattiq dielektrlarda kristall panjara tugunlarida ionlar joylashgan bo‘ladi. Ba‘zi xollarda (masalan: bitta element atomidan hosil bo‘lgan kristalllarda) barcha ionlar musbat ionga ega bo‘ladi, ular o‘rtasidagi bog‘lanish valent elektronlar orqali (kovalent bog‘lanish) amalga oshiriladi. Boshqa xollarda, kristall kimyoviy birikmalardan iborat bo‘lsa, (masalan, osh tuzi kristalli) ionlar turli xil ishoraga ega bo‘ladi va panjarada o‘zaro tortishish kuchlari orqali ushlab turiladi (ionli bog‘lanish). Bunday kristallning kristall panjarasini ikkita panjarachadan, biri musbat iondan, ikkinchisi - manfiy iondan hosil bo‘lgan deb hisoblash mumkin.

Dielektrikning qutblanishi. Endi dielektrikni tashqi elektr maydoniga joylashtirsak qanday jarayonlar bo‘lishini qarab chiqamiz. Elektr maydonida musbat zaryadga maydon yo‘nalishi bo‘yicha yo‘nalgan kuch ta’sir qiladi, manfiy zaryadga - qarama-qarshi yo‘nalishdagi kuch ta’sir qiladi. Natijada qutblanmagan molekulalarda musbat va manfiy zaryad markazlari (maydon bulmaganda mos kelgan) bir biriga nisbatan siljiydilar - molekulalar indusirlangan dipol momentga ega bo‘ladi (30a-rasm).

Qutblangan molekulalarga maydon eng avvalo yo‘naltiruvchi ta’sir ko‘rsatadi: molekulaning dipol moment vektorlari tashqi maydon bo‘lmaganda xaotik harakatda bo‘ladi, maydon ta’sirida esa ular maydon yo‘nalishi bo‘yicha oriyetirlanadi (30b-rasm).

Kristalllarda ham maydon ta’sirida zaryadlarning siljishi ro‘y beradi. Kovalent bog‘lanishli kristalllarda birinchi navbatda elektronlar siljiydi, ionli kristalllarda panjarachalar bir biriga nisbatan siljiydi. Biz ko‘rdikki, dielektrik muhit uning tuzilishiga qarab tashqi elektr maydon ta’siriga turlicha uchraydi. Lekin barcha dielektriklar uchun xarakterli bo‘lgan tomon shundaki, dielektrik hajmining eng kichik elementi noldan farq qiladigan yig‘indi dipol momentga ega bo‘ladi - dielektrik qutblanadi. Yuqorida aytib o‘tilgan qutblanish mexanizmida quyidagi nomga ega bo‘ladi. Qutblanmagan molekulalardan tashkil topgan dielektrik qutblanishini elektron siljish qutblanishi deyiladi. Bu termin kovalent bog‘lanishli kristall dielektriklar uchun

ham ishlatiladi. Qutblangan molekulalardan hosil bo'lgan dielektrikning qutblanishiga oriyentatsiyali qutblanish deyiladi. Nihoyat, ionli bog'lanishli kristallarda ro'y bergan qutblanishga ionli siljish deyiladi. Dielektrikning qutblanish darajasini miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun qutblanish vektori deb nomlanuvchi fizik kattalik kiritiladi. Qutblanish vektori modda hajm birligidagi dipol momentlari yig'indisidir. Demak, agar kichik hajm ΔV (qandaydir nuqta atrofida) da molekulaning yig'indi dipol momentiga teng bo'ladi (bu yerda P_i -i-nchi molekulaning momenti, yig'indi ΔV hajmdagi barcha molekulalar bo'yicha olindi), bu vaqtda ta'rif bo'yicha qaralayotgan nuqtadagi qutblanish vektori $\vec{P}$ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\vec{P} = \frac{\sum_i \vec{P}_i}{\Delta V} \quad (24.1)$$

Maydonning xarakteriga va dielektrikning xossasiga qarab qutblanish dielektrikning turli nuqtalarida turlicha bo'lishi mumkin, boshqacha qilib aytganda, qutblanish vektori koordinataning funksiyasidir.

Nazariya va tajriba ko'rsatadiki, izotrop dielektriklar uchun (biz shunday dielektriklar bilan chegaralanamiz), uncha kuchli bo'lmagan maydonda qutblanish vektori $\vec{P}$ elektr maydon kuchlanganligiga $\vec{E}$ proporsionaldir:

$$\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}, \quad (24.2)$$

Koeffisient χ - moddaning xossasiga va dielektrikning holatiga bog'liq bo'ladi va unga moddaning dielektrik qabul qiluvchanligi deyiladi. Dielektrik qabul qiluvchanlik turli xil modda uchun turlicha bo'ladi. Masalan, qutblangan molekuladan tashkil topgan dielektriklar uchun nazariya ko'rsatadiki, χ - temperatura (T) ga teskari proporsional:

$$\chi \sim 1/T$$

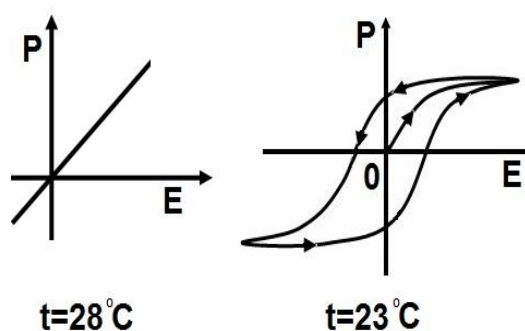
Qutblanmagan molekuladan tuzilgan dielektriklar uchun χ temperaturaga umuman bog'liq bo'lmaydi.

Shunday jismlar borki, ular uchun dielektrik singdiruvchanlik ε tashqi maydon kuchlanganligi E ga bog'liq bo'ladi. Bunday dielektriklar o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi, ayniqsa ferromagnetizm magnit xossasiga o'xshash bo'ladi. Bu xossalar birinchi marta segnet tuzida o'rganildi va shu tuzning nomi bilan segnetoelektriklar deb ataladi. Segnet tuzining fizik xossasi temperaturaga juda bog'liqdir, qandaydir kritik temperatura Θ dan past yoki yuqorida ularning xossasi butunlay boshqacha bo'ladi. $T > \Theta$ bo'lganda maydon kuchlanganligi bilan qutblanish o'rtasida proporsionallik saqlanadi: $\vec{P} = \chi \vec{E}$, bu vaqtda koeffisient χ ning temperaturaga bog'liqligi quyidagi qonunga bo'ysinadi:

$$\chi(T - \Theta) = \text{const.}$$

$T < \Theta$ bo'lganda $\vec{P}$ va $\vec{E}$ o'rtasidagi proporsionallik buziladi. Bu vaqtda $\vec{P}$ ning $\vec{E}$ ga bog'lanishi murakkab bo'ladi (31-rasm).

Bu vaqtda $\vec{P}$ va $\vec{E}$ ning o'zgarishi $T < \Theta$ da sirtmoq shakliga o'xshash bo'ladi.



31-rasm

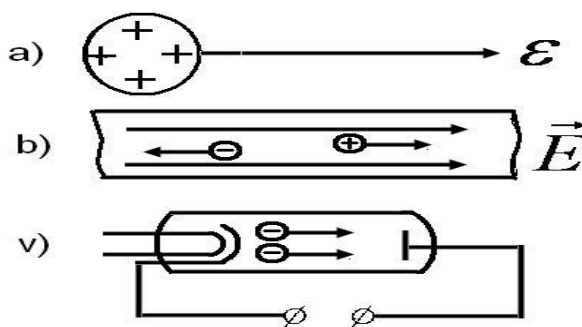
Tashqi elektr maydoni bo'lmaganda dielektrikning har bir nuqtasidagi musbat va manfiy zaryadlar kompensirlangan bo'ladi, zaryadning zichligi hamma yerda nolga teng. Dielektrikning elektr maydonida qutblanishi zaryadlarning qayta taqsimlanishiga olib keladi, natijada dielektrik sirtida kompensirlanmagan zaryadlar paydo bo'ladi, bu zaryadlarga qutblangan zaryadlar yoki bog'langan zaryadlar deb aytiladi. Biz qutblangan zaryad bilan qutblanish vektori orasidagi bog'lanishni qarab chiqamiz.

8-mavzu. O'zgarmas tok qonunlari.

Reja:

1. O'tkazgichlardagi elektr toki. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.
2. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
3. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
4. O'zgarmas elektr toki qonunlari. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
5. Om va Joule-Lenz qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
6. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
7. Elektr sig'imi. Kondensatorlar. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.

Elektr toki haqida umumiy tushunchalar va tokning turlari. Elektr toki deb, elektr zaryadlarining tartibli harakatiga aytiladi. Elektr tokiga berilgan bu ta'rif bir tomonlama bo'lib elektr tokining umumiylikini hisobga olmaydi. Elektr tokini hosil qilishning turli xil hollar bo'lishi mumkin. Masalan, qandaydir jismni zaryadlaymiz, ya'ni unga elektr zaryadi beramiz va uni fazoda ko'chiramiz. Bu vaqtda elektr zaryadi makroskopik jism bilan birga harakat qiladi (36a-rasm). Bunday tokka konveksion tok deb ataladi. (Konveksion tokka keyingi boblarda batafil to'xtab o'tamiz)



36 rasm

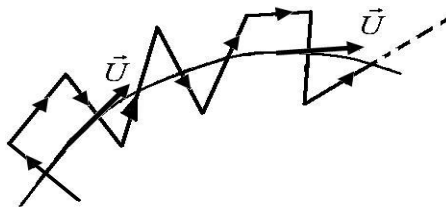
Endi tashqi elektr maydonida joylashgan o'tkazgichni qaraylik (36b–rasm). O'tkazgich ichida joylashgan elektr zaryadining harakati quyidagicha bo'ladi: musbat zaryadlar maydon bo'yicha, manfiy zaryadlar esa maydonga qarama-qarshi bo'ladi. Bunday mikroskopik zaryadning hosil qilgan tokiga o'tkazuvchanlik toki deb ataladi. Ma'lumki, elektron lampada (36v–rasm) mikroskopik elektr zaryadlarining bo'shliqdagi harakati tufayli elektr tokini hosil qiladi. Bunday tokka vakuumdagi tok deb aytiladi.

Sizga ma'lumki, elektromagnit induksiya hodisasidan berk konturda hosil bo'lgan tokka induksion tok deb aytilgan edi. Bu yerda induksion tokning paydo bo'lishi o'tkazgichdagi erkin elektronning kristall panjarada mahkamlangan musbat zaryadga nisbatan harakati tufayli paydo bo'ladi. Xuddi shuningdek, ferromagnitlarda magnitlanish toki haqida ham gapiriladi.

Yuqorida keltirilgan misollar elektr tokiga umumiy ta'rif berishi kerakligini taqqazo etadi. Elektr toki deb, moddadagi musbat va manfiy zaryadlarning, elektronlar va teshiklarning, spinlarning tashqi ta'sir natijasidagi harakatiga aytiladi.

Biz texnik jihatdan juda ko'p qo'llanishga ega bo'lgan o'tkazuvchanlik tokining qonunlarini qarab chiqamiz. Elektr tokini o'tkazadigan moddalarga o'tkazgich deyiladi. O'tkazgichning asosiy belgisi unda zaryadlangan zarracha-tok tashuvchilarning bo'lishidir, ya'ni tashqi maydon ta'sirida o'tkazgich bo'ylab ularning harakatini hosil qilishidir. O'tkazgichlar: metallar, yarim o'tkazgichlar, ba'zi-bir suyuqliklar (elektrolitlar), ma'lum sharoitda gazlar ham bo'lishi mumkin.

O'tkazgichdan tok o'tganda alohida tok tashuvchilarning trayektoriyasini sxematik ravishda siniq chiziq bilan tasvirlash mumkin (37-rasm). Tok tashuvchilar xaotik harakatda bo'ladi va shu bilan birga unga ta'sir qiluvchi kuch tomonga tartibli harakat ham qiladi. Elektr tokini makroskopik jihatdan tasvirlaganda issiqlik harakatini hisobga olmaslik ham mumkin, chunki u zaryadning sistematik ko'chishiga uncha halaqit bermaydi va trayektoriya bo'yicha yoki tok chiziqlari bo'yicha $\vec{V}$ tezlik bilan harakatini qarasak yetarli bo'ladi.



37-rasm

Elektr toki doimiy deyiladi, agar tok tashuvchilarning harakati statsionar bo'lsa, ya'ni tok tashuvchilarning tartibli harakati o'zgarmas bo'lsa, u holda tok chiziqlarining manzarasi ham o'zgarmay qoladi.

Tok kuchi va tok zichligi. O'tkazgich ichida qandaydir S sirtini qaraymiz. Qisqa vaqt ichida, t va $t+\Delta t$ vaqt davomida bu sirt orqali Δq zaryad o'tsin, u vaqtda tok kuchi

quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (31.1)$$

Bu nisbatga S sirt orqali o'tayotgan tok kuchi deyiladi.

Agar S sirt orqali o'tgan zaryadni vaqtning funksiyasi $q(t)$ deb qarasak, u vaqtda (31.1) ga ko'ra tok kuchi zaryadning vaqt bo'yicha hosilasiga tengdir:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (31.2)$$

Demak, tok kuchi son jihatdan qaralayotgan sirtdan vaqt birligi ichida o'tgan zaryaddir. Doimiy tokda $q(t)$ vaqtga proporsional, shuning uchun (30.2) formuladagi hosila o'rniga istalgan vaqt ichida o'tgan zaryadning shu vaqtga nisbati olinadi:

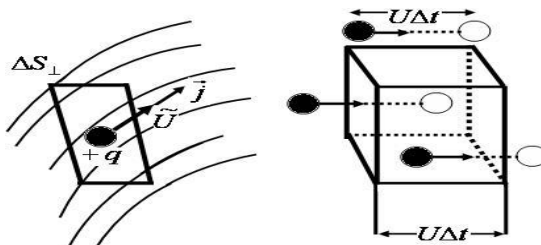
$$I = \frac{q}{t} \quad (30.3)$$

Tok kuchi algebraik kattalikdir. O'tkazgich bo'yicha ikkita yo'nalishlardan birini musbat deb, tok kuchiga musbat ishora, agar musbat zaryad tashuvchilar shu yo'nalishda harakat qilsalar va manfiy ishora qarama-qarshi yo'nalishda harakat qilsa. Tok kuchining o'lchov birligi XB sistemasida amper bo'lib, bu haqda magnit maydoni mavzusida alohida to'xtalamiz.

Ko'pgina hollarda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan o'tgan to'la tok kuchini bilish yetarli bo'lmaydi, shuning uchun o'tkazgich kesimi bo'yicha tokning taqsimlanishini bilish kerak bo'ladi. Shu maqsadda tok zichligi vektori degan kattalik kiritiladi. Tok zichligi deb, shunday vektorga aytiladiki, uning kattaligi tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan o'tgan tok kuchiga teng bo'lib, yo'nalishi musbat tok tashuvchilarining tartibli harakat yo'nalishi bilan mos keladi. (38-rasm)

Agar tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan yuza $\Delta S_{\perp}$ ga ΔI tok kuchi to'g'ri kelsa, u vaqtda ta'rif bo'yicha, biz tok zichligi vektori kattaligi uchun quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$j = \frac{\Delta I}{\Delta S_{\perp}} \quad (31.4)$$



38-rasm

39-rasm

Tok zichligini tok tashuvchilar konsentrasiyasi n_0 va tartibli harakat tezligi $\vec{g}$ orqali ifoda qilish mumkin. 39-rasmdan ko'rinadiki, kichik $\Delta S_{\perp}$ yuza orqali Δt vaqt

ichida faqat shuncha tok tashuvchilar o'tadiki, agar t vaqt ichida asosi $\Delta S_{\perp}$ va balandligi $\vec{g} \Delta t$ bo'lgan to'G'ri parallelopipedda joylashgan tashuvchilargina (boshqa zaryad tashuvchilar yuzaga yetmasligi, u yoki uning yaqindan o'tib ketishi mumkin) joylashgan bo'ladi. Bu zaryad tashuvchilar soni $n_0 u \Delta t \Delta S_{\perp}$ ni alohida tok tashuvchi zaryad q ga ko'paytirsak, $\Delta S_{\perp}$ yuzadan Δt vaqt ichida o'tgan zaryad $q n_0 u \Delta t \Delta S_{\perp}$ ga teng bo'ladi. Buni Δt ga bo'lsak, $\Delta S_{\perp}$ orqali o'tgan tok kuchi ΔI ni topamiz: $\Delta I = q n_0 u \Delta S_{\perp}$. Bu ifodaning ikkala tomonini $\Delta S_{\perp}$ ga bo'lsak tok zichligi uchun quyidagi kattalik kelib chiqadi:

$$\vec{j} = q n_0 \vec{g} \quad (31.5)$$

Bu formulani vektor ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{j} = q n_0 \vec{g} \quad (31.6)$$

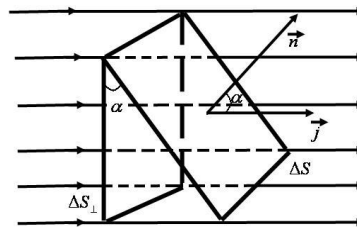
Agar tok tashishda musbat va manfiy zaryadlar ishtirok etsa, u vaqtda unga tegishli tok zichligi:

$$\vec{j} = \vec{j}_+ + \vec{j}_- = q n_0 \vec{g}_+ + q n_0 \vec{g}_- \quad (31.7)$$

Har qanday ixtiyoriy sirt S orqali o'tgan tok kuchi tok zichligi vektorining shu sirt orqali o'tgan oqimiga teng:

$$I = \int_S j_n ds \quad (31.8)$$

Bu formulani isbot qilish mumkin. Buning uchun eng avvalo, ΔS kichik yuza orqali o'tgan tok kuchi ΔI ni topamiz. (40-rasm)



40-rasm

Zaryadning saqlanish qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

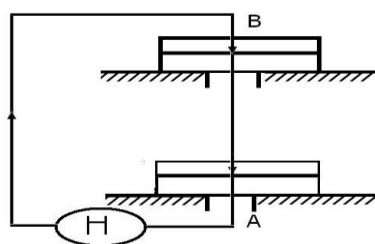
$$\frac{dQ}{dt} = - \oint_S j_n ds \quad (31.9)$$

Bu ifodaning differensial ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{d\rho}{dt} + \text{div} \vec{j} = 0 \quad (31.10)$$

Tashqi kuchlar, elektr yurituvchi kuch va kuchlanish. O'tkazgichda elektr toki hosil qilish uchun unda elektr maydoni hosil qilish kerak. Bu maydon tok tashuvchilarga ta'sir qilib, ularning tartibli harakatini hosil qiladi. Ravshanki, doimiy tok olish uchun faqat elektrostatik kuchlarning bo'lishi yetarli emas, chunki biz bilamizki, ularning ta'sirida zaryad o'tkazgich sirti bo'yicha tekis taqsimlanadi, chunki

o'tkazgich ichida maydon bo'lmaydi. Ikkinchi tomondan, energiyaning saqlanish qonuniga asosan, doimiy tok zanjiridan uzluksiz ravishda issiqlik ajralib turadi. O'tkazgichlarning ichki energiyasi undan tok o'tganda o'zgarmaydi, issiqlik ajralib chiqishi zaryadni qandaydir boshqa kuchlar tomonidan ko'chirilgan ish hisobidan amalga oshiriladi. Bu elektrostatik kuch bo'lmazligi kerak, chunki elektrostatikadan ma'lumki, ularning yopiq kontur bo'yicha bajargan ishi nolga teng. Shunday qilib, doimiy tok bo'lishi uchun zanjirda qandaydir noelektr kuch bo'lishi kerak - bu kuchni tashqi kuchlar deyiladi. Agar Kulon kuchlari turli xil ishorali zaryadlarni qo'shib, ularning potensialini tenglashtirishga va elektr tokini o'tkazishda yo'qotishga olib kelsa, tashqi kuchlar esa turli xil ishorali zaryadlarni ajratadi va o'tkazgich uchlarida potentsiallar ayirmasini doimiy saqlab turadi. Zanjirda tashqi kuchlarning qo'shimcha maydoni elektr energiyasi manbalari (galvanik elementlar, akkumulyatorlar, termogeneratorlar, elektrogeneratorlari va hokozo.) orqali amalga oshiriladi. Doimiy tok zanjirida tashqi kuchlar manbaining bo'lishi har qanday yopiq gidravlik sistemada suyuqlikning doimiy oqimini hosil qiluvchi nasos kabi zarurdir. Bu jarayonni sifat jihatdan tushuntirishda quyidagi gidravlik zanjirdagi o'xshashlikdan foydalanish mumkin.



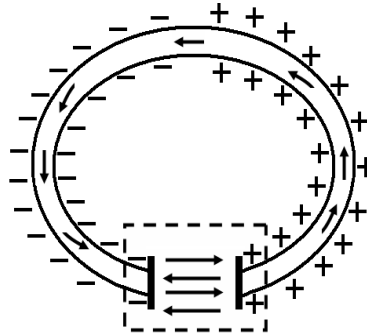
41-rasm

Yuqoridagi rasmda yopiq suv sistemasida A nuqtadan B nuqttagacha suv nasos N tomonidan hosil qilingan tashqi kuchlar ta'sirida o'G'irlik kuchiga qarshi harakat qiladi, B nuqtadan A nuqttagacha u o'G'irlik kuchi ta'sirida harakat qiladi. Elektr zanjirida nasos vazifasini elektr energiya manbai bajaradi. Shu hisobdan hosil qilingan tashqi kuchlarning maydoni elektr zaryadini elektr energiya manbai ichida elektrostatik maydon kuchiga qarshi ish bajarish hisobidan hosil bo'ladi. Natijada tashqi zanjirning uchlarida potentsiallar ayirmasi doimiy ushlab turiladi va zanjirda doimiy tok oqadi.

Xozirgacha mavjud bo'lgan o'quv qo'llanmalarida tashqi kuchlarning kelib chiqishining fizik sababi sifat jihatidagina izohlanib, uning haqiqiy fizik ma'nosi yetarlicha yoritilmaganligi uchun, ushbu ma'ruzada biz uni alohida qarab chiqmoqchimiz.

Bu kuchlar zaryaddan tashqi zanjir bo'ylab zaryadning taqsimlanishini hosil qilishi kerakki, natijada o'tkazgich ichida elektr maydoni noldan farq qilsin va ular shunday xossaga ega bo'lishi kerakki, ularning yopiq kontur bo'yicha bajargan ishi nolga teng bo'lmazligi kerak. Odatdagi doimiy tok zanjirlarida tashqi kuchlar tok manbaining ichida (galvaniq element, akkumulyator) bo'ladi va kimyoviy tabiatga ega bo'ladi, a

tashqi zanjirda tok tashuvchilar faqat elektrostatik kuch ta'sirida harakatda bo'ladi. Ko'rsatish mumkinki, agar o'tkazgich bir jinsli bo'lsa zaryadlar tashqi zanjirda o'tkazgich sirti bo'yicha taqsimlanadi. Doimiy tok manzarasi 42–rasmda tasvirlangan. Bu yerda yupqa chiziqlar elektr maydon kuchlanganligini, qalin chiziqlar-tashqi kuchlar kuchlanganligini bildiradi. Tashqi kuchlarni miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun elektr yurituvchi kuch deb ataladigan fizik kattalik kiritiladi yoki u qisqacha E.Yu.K. deb ham yuritiladi. Elektr yurituvchi kuch deb, tashqi kuchlarning zaryadni ko'chirishda bajargan ishi A ni shu zaryad q ga nisbatiga aytiladi. U elektr maydon kuchlanganligidan farqli ravishda E harfi bilan belgilanadi:



42-rasm

$$\varepsilon = \frac{A}{q} \quad (32.1)$$

Bundan kelib chiqadiki, EYUK son jihatdan birlik musbat zaryadni zanjir bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishga tengdir. Tashqi kuchlar maydon kuchlanganligi E^T musbat zaryadga ta'sir qiluvchi kuch bilan aniqlanadi:

$$E^T = F^T / q \quad (32.2)$$

$$\varepsilon_{BC} = \int_B^C E_l^{tashqi} dl \quad (32.3)$$

Kuchlanish deb, birlik musbat zaryadni boshlanG'ich (B) holatdan oxirgi (C) holatga ko'chirganda bajarilgan barcha ishlar yiG'indisiga aytiladi. Umumiy holda kuchlanish sohaning boshlanG'ich va oxirgi holat nuqtalarining potentsiallar ayirmasidan (elektrostatik kuchlar ishi) va shu sohadagi EYUK (tashqi kuchlar ishi) yiG'indisidan iborat bo'ladi:

$$U_{BC} = \varphi(B) - \varphi(C) + \varepsilon_{BC} \quad (32.4)$$

Agar qaralayotgan sohada tashqi kuchlar bo'lmasa (odatda tok manbai bo'lmagan hol), u vaqtda kuchlanish potentsiallar ayirmasiga teng bo'ladi:

$$U_{BC} = \varphi(B) - \varphi(C) \quad (32.5)$$

EYUK va kuchlanishning ta'rifidan kelib chiqadiki, bu ikkala kattalik ham bir xil o'lchamlikka ega bo'lib, XB sistemasida voltda o'lchanadi.

Doimiy tok qonunlari. Ikki holatni ta'kidlab o'tamiz. Birinchisi, doimiy tok faqat yopiq zanjirda oqadi, aks holda zanjir uzilgan joyda zaryadlar to'planib qoladi. Bu esa vaqt bo'yicha elektr tokining o'zgarishiga olib keladi, natijada tok tashuvchilarning statsionarlik holati buziladi. Ikkinchidan, tok kuchi har qanday o'tkazgich kesimlarida turlicha bo'lganda edi, shu kesma o'rtasidagi sohada zaryad to'planib qolar edi, bu yana o'z navbatida elektr maydonining o'zgarishiga olib kelar edi, shu bilan birga tokning statsionar harakati buzilar edi.

Endi doimiy tokning miqdoriy qonunlariga o'tamiz. Nemis fizigi Georg Om tajribada aniqladiki, doimiy tok zanjirining bir qismi uchun, bu sohada EYUK bo'lmagan holda, tok kuchi kattaligi kuchlanishga proporsional ekanligini ko'rsatib berdi:

$$I = \frac{U}{R} \quad (33.1)$$

Bu yerda R- proporsionallik koeffisienti bo'lib, o'tkazgichning fizik xossasiga va geometrik shakliga bog'liq bo'ladi va unga o'tkazgichning qarshiligi deyiladi. Elektr qarshilik tushunchasini fizikaga G. Om kiritgan, shunga ko'ra qarshilik o'lchov birligi uchun Om qabul qilingan.

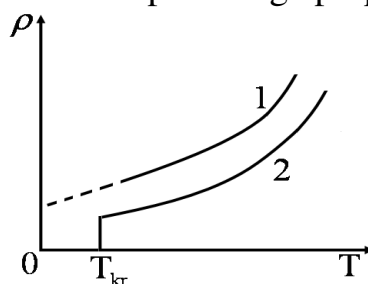
Silindrik shakldagi bir jinsli o'tkazgich qarshiligi, uning uzunligi l ga to'g'ri proporsional bo'lib, o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsionaldir:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (33.2)$$

Bu yerda ρ koeffisient bo'lib, son jixatidan uzunlik birligidagi silindrik o'tkazgich qarshiligini bildiradi ($l=1m$, $S=1m^2$). Unga o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deyiladi. Unga teskari kattalikka moddaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi deyiladi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (33.3)$$

Solishtirma qarshilik o'tkazgich temperaturasi oshishi bilan oshadi, uncha past bo'lmagan temperaturalarda taxminan temperaturaga proporsionaldir.



43-rasm

Ko'pgina metallar (simob, qalay, alyuminiy, va h.z.) va qotishmalar sovitilganda qandaydir kritik temperaturaga (T_{kr}) yetganda o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tiladi. Bu holatga o'tishning belgisi qarshilikning nolga teng bo'lishi bilan baholanadi, keyingi sovutishlarda ham nol holatda qolaveradi (42-rasmdagi 2-egri chiziq).

Kritik temperaturalar qiymati 1911 yillarda, ya'ni Kamerling Onnes davrida juda past edi. Bu qiymat 5K dan kichik edi. Ammo, 1986 yilda o'ta o'tkazuvchanlikning rivojlanishi yangi bosqichga o'tdi. Uta o'tkazuvchanlik temperaturasi 80-100 K lar ga ko'tarildi. Bu yangi kashfiyot uchun Shveysariyalik fiziklar Bedner va Myullerga Nobel mukofoti berildi.

Joul-Lens qonuni bo'yicha doimiy tok zanjirining sohasidan tok o'tganda uzluksiz ravishda issiqlik ajralib chiqib turadi, bu issiqlik miqdori soha qarshiligiga, tok kuchining kvadratiga va vaqtga bo'g'liqdir. Demak, t vaqt ichida o'tkazgichdan ajralib chiqqan issiqlik miqdori Q quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = I^2 R t \quad (33.4)$$

Joul-Lens qonuni EYUK ga va qarshilikka ega bo'lgan zanjir uchun Om qonunini chiqarishga imkon beradi (energiyaning saqlanish qonuning natijasi sifatida). Haqiqatdan ham (32.4) ni hisobga olsak va uni q ga bo'lib, topamizki, birlik zaryad o'tgan vaqtda ajralib chiqqan issiqlik miqdori son jixatidan $I \cdot R$ ga teng bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, bu issiqlik birlik zaryadni ko'chirishdagi barcha kuchlarning ishiga tengdir:

$$I \cdot R = \varphi(B) - \varphi(C) + \varepsilon \quad (33.5)$$

EYUKga ega bo'lgan zanjir qismi uchun chiqadigan Om qonunidan bevosita tarmoqlanmagan yopiq zanjir uchun Om qonuni kelib chiqadi.

Agar formula (33.5) da $\varphi(B) = \varphi(C)$ deb olsak, biz konturning dastlabki holatiga qaytgan bo'lamiz. To'la qarshilikni R va ichki qarshilikni r bilan belgilasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$I \cdot (R + r) = \varepsilon \quad (33.6)$$

Bu (33.5) va (33.6) formulalardagi yiG'indi EYUK ni bildiradi.

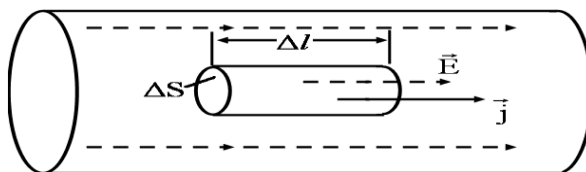
Om va Joul-lens qonunlarining differensial ko'rinishi

Fikran kuch chiziqlari bo'ylab, asosi ΔS va uzunligi l ga teng bo'lgan kichik silindrni ajratamiz (45-rasm). Om qonuni silindrik element uchun $\Delta U = R \Delta I$ ko'rinishda yoziladi, R - elemnt qarshiligi $\Delta I = j \Delta S$ ekanini hisobga olsak

$$R = \rho \frac{\Delta l}{\Delta S}, \Delta U = E \Delta l \text{ va } \Delta U = -\Delta \varphi \text{ bo'ladi.}$$

U holda Om qonunini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$j = \frac{1}{\rho} E \text{ yoki } j = \sigma E \quad (34.1)$$



45-Rasm

j va **E** vektorlarining yo'nalishi mos kelgani uchun vektor **j** musbat tok tashuvchilarning tartibli harakati tomon yo'nalgan bo'ldi. Shuning uchun keyingi ifodani vektor ko'rinishda yozamiz.

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad (34.2)$$

Bu formula o'tkazgichning istalgan nuqtasida tok zichligi bilan kuchlanishni bog'laydi va uni Om qonunining differensial ko'rinishi yoki vektor ko'rinishi deb aytiladi. Bu qonun vaqt bo'yicha o'zgaradigan jarayonlarda ham o'rinli bo'ladi. Bu qonun anizotrop muhitlar uchun ham o'rinli bo'ladi. Chunki, anizotrop muhitlarda elektr o'tkazuvchanlik tokning o'tish yo'nalishiga ham bog'liq bo'ladi. U vaqtda bu skalyar bo'lmay, balki tenzordan iborat bo'ladi. U vaqtda keyingi tenglama tenzor tenglamaga aylanadi. U vaqtda **j** va **E** vektorlar bir-biriga parallel bo'lmay quyidagi munosabatga bo'ysunadi, masalan **j_x** uchun quyidagicha munosabat o'rinli bo'ladi:

$$\mathbf{j}_x = \sigma_{xx} E_x + \sigma_{xy} E_y + \sigma_{xz} E_z$$

j_y va **j_z** uchun ham xuddi shunday bo'ladi.

Tashqi kuchlarning kuchlanganligini hisobga olsak,

$$\mathbf{j} = \sigma (\mathbf{E} + \mathbf{E}^{\text{tashqi}}) \quad (34.3)$$

(31.4), (33.1), (33.2), (33.4), (34.2) formulalardan foydalanib, Joul-Lens qonunining differensial ko'rinishini ham yozish mumkin:

$$W = \sigma E^2 \quad (34.4)$$

Bu yerda W-o'tkazgichning hajm birligida nuqta atrofida vaqt birligi ichida ajralib chiqqan issiqlik miqdori qonuniyatini ifodalaydi, haqiqatdan, bunga ishonch hosil qilish mumkin:

$$W = \frac{\Delta Q}{\Delta t \Delta V} = \frac{(\Delta I)^2 \rho \frac{\Delta l}{\Delta S} \Delta t}{\Delta t \Delta l \Delta S} = \frac{(j \Delta S)^2}{\sigma (\Delta S)^2} = \sigma E^2 \quad (34.5)$$

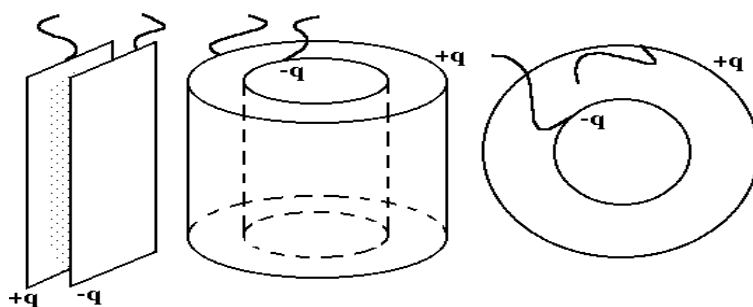
Kondensator. Kondensatorlar sig'imi. Radiotexnikada kondensatorlardan tashkil topgan qurilma juda ko'p qo'llaniladi. Agar kondensator qoplamalariga absolyut miqdori bir xil, lekin qarama-qarshi ishorali zaryad berilsa, u vaqtda elektr maydon qoplamalar orasidagi fazoda to'planadi. Qoplamalar shakliga qarab kondensatorlar yassi (qoplamalari parallel tekislik), silindrli (qoplamalari - kiydirilgan silindr shaklida) va sferik (qoplamalari - konsentrik sfera) (21-rasm). Yassi kondensatorlarning nazariya-sini qaraymiz. Dastlab zaryadlangan kondensator hosil

qilgan maydon kuchlanganligini topamiz. Zaryadlangan tekislikning maydon kuchlanganligining absolyut qiymati Gauss teoremasiga asosan quyidagiga teng:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}, \quad (18.1)$$

σ - qoplamalardagi zaryadning sirt zichligi.

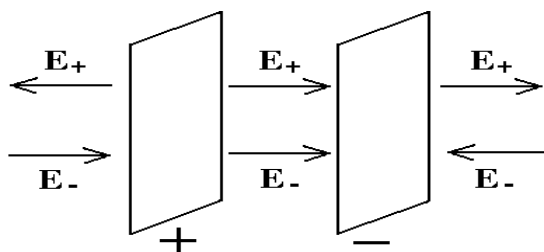
E_+ va E_- lar bir xil absolyut miqdorga ega bo'ladi, $E_+ = E_- = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ va yo'nalishi E_+ - musbatdan E_- - manfiy plastinkaga tomon (22-rasm). Kondensatordan tashqarida bu kuchlanganliklar qarama - qarshi tomonga yo'nalgan, demak, yig'indi maydon 0 ga teng, qoplamalar orasida E_+ va E_- bir tomonga yo'nalgan, natijada $E = E_+ + E_- = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.



21-rasm

Real kondensatorda maydon o'rta qismida bir jinsli bo'ladi, kondensator chetlarida manzara o'zgaradi (23-rasm), chegaraviy effektlar paydo bo'ladi. Qoplamalar o'rtasidagi potensiallar ayirmasi yoki kuchlanish:

$$U = Ed = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} d, \quad (18.2)$$



22-rasm

bu yerda d - plastinkalar orasi-dagi masofa. Kondensatorlar sig'imi deb, qoplamalardan biridagi zaryad kattaligining qoplamalar orasidagi kuchlanishga nisbatiga aytiladi.

$$C = \frac{q}{U}, \quad (18.3)$$

bu yerda, (18.2) da U - ni va $q = \sigma S$ ekanini hisobga olsak, kondensator sig'imi quyidagiga teng bo'ladi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}, \quad (18.4)$$

Agar qoplamalar orasiga dielektrik joylashtirilgan bo'lsa, kondensator sig'imini topish formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}, \quad (18.5)$$

Shunday qilib, yassi kondensator sig'imini oshirish uchun plastinka yuzini oshirish, ular o'rtasidagi masofani kamaytirish yoki plastinkalar orasidagi fazoni dielektrik bilan to'ldirish kerak. Kondensatorlar bir biri bilan ulanadi va kondensatorlar batareyasi hosil qilinadi. Kondensatorlar parallel qo'shilganda batareyaning sig'imi alohida kondensatorlar sig'imlarinig yig'indisiga teng bo'lsa, ketma-ket ulanganda batareya sig'iminig teskari qiymati alohida kondensatorlar sig'imlarinig teskari qiymatlari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$C_{parallel} = \sum_i C_i; \quad C_{ketma-ket} = \sum_i \frac{1}{C_i} \quad (18.6)$$

9-mavzu. Gazlarda, vakuumda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki.

Reja:

1. Gazlarda elektr toki. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.
2. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakateristikasi.
3. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari. Mustaqil gaz razryadlarinig turlari va ularinig qo'llanilishi.
4. Plazma haqida tushuncha. Gazlarda va vakuumda elektr toki. Elektronlar dastasi.
5. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Elektron lampalar.
6. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi. Diod va triod.

Gazlarda elektr toki

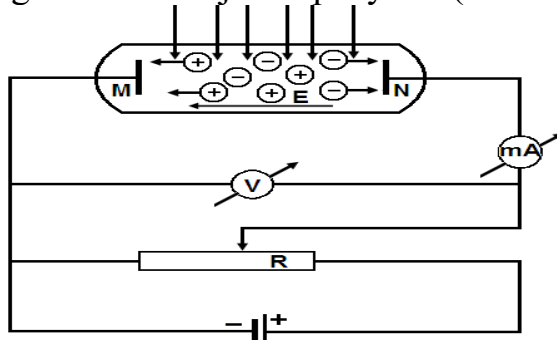
Barcha gazlar elektr jihatdan neytral bo'lib, ular oddiy jarayonda dielektrik hisoblanadi. Chunki ular neytral atom va molekulalardan iborat bo'lib, erkin zaryad tashuvchi (elektron, ion) larga ega emas. Ma'lum sharoitda gaz molekulalarini ionlashtirish yo'li bilan gazlarda elektr tokini vujudga keltirish mumkin. Tashqi ionizator (ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlanish va h.k.) lar ta'sirida neytral molekulalar ionlashadi, ya'ni erkin elektronlarga va ionlarga ajraladi. Ionlashgan gazda erkin elektronlar, musbat va manfiy ionlar mavjud bo'ladi. Ionlanish jarayoni bilan bir qatorda unga teskari bo'lgan rekombinatsiyalanish jarayoni ham kuzatiladi. Bunda musbat ionlar erkin elektronlar bilan qo'shilib neytral gaz molekulasini (atomi) ni hosil qiladi. Gaz orqali elektr tokining o'tishiga gaz razryadi deyiladi. Tashqi ionizator ta'siri to'xtagandan so'ng so'nadigan gaz razryadiga nomustaqil gaz razryadi deyiladi. Bunda gazning nomustaqil o'tkazuvchanligi namoyon bo'ladi. Tashqi ionizator ta'siri

to'xtagandan so'ng ham so'nmaydigan shu razryadiga mustaqil gaz razryadi deyiladi. So'nmaydigan gaz razryadi paytida gazning mustaqil o'tkazuvchanligi kuzatiladi.

Gaz razryadining to'liq volt – amper xarakteristikasi.

1. Nomustaqil gaz razryadi.

Gaz qatlamiga ega bo'lgan elektr zanjirini qaraymiz (64–rasm)



64-rasm

Ionizator ta'sir etmasa, milliampermetr zanjirida tokning mavjud emasligini ko'rsatadi. Agar tashqi ionizator ta'sir etsa, gazning ionlanishi tufayli vujudga kelgan musbat ionlar M plastinka tomonga, elektron va manfiy ionlar N plastinka tomonga tartibli harakatga keladi. Natijada zanjirda tok hosil bo'ladi. Ionizator ta'sirida gaz molekulalarining bir qismi ionlashadi. Shu bilan bir qatorda elektronlarning ionlar bilan rekombinatsiyasi ham sodir bo'ladi.

Faraz qilaylik, rekombinatsiya natijasida kamayayotgan musbat va manfiy zaryadlar soni $\Delta n'$ bo'lsin. Musbat ionlar M plastinkaga urilib, zaryadlarini beradi va neytrallashadi. Natijada ularning soni $\Delta n''$ ga kamayadi. Birlik hajmda birlik vaqt ichida kamayayotgan ionlarning umumiy son quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n'' \quad (42.1)$$

$\Delta n'$ va $\Delta n''$ kattaliklarning son qiymati MN plastinkalar orasiga beriladigan $\vec{E}$ Elektr maydon kuchlanganligiga bo'g'liq bo'ladi. Dastlab, nisbatan kuchsiz maydon ta'siri ostidagi gaz razryadi va gaz orqali elektr tokini qarab chiqamiz. Kuchsiz elektr maydoni ta'siri ostida musbat ionlar va elektronlarning harakat tezliklari quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} g_+ &= U_+ E \\ g_- &= U_- E \end{aligned} \quad (42.2)$$

Bu erda U_+ va U_- – mos holda musbat va manfiy ionlarning harakatchanliklari.

Zaryad tashuvchilarning Δt vaqt ichida elektrodning S yuzasiga etkazib beriladigan zaryad miqdorlari quyidagicha aniqlanadi.

$$\begin{aligned} Q_+ &= qn g_+ S \Delta t = qn U_+ S \Delta t E \\ Q_- &= qn g_- S \Delta t = qn U_- S \Delta t E \end{aligned} \quad (42.3)$$

Gaz qatlami orqali ko'chayotgan umumiy zaryad miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = Q_+ + Q_- = qn(U_+ + U_-) S \Delta t E \quad (42.4)$$

Gaz orqali tok zichligi:

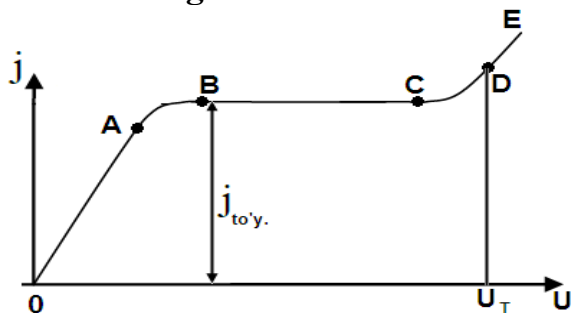
$$j = \frac{Q}{S \Delta t} = qn(U_+ + U_-) E = \sigma E \quad (42.5)$$

$$j = \sigma E \quad (42.6)$$

bu yerda $\sigma = qn(U_+ + U_-)$

Demak, unchalik kuchli bo'lmagan elektr maydoni ta'sirida gaz orqali razryad toki Om qonuniga bo'ysinadi (65-rasm, OA-qism) MN plastinkalar orasiga beriladigan maydon (kuchlanish)ni yana oshira borsak, bu sharoitda ionizator ta'sirida hosil bo'lgan zaryadlar rekombinatsiyalanishiga ulgurmaydi va elektrodga etib kelaboshlaydi. Natijada tok zichligi ortadi, lekin Om qonunidan chetlanish kuzatilmaydi (AB-qism). Kuchlanishning ma'lum qiymatidan boshlab tok zichligining to'yinishi kuzatiladi (BC-qism).

2. Mustaqil gaz razryadi va uning turlari



65-rasm

Mustaqil gaz razryadi vujudga kelish shartlarini qarab chiqamiz. Katta kuchlanish ostida elektronlar zarbi ta'siridan ionlanish boshlanadi va gaz orqali tok zichligi yana orta boshlaydi (CD – qism). Kuchlanishning qiymatini yanada orttirilib, U_T teshish kuchlanishi qiymmatiga tenglashganda mustaqil gaz razryadi vujudga keladi (DE - qism). Elektron zarbi ta'siridan ionlanish termoelektron va ikkilamchi elektron emissiya jarayonlari tufayli gaz qatlamida elektronlar va ionlar ko'chkisi hosil bo'ladi. Bu holat mustaqil gaz razryadini ta'minlaydi. Natijada tashqi ionizator ta'siri to'xtagandan so'ng ham gaz orqali tok o'tishi va gaz razryadi davom etadi. Gazlar elektr o'tkazuvchanligining to'liq volt-amper xarakteristikasi 65-rasmda keltirilgan. So'nmas gaz razryadining amalda to'rtta turi o'rganiladi: yoy razryadi, miltillama razryad, uchqun razryad, toj razryad.

Plazma haqida tushuncha. Plazmaning elektr o'tkazuvchanligi

Yetarli yuqori temperaturalarda atom va molekulalarning to'qnashishi hisobiga gazning ionlashishi boshlanadi. Modda plazma holatiga o'tadi. Musbat va manfiy zaryadlar kontsentratsiyasi amalda bir xil bo'lgan yuqori darajada ionlashgan gaz holatiga plazma deyiladi. Plazmani butunicha olib qarasak, elektr jihatdan neytral bo'lgan sistemadir.

Plazma moddaning alohida holatidir, ya'ni uning shunday o'ziga xos xossalari borki, uni moddaning to'rtinchi agregat holati deyishga imkon beradi.

Plazmadagi zaryadli zarrachalar harakatchanliklari tufayli elektr va magnit maydonlari ta'sirida oson ko'chadi. Shuning uchun plazma ayrim sohalarining elektr jihatdan neytralligining bir xil ishorali zaryadlar to'planishi hisobiga buzilishi bartaraf qilinib turiladi. Plazmaning zaryadli zarrachalari orasida Kulon kuchi ta'sir etadi. Har bir zarra o'z atrofidagi juda ko'p zarralar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Shu tufayli plazning har bir zarrasi xaotik issiqlik haraqatida qatnashish bilan birga turli xil tartibli harakatda ham qatnashadi. Plazmada turli xil tebranishlar va to'lqinlar hosil qilinadi. Plazma zaryadli zarrachalardan tashkil topgani uchun bu zarrachalar magnit maydoni kuch chiziqlari ko'ndalang yo'nalishda erkin ko'cha olmaydi va kuch chiziqlariga o'ralgan traektoriya bo'ylab harakat qiladi.

Plazma past temperaturali va yuqori temperaturali plazmaga bo'linadi. Past temperaturali plazmaga gaz razryadi natijasida hosil bo'lan gaz razryadli plazmalar kiradi. Ularning temperaturasi $T < 10^5$ K bo'ladi. Yuqori temperaturali plazmada gaz to'la ionlashgan (100%) holatda bo'ladi. Bu plazma juda ko'p miqdordagi tez harakatlanayotgan elektronlar va musbat ionlardan iborat bo'ladi. Yuqori temperaturali yoki izotermik plazmaning temperaturasi million gradusdan yuqori bo'ladi.

Koinotdagi moddalar asosan (99%) plazma holatida bo'ladi. Quyosh va yulduzlar to'liq ionlashgan plazmadan, ya'ni yuqori temperaturali plazma deyiladi. Bundan tashqari yuqori temperaturali plazma termoyadro sintezi jarayonda ham yuzaga keladi.

Plazmaning ionlanish darajasi ortgan sari elektr o'tkazuvchanligini ham ortadi. Yuqori temperaturada to'liq ionlashgan plazmaning elektr o'tkazuvchanligi o'ta o'tkazuvchalikka yaqinlashadi.

Vakuumda elektr toki. Termoelektron emissiya. Metallardan elektronning chiqish ishi

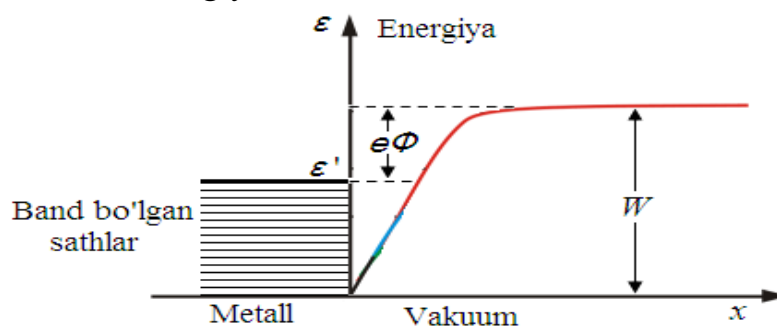
Erkin elektronlar metall ichida uzluksiz issiqlik harakatida bo'lgani bilan uning sirtidan chiqib keta olmaydi. Kinetik energiyasi katta bo'lgan ayrim elektronlarga metall sirtidan chiqib ketadi, undan bir necha atomlararo masofaga uzoqlashadi, so'ngra yana metall sirtiga qaytib tushadi. Natijada metall sirti yupqa elektron buluti bilan qoplangan bo'ladi. Bunday qatlamda metall sirtidan x masofada yotuvchi elektronga $F = -\frac{e^2}{4x^2}$ ga teng kuch ta'sir qiladi. Bu kuch elektron va panjaraning musbat ionlari orasidagi tortishishi tufayli paydo bo'ladi. Ana shu kuch potentsial o'ra (to'siq) ni vujudga keltiradi.

Elektron metall sirt qatlamidan chiqib ketishi uchun $e\varphi$ ga teng potentsial to'siqni engib, ma'lum ish bajarish kerak. Bu ishga elektronning chiqish ishi deyiladi.

Metalldagi erkin elektronlar Fermi-Dirak taqsimotiga bo'ysinadi. Shu tufayli elektronning chiqish ishi potentsial o'ra chuqurligi bilan Fermi sathi energiyasi ayirmasi ko'rinishida aniqlanadi (47-rasm):

$$A = e\varphi = W_0 - W_F \quad (36.1)$$

Bu erda e - elektron zaryadi, φ - sirt potentsial sakrashi, W_0 - potentsial o'ra chuqurligi, W_F - Fermi sath energiyasi.



47-rasm

Ba'zibir metallar uchun elektron chiqish ishining elektron – volt (eV) larda ifodalangan qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

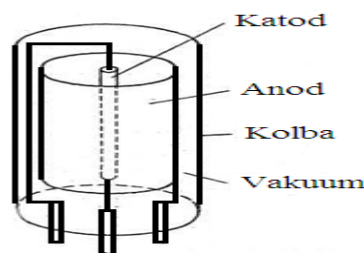
Agar elektronning kinetik energiyasi uning chiqish ishidan katta bo'lsa, elektron metall sirtidan chiqib keta oladi:

$$\frac{1}{2} m g_n^2 \geq e\varphi$$

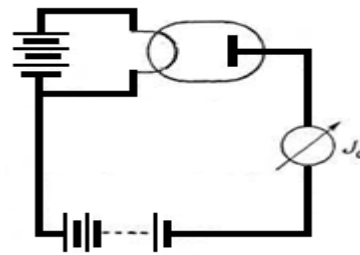
bu erda m – elektron massasi, g_n - elektron tezligining sirt normaliga proektsiyasi.

Uy temperaturasi sharoitida erkin elektronlarning ozgina qismi metall sirtidan chiqib ketish uchun etarli kinetik energiya zonasiga ega bo‘ladi. Metallni qizdirsak yetarli kinetik energiya zahirasi ega bo‘lgan elektron soni orta boradi va shu tufayli metall sirtidan ajralib chiquvchi elektronlar soni ham oshib boradi. Bu jarayon isitilayotgan suyuqlikdan suyuqlik molekulallarning buG‘lanish jarayoniga o‘xshaydi. Temperaturaning ortishi bilan metall sirtidan ajralib chiquvchi elektronlar soni ham ortib boradi va etarli yuqori temperaturalarda bunday elektronlarning soni ham keskin ortib ketadi. Bu hodisaga termoelektron emissiya deyiladi.

Termoelektron emissiya hodisasini 48–rasmda tasvirlangan sxema yordamida o‘rganish mumkin. Sxemaning asosiy elementi vakuumli diod lampasi hisoblanadi. Uning tuzilishi 49–rasm tasvirlangan. Vakuumli diod lampa A anod K katod elektrodlardan iborat bo‘lib, ular havosi so‘rib olingan shisha balonga joylashtirilgan. Amalda elektrodlar turli shaklda tayyorlanish mumkin. Oddiy holda, katod ingichka to‘G‘ri tola, anod esa katodga nisbatan koaksial silindr shaklida bo‘ladi.



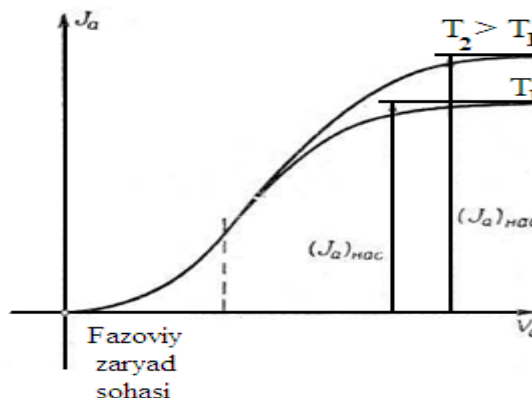
48-rasm



49-rasm

B_N batareya yordamida katod qizdiriladi va uning temperaturasi R_1 reostat orqali boshqariladi. B_A batareya anod va katod orasida elektrostatik maydon hosil qiladi va qizigan katoddan chiquvchi elektronlarni tezlatadi. Natijada katod va anod orasida vakuum orqali o‘tuvchi elektronlar oqimi anod zanjirida tokni hosil qiladi. Vakuumli diod orqali o‘tayotgan bu tokni anod toki yoki emissiya toki deyiladi.

I_a anod toki katod temperaturasi, katod va anod orasiga boriladigan U_a anod kuchlanishiga boG‘liq bo‘ladi. Katod temperaturasini doimiy saqlab, I_a anod tokining U_a anod kuchlanishiga boG‘liq grafiklarini hosil qilish mumkin. Bunga diodning volt – amper xarakteristikasi deyiladi (50–rasm). I_a anod tokining U_a anod



50-rasm

kuchlanishiga bo'g'liq o'zgarishi Lengmyur – Bogulovski qonuni bo'yicha sodir bo'ladi:

$$I_a = BU_a^{3/2} \quad (36.3)$$

Bu erda B – elektrodning shakliga va ularning o'zaro joylashishiga bo'g'liq bo'lgan koeffitsient.

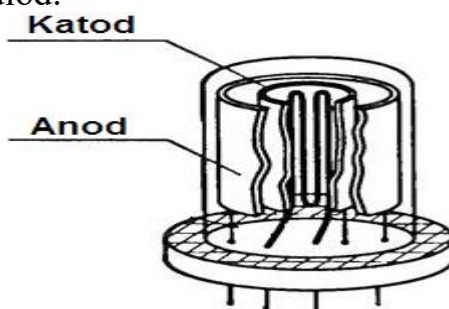
Anod kuchlanishining ma'lum qiymatidan boshlab anod toki to'yinadi. To'yinish tok zichligining temperaturaga bog'liqligi kvant nazariyas asosida keltirib chiqarilgan Richardson – Deshman formulasiga ko'ra aniqlanadi:

$$j_{to'yinish} = AT^2 e^{-\frac{e\phi}{kT}}$$

Bu erda $e\phi$ - elektronning chiqish ishi, T – termodinamik temperatura, A – emissiya doimiysi, uning nazariy qiymati $120 \text{ A}\cdot\text{sm}^{-2}\cdot\text{grad}^{-2}$ $j_{to'yinish}$ - to'yinish tokning temperaturaga bo'g'liq o'zgarishini Richardson formulasi to'la qanoatlantiradi.

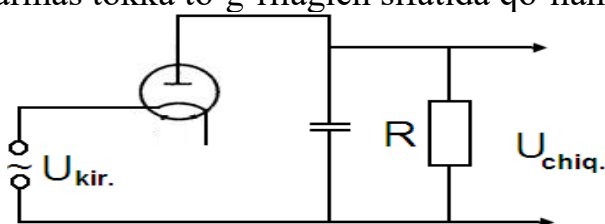
Elektron lampalar va ularning qo'llanilishi

I. Vakuumli diod.



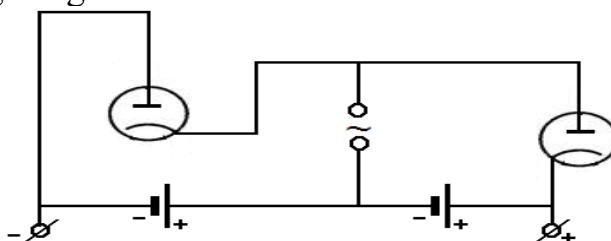
51-rasm

Vakuumli diodda anodga manfiy kuchlanish berilganda anod zanjirida tok hosil bo'lmaydi. Diodning bu xossasidan o'zgaruvchan tokni to'g'rilashda foydalaniladi. Bunday maqsad uchun mo'ljallangan diodga kenotron deyiladi. Kenotron o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka to'g'rilagich sifatida qo'llaniladi.



52-rasm

Bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasi



53-rasm

Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi

Kenotronga berilgan sinusoidal tok faqat yarim davr davomida oqib turadi. Shuning uchun sinusoidal tokning bunday usul bilan to'g'rilanishini bir yarim davr davomida oqib turadi. Shuning uchun sinusoidal tokning bunday usul bilan to'g'rilanishini bir yarim davrli to'g'rilash deyiladi. Bir vaqtda ikkita kenotrongan foydalanib ikki yarim davrli to'g'rilashni amalga oshirish mumkin. Nagruzka orqali pulsatsiyalanuvchi tok oqadi. Pulsatsiyalanuvchi tokni filtrlash orqali tekislash mumkin. Buning uchun diod va nagruzka orasiga filtrlar ulanadi. Filtrlarning eng soddasi nagruzkaga parallel ulangan kondensatordan iborat.

Tok bo'yicha kuchaytirish. Agar $R_a = 0$ desak $\Delta I_a = S \Delta U_g$ bo'ladi, ya'ni to'r kuchlanishining ΔU_g ga o'zgarishi, anod tokining ΔI_a ga o'zgarishiga olib keladi. Triod lampasining tok bo'yicha kuchaytirishi $I_a = f(U_g)$ funktsiya ko'rinishida chiziqli qonun bo'yicha sodir bo'ladi.

Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish. Agar R_a noldan farqli bo'lganda ΔU_a anod kuchlanishining o'zgarishi chiqish signalining kuchayishini bildiradi:

$$\Delta U_a = -R_a \cdot \Delta I_a = -\frac{SR_a}{1 + \frac{R_a}{\rho} \Delta U_g} \quad (37.6)$$

Bundan kuchlanishi bo'yicha kuchayishi:

$$A = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} \right| = \frac{SR_a}{1 + \frac{R_a}{\rho}} = \frac{\mu R_a}{\rho + R_a} \quad (37.7)$$

Bu erda Barkgauzen munosabatiga ko'ra lampaning kuchaytirish koeffisienti $\mu = S \cdot \rho$ hamma vaqt to'r singdiruvchanligi $D < 1$ bo'lgani uchun $\Delta U_a > \Delta U_g$ bo'ladi va kuchlanish kuchaygan bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Yarim o'tkazgichlargayerqobi G'idagiko'pchilik moddalarkiradi. Ular qatoriga kremniy, germaniy, selen, tellur, margimush, turli oksidlar, sulfidlar va boshqa qotishmalar kiradi. Tabiatda eng ko'p tarqalgan yarim o'tkazgich kremniydir (Er qobi G'ining 30% ni tashkil etadi).

Kremniy atomlari tashqi qavatida 4 valent elektronga ega. Kristall panjarada har bir atom 4 ta qo'shni atom bilan juft elektron bo'g'lanish, ya'ni kovalent bo'g'lanish orqali birikadi. Har bir valent elektron ikki atomga mansub bo'lib qoladi. Kremniy kristallidagi valent elektronlar atomlari bilan metallarga nisbatan kuchliroq bo'g'langan. Shuning uchun xona temperaturasida yarim o'tkazgichlarda erkin elektronlar kontsentratsiyasi metallardagiga nisbatan 10^{10} marta kam. Absolyut nol temperaturada kremniy kristallida hamma valent elektronlar kovalent bo'g'larni hosil qilishda qatnashadi. Bu holda kremniy tokni o'tkazmaydi.

Temperatura oshishi bilan valent elektronlarning bir qismi o'z bo'g'ini tashlab erkin elektronga aylanadi. Elektronini yo'qotgan bo'g'ni kovak yoki teshik deb atashadi. Uning zaryadi musbatdir. Bo'sh bo'g' G'a qo'shni bo'g'dan elektron ko'chishi mumkin. Buni kovaklar ko'chishi deb qarash mumkin.

Yarim o'tkazgich uchlariga elektr maydoni ulansa, erkin elektronlar bir tomonga, kovaklar teskari tomonga harakatlana boshlaydi. Shuning uchun yarim o'tkazgichlarda elektr toki elektron-kovakli o'tkazuvchanlikdan iborat. Kimyoviy

jihtadan toza yarim o'tkazgichlarda elektronlar va kovaklar konsentratsiyasi teng bo'ladi. Sof yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligi xususiy o'tkazuvchanlik deb ataladi.

Yarim o'tkazgichlarga aralashma qo'shilganda ularning elektr o'tkazuvchanligi keskin o'zgaradi. Masalan, kremniy kristalliga 0,001% fosfor qo'shilsa, uning o'tkazuvchanligi 10^5 marta oshadi. Yarim o'tkazgichlar aralashmali o'tkazuvchanligining ikki turi mavjud: elektron (n-tip) va kovakli (p-tip).

Elektron o'tkazuvchanlik 4 valentli germaniy yoki kremniyga 5 valentli As, P va boshqa moddalar qo'shilsa paydo bo'ladi. Bunda valentligi katta modda donor deb ataladi. Bunday aralashma erkin elektronlar sonini oshirgani uchun o'tkazuvchanlik asosan elektronli bo'ladi va bunday yarim o'tkazgich n-tipi deb ataladi.

Agar 4 valentli germaniy yoki kremniyga 3 valentli In, Al qo'shilsa, kovalent bo'g'larning birida elektron etishmaydi. Natijada kovaklar soni ortadi. Bunda o'tkazuvchanlik asosan kovakli o'tkazuvchlik bo'lib qoladi, yarim o'tkazgich esa p-tip deb ataladi.

1. Termoelektr batareyalar.

Ikki har xil metall yoki yarim o'tkazgichlar tegish joylarida temperatura bir xil bo'lmasa, zanjirda termoelektr toki deb ataladigan tok paydo bo'ladi. Bu hodisani 1821 yilda Zeebek aniqlagan. Bunda hosil bo'ladigan EYUKga termoEYUK deyiladi. Uning hosil bo'lish sabablaridan biri $T_2 > T_1$ bo'lganda B kontaktda erkin elektronlar tezligi katta bo'lgani uchun B dan C ga qarab elektronlar diffuziyasi kuchayadi. SHuning uchun 2 o'tkazgichda elektronlar soni oshadi. Natijada 1 va 2 o'tkazgichlar orasida termoEYUK hosil bo'ladi. Uning kattaligi kontaktlardagi temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional:

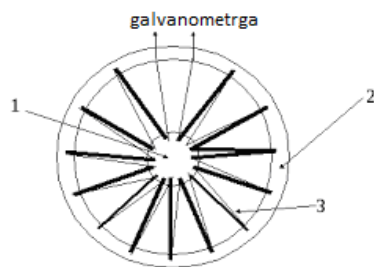
$$\varepsilon = \alpha(T_1 - T_2) = \frac{k\Delta T}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}$$

Bundak-Bolsmandoi miysi, n_1 va n_2 - erkin elektronlar konsentratsiyasi, α - metallar tabiatiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti (termojuftlik doimiysi).

Metallar uchun termoEYUK kattaligi mV bilan o'lchanadi. Masalan, mis-konstantan uchun temperaturalar farqi 100 K bo'lganda termoEYUK 4,25 mV ga teng. Zeebek hodisasi temperaturani o'lchashda ishlatiladi. Buning uchun bir-biriga ketma-ket ulangan termojuftliklardan foydalanishadi. Termojuftliklar yordamida juda past va juda yuqori temperaturalar katta sezgirlik bilan o'lchash mumkin (o'lchash aniqligi 0,01 K).

Zeebek hodisasi yordamida elektr tokini hosil qilish mumkin. Biroq bunda metallar emas yarim o'tkazgichlardan foydalaniladi. Hozir yarim o'tkazgichli termobatareyalar FIK 20% ga etadi. Ularni rivojlantirish yordamida bevosita Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Termobatareyalardan qishloq xo'jaligida foydalanish katta samara beradi.

Termobatareyalardan Quyosh energetik yoritilganligini o'lchashda ham foydalanishadi. Termoelektr aktinometr M-3 da Quyosh yoruG'ligi kumush bilan qoplangan 1 diskka tushadi. Uning ikkinchi tomoniga izolyatsilovchi qo'zg'oz orqali manganin va konstantan termojuftliklarining ichki tomonlari 2 elimlanadi. Termojuftlikning tashqi kontaktlari 3 izolyatsiyalovchi qo'zg'oz orqali 4 mis diskka yopishtirilgan (9-rasm).



9-rasm. Aktinometr termobatareyasi

O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi $10^{-7} \text{ om}\cdot\text{m}$ tartibida (va undan kam), dielektriklarniki esa $10^8 \text{ om}\cdot\text{m}$ tartibida (va undan ortiq). Ko'pchilik moddalarning solishtirma qarshiligi bu chegaralar orasida bo'ladi. Bu moddalar *yarimo'tkazgichlar* deyiladi. Fan va amaliyot uchun qattiq yarim o'tkazgichlar G'oyat ahamiyatlidir. Bunday yarim o'tkazgichlarning tipik vakillari kremniy, germaniy, selen, tellur va ba'zi boshqalardir.

Metallardagi singari qattiq yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi elektronlarning harakati bilan bog'liqdir. Biroq elektronlarning harakatlanish sharoitlari metallarda va yarim o'tkazgichlarda turlicha bo'ladi, buni xususan yuqorida biz aytib o'tgan metallar va yarim o'tkazgichlarda solishtirma qarshilik qiymatining keskin farq qilishi ham ko'rsatib turibdi. Metallardan farq qilib yarim o'tkazgichlarning quyidagi asosiy xususiyatlari bor.

Birinchidan, *yarim o'tkazgichlarning qarshiligi temperatura ortishi bilan kamayadi*. Chunki temperaturaning o'zgarishi qarshilikning o'zgarishiga metallardagiga qaraganda, yarim o'tkazgichlarda ko'proq ta'sir qiladi. Temperatura bir gradusda o'zgarganida metallning qarshiligi 0°S dagi qarshiligidan o'rtacha 0,004 ga ortadi, yarim o'tkazgichning qarshiligi esa o'rtacha 0,06 ga kamayadi.

Ikkinchidan, *yarimo'tkazgichlarda elektr toki faqat erkin elektronlarning emas, shu bilan birga bog'langan (atom bilan) elektronlarning harakati bilan ham yuzaga keladi*. Ba'zi sharoitlarda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligida bog'langan elektronlar hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Uchinchidan, *ozgina aralashma miqdori yarim o'tkazgichning qarshiligini juda kuchli o'zgartirib yuborishi mumkin*. Protsentning yuzdan bir ulushicha aralashma yarim o'tkazgich qarshiligini o'n minglab marta o'zgartirishi mumkin.

Ba'zi soddalashgan tasavvurlar va sxemalarga yo'l qo'yib, yarim o'tkazgichlarning bu xususiyatlari sabablarini aniqlaymiz.

Past va normal temperaturalarda yarim o'tkazgichda erkin elektronlar soni oz bo'ladi: elektronlarning ko'pchilik qismi atomlar bilan bog'langan. Yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi yomon (solishtirma qarshiligining katta) bo'lishiga sabab shu. Yarim o'tkazgichlardagi erkin elektronlarning ozchilik qismi metallardagi erkin elektronlarga o'xshash tabiatga ega bo'ladi. Elektr maydoni bo'lmagandaular xaotik harakatlanadi, maydon bo'lganida yana (maydonga qarshi) yo'nalishli harakatga kelishi va buning natijasida yarim o'tkazgichda zaif tok hosil qilishi mumkin. Erkin elektronlarning harakatidan yuzaga keladigan o'tkazuvchanlik *elektron o'tkazuvchanlik*, yoki *p-tip o'tkazuvchanlik* (negative –manfiy so'zidan olingan) deyiladi.

10- mavzu.Suyuqliklarda elektr toki

Reja:

1. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
2. Kationlar va anionlar. Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
3. Elektrolitik dissotsiatsiya. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
4. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
5. Berkituvchi qatlam. Yarim o'tkazgichlar uchun zonalar nazariyasi

Suyuqliklarda elektr toki. Suvdagi va ba'zi boshqa dielektrik suyuqliklardagi eritmalar elektr toki o'tkaziladigan moddalar *elektrolitlar* deyiladi. Elektrolitlarga asosan tuzlar, kislotalar va ishqorlar kiradi. Elektrolit va eritgich molekulalari *dipol* molekulalari bo'ladi. SHuning uchun eritmada elektrolitning har bir molekulasini 205-rasmda ko'rsatilgandek bir gruppaga eritgich molekulalari o'rab turadi. Eritgich molekulalari xuddi elektrolit molekulasini ikki qismga bo'lib yuborishga intiladi; bunga shuningdek issiqlik harakati – elektrolit atom va molekulalarning tebranishi ham yordam beradi. Natijada elektrolitning ko'pchilik molekulalari musbat ionlarga (*kationlar*) va manfiy ionlarga (*anionlarga*) ajraladi; masalan, NaCl molekulasini suvdagi eritmada Na^+ kationlariga va Cl^- ionlariga ajraladi. Bunda albatta, eritgichning ba'zi molekulalarining o'zi ham ionlarga ajralishi mumkin. Bunday proses *elektrolitikdissotsiatsiya* deyiladi. Teskari protsess – elektrolit ionlarining neytral molekulalariga birlashishiga (*rekombinatsiyalanishiga*) – ionlarda hosil bo'ladigan va eritgich molekulalaridan tuzilgan *solvatqobiG'i* to'sqinlik qiladi.

Elektrolit dissotsilangan molekulalari soni n ning uning umumiy molekulalari soni n_0 ga nisbati *dissotsiatsiyadarajasi* yoki *koeffitsienti* deyiladi:

$$\alpha = \frac{n}{n_0} \quad (1)$$

(n va n_0 sonlar eritmaning birlik hajmiga tegishlidir, ya'ni mos konsentratsiyalardan iboratdir). Dissotsiatsiya darajasi elektrolit va eritgichning tabiatiga, elektrolitning konsentratsiyasiga n_0 va temperaturaga bog'liqdir. Kuchsiz eritmalarda ($n_0 \rightarrow 0$) elektrolitning deyarli hamma molekulalari dissotsilangan ($\alpha \approx 1$); konsentratsiya ortishi bilan dissotsiatsiya darajasi kamayadi (rekombinatsiya hisobiga). Temperatura ortishi bilan α ortadi, chunki temperatura ortganida elektrolit molekulalaridagi atomlarning tebranma harakati zo'rayib, bu molekulalarning ionlarga ajralishiga yordam beradi.

Elektr maydoni bo'lmaganda elektrolit ionlari o'zlarni solvat qobiqlari bilan birga xaotik harakat qiladi. Maydon bo'lganida ularning harakati tartiblanadi: kationlar maydon bo'ylab, anionlar maydonga qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Suyuqlikda turli ismli ionlarning qarama-qarshi harakati tufayli elektr toki hosil bo'ladi. Bunday tur o'tkazuvchanlik *ion* o'tkazuvchanlik deb ataladi.

YUqorida ko'rsatilgan eritmalaridan tashqari, tuzlarning eritmaları (quyuq) va metallarning oksidlari ham ion o'tkazuvchanlikka ega: ular ham elektrolitlar gruppasiga kiradi.

Suyuqlikdagi tok zichligi i , ya'ni ionlarning harakat yo'nalishiga fikran perpendikulyar 1 sm^2 yuzadan 1 sek da olib o'tilgan zaryadni aniqlaymiz. Zaryadlar har ikkala ishorali ionlar tomonidan olib o'tilgani uchun

$$i = q_+ n_+ v_+ + q_- n_- v_-,$$

bu yerda q_+ va q_- - kation va anionlar zaryadlari, n_+ va n_- - shu ionlarning konsentratsiyalari, v_+ va v_- - shu ionlar tartiblangan harakatining o'rtacha tezliklari. Eritma umuman olganda neytral ekanini hisobga olgan holda quyidagicha yozish mumkin:

$$q_+ n_+ = q_- n_- = qn, \quad (2)$$

bu yerda q - ixtiyoriy ishorali ionning zaryadi, n - shu ishorali ionning konsentratsiyasi. Ion zaryadining kattaligi molekulaning dissotsiatsiyanishida yo'qotilgan (kationlar uchun) yoki saqlab qolingan (anionlar uchun) valent elektronlar bilan bog'liqdir. SHuning uchun ionning valentligini z bilan belgilab, shunday yozamiz:

$$q = ez, \quad (3)$$

bu yerda e - elektron zaryadining absolyut qiymati. U holda (26) va (27) formulalarni hisobga olgan holda quyidagini yozamiz:

$$i = ezn(v_+ + v_-). \quad (4)$$

Elektr maydonida ion harakatiga ikki kuch ta'sir ko'rsatadi: birinchidan, tezlatuvchi elektr kuchi

$$F_e = qE,$$

bu yerda E - maydon kuchlanganligi, ikkinchidan, suyuqlikning ichki ishqalanish tormozlovchi kuchi F_{ishq} . Agar ionni uning solvat qobiG'i bilan birga r radiusli shar deb olsak, Stoks qonuniga ko'ra:

$$F_{ishq} = 6\pi\eta r v,$$

bu yerda η - suyuqlik yopishqoqlik koeffitsienti. Barqarorlashgan harakatda (bu harakat amalda maydon paydo bo'lishi bilan bir vaqtda boshlanadi) $F_e = F_{ishq}$ bo'ladi, bundan

$$v = \frac{q}{6\pi\eta r} E = uE, \quad (5)$$

bu yerda

$$u = \frac{q}{6\pi\eta r} \quad (6)$$

kattalik ionning harakatchanligi deyiladi, (29) formuladan $E = 1$ bo'lganda $u = v$ ekanligi kelib chiqadi. SHunday qilib, ionning harakatchanligi birlik kuchlanganlikli elektr maydoni ta'sirida bu ionning qilgan tekis harakati tezligiga teng ekan, (30) formuladan ionlarning harakatchanligi temperatura ortishi bilan (suyuqlikning η yopishqoqligi kamayishi hisobiga) ortishi ko'rinib turibdi. Xona temperaturasida $u \approx 5 \cdot 10^{-8} m^2/(v \cdot sek)$.

(4) formulani nazarga olib, tok zichligi formulasi (5) ni quyidagi ko'rinishda qayta yozamiz:

$$i = ezn(u_+ - u_-)E, \quad (8)$$

yoki

$$i = \gamma E, \quad (9)$$

bu yerda

$$\gamma = ezn(u_+ - u_-). \quad (10)$$

SHunday qilib, (31) va (32) ifodalar suyuqlik uchun *differensial shakldagi Om qonunidan* iboratdir; γ suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi deyiladi,

$$\rho = \frac{1}{\gamma ezn(u_+ - u_-)} \quad (11)$$

kattalik esa suyuqlikning solishtirma qarshiligidir. Temperatura ko'tarilishi bilan ionlarning u harakatchanligi va n konsentratsiyasi ortganligi uchun (34) formulaga muvofiq temperatura ko'tarilishi bilan suyuqlikning qarshiligi kamayadi (bu jihatdan metall o'tkazgichlarning qarshiligidan farq qiladi).

Elektrolitlarning ionlari elektrodlarga etib kelib neytrallanadi (neytral atomlarga aylanadi) va elektrodlarga o'tirib qoladi (anionlar – anodga, kationlar – katodga) yoki elektrodlar oldida gaz tariqasida ajraladi (birlamchi reaksiya). Ko'pincha neytrallashgan ionlar eritgich bilan yana qaytadan reaksiyaga kiradi, yangi ionlar hosil qiladi, bu ionlar so'ngra elektrodlarda o'tirib qoladi (ikkilamchi reaksiya).

1. Elektroliz hodisasi. Faradey qonunlari.

Elektrolit eritmasi orqali tok o'tganida eritmaning ajralish mahsulotlarining elektrodlarda ajralishi *elektroliz* deyiladi. Elektroliz hodisasi *elektroforezning* xususiy holi ekanligini qayd qilib o'tamiz.

Elektrolizning miqdoriy qonunlarini ingliz fizigi Faradey 1836-yilda aniqlagan. Ion o'tkazuvchanlik haqidagi tasavvurlar asosida bu qonuniyatlarni nazariy isbot qilish qiyin emas.

Agar tvaqt ichida elektrodda har birining valentligi z va massasi m bo'lgan n' ionlar neytrallashgan bo'lsa, u holda elektrod zaryad oladi,

$$q = ezn',$$

bu yerda e – elektronzaryadi. Bunda elektrodda ajralgan modda massasi

$$M = mn'$$

bo'ladi. Quyidagi

$$\frac{M}{q} = \frac{m}{ez} = k \quad (12)$$

munosabat ayni shu modda uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, shu moddaning *elektrokimyoviy ekvivalenti* deyiladi. Elektrokimyoviy ekvivalent eritma orqali elektr *miqdori* birligi o'tganida elektrodda ajraladigan modda miqdoriga tengdir. Kumush uchun masalan, $k = 1,118$ mg/k, mis uchun $k = 0,329$ mg/k. (35) formuladan

$$M = kq = kIt \quad (13)$$

ekanligi kelib chiqadi, bu yerda I - eritma orqali uchayotgan tok kuchi. Bu munosabat *Faradeyning birinchi qonunini* ifodalaydi:

elektrodda ajralgan moddaning massasi eritma orqali o'tuvchi elektr miqdoriga proporsional.

k ning ifodasini (12) Avogadro soni N ga ko'paytiramiz va bo'lamiz:

$$k = \frac{Nm}{Ner}.$$

$Nm=A$ modda kilogramm-atomining massasi ekanini hisobga olgan holda, quyidagini hosil qilamiz:

$$k = \frac{1}{F} \frac{A}{z}, \quad (14)$$

bu yerda

$$F = Ne \quad (15)$$

Faradey soni deb ataluvchi *universal* doimiy; $\frac{A}{z}$ nisbat moddaning *kimyoviyekvivalenti* deb ataladi. (14) formula Faradeyning ikkinchi qonunini ifodalaydi:

moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti uning kimyoviy ekvivalentiga proporsional.

Faradeyning ikkala qonunini birlashtirib, shunday ifodani hosil qilamiz:

$$M = \frac{1}{F} \frac{A}{z} q = \frac{AIt}{Fz} \quad (16)$$

bundan $M = \frac{A}{z}$ bo'lganda $F = q$ ekanligi kelib chiqadi, ya'ni

Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganida elektrodda bir kilogramm ekvivalent modda ajraladi. Tajriba ma'lumotlariga ko'ra,

$$F = 9,652 \cdot 10^7 \text{ k/kg-ekv.}$$

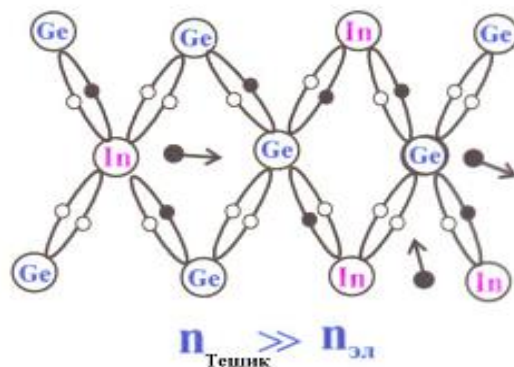
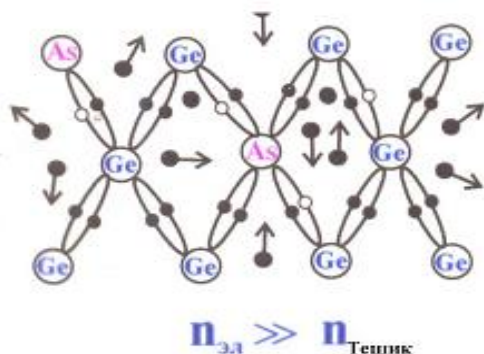
(38) munosabatdan foydalanib, Faradey soni va Avogadro soniga ko'ra elektron zaryadi kattaligini aniqlash mumkin:

$$e = \frac{F}{N} = \frac{9,652 \cdot 10^7}{6,025 \cdot 10^{26}} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} (k).$$

Berkituvchi qatlam. Termistor va fotoqarshiliklar. Yarim o'tkazgich solishtirma qarshiligining yuqori bo'lishi va uning qarshiligining temperaturaga keskin bo'g'lanishi o'lchamlari juda 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 termometri *termistor* deb ataladi. Termistorning issiqlikka teguvchi qismining o'lchamlari millimetrning o'ndan bir ulushlaricha bo'ladi. Bu termistor yordamida juda kichik ob'ektlar, masalan, o'simlik va jonli organizmlarning ayrim kichik (amalda nuqtaviy) qismlarining temperaturasini o'lchashga imkon beradi. Termistor bilan temperaturaning gradusning milliondan bir ulushlaricha o'zgarishlarini aniqlash mumkin. Termistorning sezgirligi shunday yuqori bo'lgani uchun u yoruG'likning o'zgarishini sezishi mumkin. YOritish intensivligini o'lchash uchun mo'ljallangan maxsus termistorlar *fotoqarshiliklar* deyiladi.

Biz ko'rib o'tgan elektron o'tkazuvchanlikdan tashqari, yarim o'tkazgichlar uchun *boG'langan elektronlarning ko'chishi* bilan boG'liq bo'lgan yana bir tur o'tkazuvchanlik xarakterlidir. Birinchi qarashda G'alati tuyo'lgan bu hodisani tushunish uchun kristall yarim o'tkazgichning qo'shni atomlari o'zaro tashqi (valent) elektronlar bilan boG'langanligini nazarda tutish kerak. *Ikki elektronli* boG'lanish eng mustahkam boG'lanishdir, bunda har ikki qo'shni atom tashqi elektron qatlamlarida ikkitadan umumiy elektron bo'ladi. Masalan, *germaniyni* ko'raylik. Germaniy to'rt valentli, ya'ni uning atomi to'rtta tashqi elektronga ega bo'lib, ulardan har biri ayni vaqtda germaniyning to'rtta qo'shni atomlaridan biriga ham tegishlidir.

Germaniy kristall panjarasi *markazlashganqirrali kub* shaklidir (kremniy va olmosning panjaralari ham shu xilda bo'ladi). Bunday panjarada germaniy atomining har biri *tetraedr* (tomonlari uchburchakdan iborat bo'lgani to'G'ri to'rt yoqli) ning



markazida bo'lib, uning uchlarida germaniyning yayin to'rtta atomi joylashgan (194-rasm).

Germaniy atomlari orasidagi elektron boG'lanishlarning tekislikdagi sxemasi ko'rsatilgan. Doirachalar bilan germaniy atomlari (rim raqamlari bilan nomerlangan), nuqtalar bilan tashqi elektronlar (aoa raqamlari bilan nomerlangan), chiziqlar bilan atomlarning elektron boG'lanishlari belgilangan (har bir chiziq bir elektron bilan bo'layotgan boG'lanishni bildiradi).

Tashqi ta'sir (qizdirish, yoritish va hokazo) tufayli *I – II* atomlar boG'lanishidan *I*elektron ozod bo'lgan deylik. Elektronning ketishi sobiq boG'lanish sohasida elektron zaryadiga kattalik jihatidan teng bo'lgan *p*musbat zaryadning paydo bo'lishiga teng kuchlidir. Elektronning ozod bo'lishida (boG'lanishning uzilishida) hosil bo'lgan bunday musbat zaryadni yarim o'tkazgichlar nazariyasida “*teshik*” deb atash odat bo'lgan. SHunday qilib, elektron ozod bo'lishi bilan *birvaqtda* teshik hosil bo'ldi. Uzilgan boG'lanish qo'shni boG'lanishning ixtiyoriy boG'langan elektroni hisobiga, masalan, *II – III*atomlar boG'lanishidagi 8 elektronning o'tishi hisobiga son tiklanishi mumkin. 8 elektronning *I – II*boG'lanish uzilishida o'tishida *II – III*boG'lanishga teshik o'tadi. Uzilgan *II – III* boG'lanish o'z navbatida 9 boG'langan elektronning o'tishi hisobiga tiklanishi mumkin, ayni vaqtda teshik *III – IV* boG'lanishga ko'chadi.

SHunday qilib, uzilgan boG'lanishlar (teshiklar) bo'lganda yarim o'tkazgichda boG'langan elektronlarning bir *qo'shni* boG'lanishdan ikkinchisiga va ayni vaqtda teshiklarning qarama-qarshi yo'nalishda o'tishlari (sakarashlari) boshlanadi. Tashqi elektr maydoni bo'lmaganda bu o'tishlar xaotik holda bo'ladi. Maydon bo'lganida xaotiu harakat tartiblashadi: boG'langan elektronlar maydonga qarshi, teshiklar esa maydon bo'ylab chiqadi. Teshiklarning tartiblashgan harakati yarim o'tkazgichda tok hosil qiladi. Teshiklarning ko'chishi bilan boG'liq bo'lgan o'tkazuvchanlik *teshikli* o'tkazuvchanlik yoki *r-tip o'tkazuvchanlik* (positive –musbat so'zidan olingan) deyiladi.

11- mavzu. Magnit maydoni va o'zgaruvchan tok.

Reja:

1. Magnit maydoni. Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni.
2. Magnit maydon induksiya vektori. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
3. Bio-Savar-Laplas qonuni. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
4. Amper kuchi. Parallel toklarning o'zaro ta'siri. Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta'siri.
5. Lorens kuchi. Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati. Xoll effekti. Tezlatgichlar.

Magnit maydon induksiya vektori Tok elementi. Maydon nazariyasida elementar manba eng muhim rol o'ynaydi. Tortishish nazariyasida bu moddiy nuqta bo'lsa, elektrostatikada nuqtaviy zaryad. Xuddi shunday rolni magnit maydon nazariyasida tok elementi o'ynaydi. Tok elementi bu vektor bo'lib, uning absolyut kattaligi tok kuchi I ning o'tkazgichning dl qismiga ko'paytmasi bilan aniqlanadi, $I dl$ yo'nalishi esa tokning yo'nalishi bilan mos tushadi. Elektrostatikada esa sinov zaryad q_0 olinar edi.

Magnit maydonining asosiy harakte-ristikasi hisoblangan magnit maydon induksiya vektori ham elektrostatik maydonning asosiy xarakteristikasi hisoblangan kuchlanganlik vektori kabi aniqlanadi. Doimiy tok o'tuvchi ixtiyoriy qo'zg'almas o'tkazgichlar sistemasining hosil qilgan magnit maydonini qaraymiz va "sinash tok elementi" $I_0 dl$ ga (maydonning tekshirayotgan nuqtasiga joylashgan) ta'sir qiluvchi kuch $\mathbf{F}$ bilan qiziqamiz. Sinash tok elementi uchun qisqa va yupqa ko'zg'almas o'tazgich olinadi, unga ta'sir etuvchi kulni o'lchash uchun silliq tutashtiruvchi sim olish kerak. Bundan tashqari undan juda kichik tok o'tkazish kerak.

Tajribalar shunday xulosaga olib keladiki, $d\mathbf{F}$ kuch tok elementining absolyut qiymatiga proporsional, $d\mathbf{F} \sim I_0 dl_0$ (elektrostatikada $F \sim q_0$ edi), va uning yo'nalishiga bo'g'liqdir (tok elementi-vektordir). Maydonning har bir nuqtasida qandaydir fizik yo'nalish mavjud bo'ladi, u shu bilan e'tiborga loyiqki, birinchidan, kuch kattaligi $d\mathbf{F}$ shu yo'nalish bilan va tok elementi yo'nalishi o'rtasidagi burchakning sinusiga proporsionaldir, ya'ni, tok elementiga ta'sir etuvchi elementar kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$d\mathbf{F} = B I_0 dl_0 \sin \alpha \quad (46.1)$$

bu yerda B - proporsionallik koeffisienti bo'lib, maydonning sinash tok elementi joylashgan nuqtasidagi xossasiga bog'liq bo'lib, tok elementining kattaligi va yo'nalishiga bo'g'liq bo'lmaydi. Masalan, $\alpha=0$; bo'lganda $d\mathbf{F}$ ham 0 ga teng bo'ladi, $\alpha=\pi/2$ bo'lganda u maksimaldir. $d\mathbf{F}$ ning yo'nalishi tok elementining yo'nalishiga bo'g'liqdir va parma qoidasi bilan aniqladi (1-rasm). Bu holatlar shuni bildiradiki, agar $\vec{B}$ vektor kiritsak, uning yo'nalishi fizik yo'nalish bilan mos keladi deb hisoblashsak, u vaqtda kuch $d\mathbf{F}$ ni $I_0 dl_0$ va $\vec{B}$ vektorning vektor ko'paytmasi shaklida yozish mumkin.

$$d\mathbf{F} = [I_0 d\mathbf{l}_0 \mathbf{B}] \quad (46.2)$$

yoki uning moduli

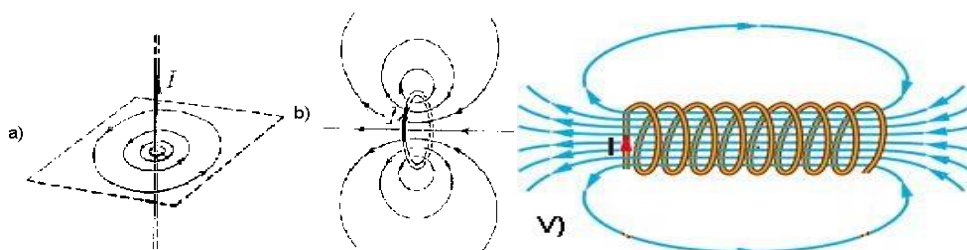
$$dF = I_0 dl_0 B \sin \alpha \quad (46.3)$$

Bu formula elektrostatikadagi $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ ga o'xshashdir. Vektor $\bar{\mathbf{B}}$ sinash tok elementi kattaligiga va yo'nalishiga bo'lg'liq bo'lmaydi, demak maydonning xarakteristikasi bo'la oladi. Unga **magnit maydon induksiya vektori** deb aytiladi. Tok elementi $\bar{\mathbf{B}}$ vektoriga perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa, ($\alpha = \pi/2$, $\sin \alpha = 1$) $d\mathbf{F}$ kuch maksimal bo'ladi va u $dF = I_0 dl_0 B$ ga teng bo'ladi. Bundan magnit induksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$B = \frac{dF}{I_0 dl_0} \quad (46.4)$$

Bu ifoda ham elektrostatikadagi $E = F/q$ formulaga o'xshashdir. Bundan ko'rinadiki, magnit induksiya vektorining kattaligi son jihatdan birlik tok elementiga ($I_0 = 1\text{A}$, $dl_0 = 1\text{m}$) ta'sir qiluvchi maksimal kuchga teng bo'ladi. Magnit induksiyasining o'lchov birligi qilib, XB sistemasida "tesla" (Tl) qabul qilingan: $1\text{Tl} = 1\text{N}/1\text{A} \cdot 1\text{m} = 1\text{Vb}/\text{m}^2$

Har qanday vektor maydon singari, magnit maydonini ham magnit induksiya vektori chiziqlari oilasi orqali tasvirlash mumkin (elektrostatikadagi kabi). Magnit induksiya chiziqlarining manzarasi o'zining xarakteri jihatidan elektrostatik maydon kuch chiziqlaridan tubdan farq qiladi. Ma'lumki, elektrostatik maydon kuch chiziqlari zaryadlardan boshlanib, zaryadlarda tugar edi, magnit induksiya kuch chiziqlarining boshlanish va oxiri yo'q - ular yopiq chiziqdan iborat bo'ladi. Magnit induksiya chiziqlarining bu xossasi 2 -rasmda yaqqol ko'rinadi, a) to'G'ri chiziqli cheksiz uzun o'tkazgich, b) aylanma tok v) tokli G'altakning magnit maydon manzarasi tasvirlangan.



2 - rasm

Chiziqlari yopiq bo'lgan vektor maydoniga uyurmali maydon deyiladi. Demak, doimiy magnit maydoni- uyurmali bo'lib, uyurmali emas elektrostatik maydonidan farq qiladi. Ma'lumki, elektrostatik maydonning kuch chiziqlari yopiq emas edi.

Superpozitsiya prinsipi. Savol tuG'iladi: qanday qilib toklar hosil qilgan magnit maydonning taqsimlanishini yoki maydonning induksiyasini hisoblash mumkin. Eslatib o'tamizki, bunday muammoga elektrostatikada ham duch kelgan edik, ya'ni

zaryadlarning taqsimlanishi berilgan bo'lsa, superpozitsiya prinsipi asosida elektrostatik maydon kuchlanganligini hioblagan edik. Tajribalar tasdiqlaydiki, shunga o'xshash prinsip magnit maydonida ham mavjud bo'ladi: tokli o'tkazgichlar sistemasi tomonidan hosil qilgan maydonning muayan nuqtadagi magnit induksiya shu nuqtada alohida toklar qismlari hosil qilgan magnit induksiyalarining yig'indisiga teng bo'ladi. Hususan, agar o'tkazgichlarni fikran cheksiz kichik elementlarga bo'lsak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\vec{B} = \int d\vec{B} \quad (46.5)$$

Bu yerda $d\vec{B}$ - alohida tok elementi tomonidan hosil qilingan magnit maydon induksiya bo'lib, integrallash sistemadagi barcha tokli o'tkazgichlar bo'yicha bajariladi.

Bio-Saavar-Laplas qonuni. Dastlab, alohida tok elementi hosil qilgan magnit maydon induksiyasini topadigan formulani keltirib chiqarish kerak. Bu yerda izolyatsiyalangan tok elementlari orqali tajribadan keyin, cheksiz uzunlikdagi turli shakldagi o'tkazgichlarning hosil qilgan magnit maydonini tahlil qilish orqali bilvosita magnit induksiyasini aniqlanadigan formulani topishga harakat qilamiz. Bu masalani Bio-Saavar-Laplas qonuni ham deb ataladi va XB sistemasida quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \left[\frac{Idl\vec{r}}{r^3} \right] \quad (47.1)$$

Bu formulada $\vec{r}$ -radius-vektor bo'lib, tok elementi $I dl$ dan vektor $\vec{B}$ aniqlanayotgan maydon nuqtasiga o'tkazilgan yo'nalishdagi masofani bildiradi (72-rasm). $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m -magnit doimiylik, μ -nisbiy magnit singdirvchanlik. $d\vec{B}$ vektorining moduli uchun, (47.1) ga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2} \quad (47.2)$$

Bu yerda α - tok elementi $I dl$ bilan, radius-vektor $\vec{r}$ orasidagi burchak, $\vec{B}$ vektorining yo'nalishi vektor ko'paytma $[Idl \cdot \vec{r}]$ yo'nalishi bilan mos keladi va Parva qoidasi bilan aniqlanadi.

Ma'lumki, $d\vec{B}$ kattalik faqat masofa r ga bo'g'liq bo'lmasdan, α

burchakka ham bo'g'liqdir, agar $\alpha=0$ bo'lsa, magnit induksiya nolga teng va α ning $\pi/2$ ga yaqinlashishi bilan U oshadi.

Superpozitsiya prinsipini qo'llab Bio-Saavar-Laplas qonuni orqali har qanday tokli o'tkazgichning magnit maydonini hisoblash imkoniyatiga ega bo'lamiz. Ikkita misol keltiramiz.

To'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydoni. Qandaydir yupqa tokli o'tkazgich to'g'ri qismga ega bo'lsin. Ana shu to'g'ri chiziqli qism hosil qilgan magnit maydon induksiyasini hisoblaymiz. Maydonning qaralayotgan nuqtasidan o'tkazgichgacha

bo'lgan masofani dx bilan belgilaymiz, o'tkazgich bo'ylab koordinatani 0 nuqtadan boshlab X o'qini o'tkazamiz.

Koordinatasi x va uzunligi $dl=dx$ bo'lgan o'tkazgich tok elementining A nuqtada hosil qilgan magnit induksiya vektori Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra:

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{Idx \sin \alpha}{r^2} \quad (48.1)$$

ga teng bo'ladi.

(47.2) va Parma qoidasidan foydalanilsa, o'tkazgichning barcha kichik elementlari hosil qilgan $d\vec{B}$ vektorlari bir hil yo'nalishga, chizma orqasi tomon yo'nalgan bo'ladi va (+) bilan belgilanadi. Shuning uchun yiG'indi vektor $\vec{B}$ ham shu yo'nalishga tomon bo'ladi, uning absolyut miqdori barcha $d\vec{B}$ larning absolyut miqdorlarining yiG'indisiga teng bo'ladi, ya'ni quyidagi aniq integral bilan ifodalanadi:

$$B = \int dB = \int \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \sin \alpha dx}{r^2} \right) \quad (48.2)$$

Bu integralni hisoblash uchun o'zgaruvchi α ni r va dx orqali ifodalash kerak.

73-rasmdan ko'rinadiki, $x=bctg(\pi-\alpha)=bctg\alpha$, buni differensiallasak, $dx=bd\alpha/\sin^2\alpha$ ni hosil qilamiz. r uchun esa $r=b/\sin(\pi-\alpha)=b/\sin\alpha$. Bularni (48.2) ga qo'ysak, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

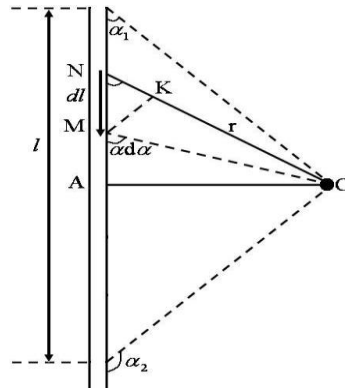
$$B = \int dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \int \sin \alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \quad (48.3)$$

bu yerda α_1 va α_2 lar α ning chegaraviy qiymatlari bo'lib, To'G'ri chiziqli o'tkazgichning oxirlariga to'G'ri keladi. Ideal holda cheksiz uzunlikdagi To'G'ri chiziqli o'tkazgich uchun $\alpha \rightarrow 0$ va $\alpha_2 \rightarrow \pi$ bo'ladi, u vaqtda (48.3) formula quyidagicha ko'rinishga keladi:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \quad (48.4)$$

To'G'ri chiziqli cheksiz uzunlikdagi o'tkazgichning magnit induksiya chiziqlarining manzarasi esa 2 a rasmda ko'rsatilgan.

Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha C nuqtada o'tkazgichning elementar qismi dl tomonidan hosil qilingan magnit induksiyasi (5-rasm) quyidagiga teng:



5-rasm

$$dB = \mu\mu_0 \frac{Idl \sin \alpha}{4\pi r^2} \quad (48.5)$$

Mazkur holda C nuqtada vektor perpendikulyar yoʻnalgan. Xuddi shunday yoʻnalishga oʻtkazgichning boshqa elementlari hosil qilgan magnit induksiya vektori ham ega boʻladi. Bu esa (48.5) dagi vektorni yiGʻindi algebraik ifoda bilan almashtirishga imkon beradi.

Shunday qilib, C nuqtada l tokli oʻtkazgich tomonidan hosil qilingan yiGʻindi induksiyaning topish uchun (48.5) ifodaning yiGʻindisini olish kerak, yoki integrallash kerak. Buning uchun r va dl ni α oʻzgaruvchi orqali ifodalaymiz. Rasmdagi ANC uchburchakdan

$$NC = r = \frac{r_0}{\sin \alpha}, \quad (48.6)$$

Bu yerda r_0 – C nuqtadan oʻtkazgich yoʻnalishiga tushirilgan perpendikulyarning uzunligi.

MNK uchburchakdan quyidagini topamiz

$$dl = \frac{MK}{\sin \alpha} \quad (48.7)$$

dl juda kichik boʻlgani uchun, $CM=CK=r$ deb olish mumkin. Shuning uchun

$$MK = r d\alpha = \frac{r_0}{\sin^2 \alpha} d\alpha \quad (48.8)$$

r va dl ning qiymatlarini (48.5) formulaga qoʻysak,

$$dB = \mu_0 \mu \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha \quad (48.9)$$

C nuqtada l uzunlikdagi tokli oʻtkazgichning hosil qilgan magnit maydon induksiya quyidagicha boʻladi:

$$B = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \mu\mu_0 \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha = \mu\mu_0 \frac{I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha d\alpha, \quad (48.10)$$

Bu yerda α_1 va α_2 - oʻtkazgich boshlanGʻich va oxirgi uchlaridan C nuqtaga oʻtkazilgan radius-vektorlar bilan oʻtkazgichning yoʻnalishi orasidagi burchaklar.

Keyingi ifodani integrallasak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$B = \mu\mu_0 \frac{J}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2), \quad (48.11)$$

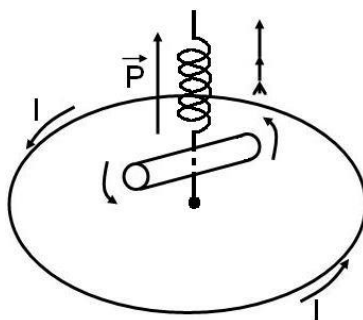
Agar o‘tkazgich cheksiz uzun bo‘lsa ($l \rightarrow \infty$), u holda $\alpha_1 \rightarrow 0, \alpha_2 \rightarrow 180^\circ$ bo‘ladi. U vaqtda $(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \rightarrow 2$. U holda formula (48.11) quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$B = \mu\mu_0 \frac{I}{2\pi r_0} \quad (48.12)$$

Aylanma tokning magnit maydoni. Yopiq tokli o‘tkazgichning magnit moment vektorini $\vec{P}$ orqali ifodalash qulaydir, uning kattaligi yassi kontur bo‘lgan holda tok kuchi I ning kontur yuzasi S ga ko‘paytmasiga teng bo‘ladi:

$$\vec{P} = I * S \quad (49.1)$$

Uning yo‘nalishi kontur tekisligiga perpendikulyar bo‘lib, Parma qoidasi bilan bo‘G‘lagandir. Agar Parma dastasini tok yo‘nalishi bilan aylantirsak, uning ilgarilanma harakati $\vec{P}$ vektorining yo‘nalishini aniqlaydi (6-rasm).



6-rasm

Endi aylana ko‘rinishdagi tokli kontur hosil qilgan magnit induksiyasini topamiz, soddalik uchun kontur o‘qida yotgan nuqtani qaraymiz. O‘ramning radiusini R bilan, tok kuchini I bilan, o‘ram tekisligidan maydon qaralayotgan nuqttagacha bo‘lgan masofani r bilan belgilaymiz.

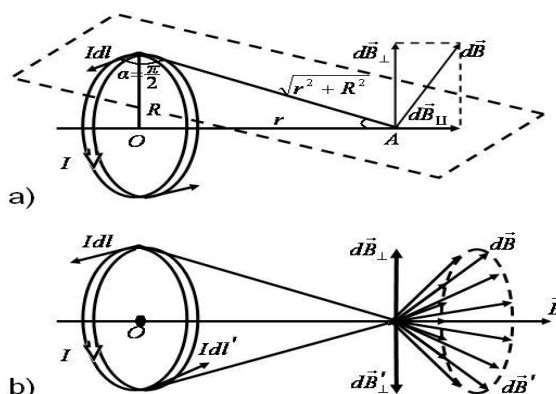
Alohida tok elementi Idl tomonidan hosil qilingan induksiya vektori $d\vec{B}$, (48.3) ga asosan tok elementi va uni kuzatish nuqtasi bilan qo‘shuvchi kesma hosil qilgan tekislikka perpendikulyar bo‘ladi (7a)- rasm) bu tekislik punktir bilan tasvirlagan) $d\vec{B}$ vektorining absolyut qiymati $dB = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi(r^2 + R^2)}$, tok elementidan kuzatish nuqtasigacha

bo‘lgan masofa $\sqrt{r^2 + R^2}$ ga teng, $\sin \alpha = 1$, chunki $\alpha = \pi/2$ ga teng. Ko‘rsatish mumkinki, barcha o‘ram elementlari tomonidan hosil qilingan vektorlar $d\vec{B}$ konus toki bo‘yicha joylanadi (4b rasm). Bu vektorlarni qo‘shish uchun ulardan har birini ikkita tashkil etuvchi: $d\vec{B}_\parallel$ kontur o‘qiga parallel va $d\vec{B}_\perp$ o‘qqa perpendikulyar tashkil etuvchilar yiG‘indisidan iborat bo‘ladi (4a)- rasm). Qo‘shilganda $d\vec{B}_\perp$ tashkil etuvchilar o‘zaro bir birini yo‘qotadi, chunki $d\vec{B}_\perp$ va $d\vec{B}_\perp$ bir biriga diametral qarama-

qarshi bo'lgan tok elementlari Idl va Idl kattaligi jixatidan teng va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshidir (7 b rasm).

Shunday qilib, izlanayotgan vektor $\vec{B}$ barcha $\vec{B}_{\perp}$ lar yig'indisi orqali aniqlanadi, demak, u o'ram o'qi bo'yicha yo'naladi va $B = \int \alpha dB_{\perp}$ kattalikka ega bo'ladi. $d\vec{B}_{\perp}$ kattalikni uchburchaklarning o'xshashligidan (7 b) -rasm) hisoblash mumkin: $\frac{dB_{\perp}}{B} = \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}}$, bundan $dB_{\perp} = B \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$. Bu ifodani o'ramning barcha elementlari orqali integrallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$B = \int dB_{\perp} = \int \frac{\mu_0 Idl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I 2\pi R^2}{4\pi (r^2 + R^2)^{3/2}} \quad (49.2)$$



7 -rasm

$I\pi R^2 = P$ - o'ramning magnit momentini hisobga olib, oxirida qo'yidagiga ega bo'lamiz:

$$B = \frac{2\mu_0 P}{4\pi (r^2 + R^2)^{3/2}} \quad (49.3)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, maydon kontur markazida ($r=0$) maksimal bo'lib, masofa oshishi bilan kamayib boradi.

Juda uzoqda joylashgan nuqtalar uchun R^2 ni r^2 ga nisbatan tashlash mumkin, natijada quyidagi taqribiy formulani olamiz:

$$B = \frac{2\mu_0 P}{4\pi r^3} \quad (49.4)$$

Ko'rsatish mumkinki, bu formula istalgan shakldagi kontur uchun o'rinlidir. Shuni eslatib o'tamizki, bu dipolning elektr maydon kuchlanganligi kabi bo'ladi. Dipol bilan tokli konturning analogiyasi tasdiqlandi va tashqi maydonlar bir xil xarakterga ega bo'ladi (4-rasm).

Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'siri. Bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan ACDE tokli ramkaga ta'sir etuvchi kuchni hisoblaymiz. Ramka

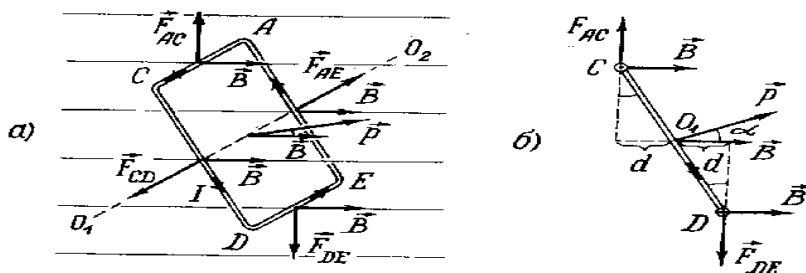
tomonlari $AC=DE=a$ va $CD=EA=b$. Undagi tok kuchi I va ramka shunday yoʻnalganki, AC va DE tomonlari magnit induksiya chiziqlariga perpendikulyardir. Ramkaning magnit moment vektori $\mathbf{P}$ magnit maydon induksiyasi vektori $\vec{B}$ bilan α burchak hosil qiladi. Ramka tomonlariga taʼsir qilayotgan kuchlarni (55.2) bilan aniqlaymiz. Ramka tomonlariga taʼsir qilayotgan kuchlarning yoʻnalishini hisobga olsak, uning absolyut kattaliklari mos ravishda quyidagiga teng:

$$F_{AC}=F_{DE}=IaB\sin\pi/2=IaB$$

$$F_{CD}=IbB\sin(\pi/2-\alpha)=IbB\cos\alpha \quad (56.1)$$

$$F_{EA}=IaB\sin(\pi/2+\alpha)=IbB\cos\alpha=F_{CD}$$

Bularning yoʻnalishi 91-rasmda koʻrsatilgan



8-rasm

Shuni qayd etamizki, YiG' indi kuch nolga teng, chunki kuchlar kattaligi jihatdan teng va yoʻnalishi jihatdan qarama-qarshidir:

$$F_{AC}+F_{DE}+F_{DC}+F_{EA}=0 \quad (56.2)$$

Demak, ramkaning massa markazi qoʻzgʻalmas boʻlib qoladi, agar u dastlab qoʻzgʻalmas boʻlgan boʻlsa. Endi O_1 O_2 oʻqqa nisbatan kuch momentini hisoblaymiz. (Ramka tomonlari AC va DE ga parallel oʻtgan oʻqqa nisbatan) M_{AC} , M_{DE} , M_{CD} va M_{EA} larning absolyut qiymatlarini $M=F_{\perp}d$ formulaga asosan hisoblaymiz, bu yerda $F_{\perp}$ kuchning tekislikka perpendikulyar boʻlgan oʻqqa proyeksiyasi, d -uning yelkasi. F_{CD} va F_{EA} kuchlar oʻq boʻylab yoʻnalgani uchun uning perpendikulyar proyeksiyalari nolga teng boʻladi, $M_{CD}=M_{EA}=0$ va F_{AC} hamda F_{DE} kuchlar oʻqqa perpendikulyar boʻlgan tekislikda yotadi. Ular bir xil absolyut kattalikka (56.1) ega boʻladi va yelkalari $d=bsin\alpha/2$ (91b)-rasm). Shuning uchun $M_{AC}=M_{DE}=IaB \sin\alpha/2$. Bu momentlar bir xil yoʻnalishda taʼsir qiladi (91-rasm, ikkala moment ramkani soat strelkasiga teskari yoʻnalishda aylantiradi). YiG' indi momentning absolyut qiymati ular momentlar absolyut qiymatlari YiG' indisiga teng:

$$M=M_{AC}+M_{DE}=2M_{AC}=IabB\sin\alpha \quad (56.3)$$

$a*b=S$ boʻlgani uchun, S -ramka yuzasi, $I*S=P$ ramkaning magnit momenti u vaqtda $M=PB \sin\alpha$.

Kuch momentini vektor shaklda yozsak:

$$\mathbf{M}=[\mathbf{PB}] \quad (56.4)$$

Isbot qilish mumkinki, bu formula ixtiyoriy shakldagi tokli kontur uchun o‘rinlidir va u istalgan o‘q va istalgan nuqta uchun kuch momentini aniqlaydi.

Kuch momenti (56.4) ramkani turG‘un muvozanat holatga qaytarishga harakat qiladi, chunki magnit momenti $\vec{P}$ magnit induksiya $\vec{B}$ bo‘ylab yo‘nalgandir. (Ko‘rsatish mumkinki, $\vec{P}$ va $\vec{B}$ antiparallel bo‘lgan holatda, turG‘un holat bo‘lmaydi, aksincha turG‘unsiz). Bulardan tashqari, kontur maydon tomonidan deformatsiyalovchi ta’sirga ega bo‘ladi. Shunday qilib, tokli konturning magnit maydonida harakati dipolning elektr maydonida harakatiga o‘xshashdir.

Lorents kuchi. Biz ko‘rdikki, magnit maydoni tomonidan tokli o‘tkazgichga kuch ta’sir qilar ekan. Bu kuchlarning kelib chiqishi qanday? Ma’lumki, elektr toki zaryadlarning yo‘naltirilgan harakati, shuning uchun aytish mumkinki, magnit maydoni shu maydonda harakat qiluvchi har qanday elektr zaryadga qandaydir kuch bilan ta’sir qiladi. Bu vaqtda o‘tkazgichga ta’sir qiluvchi kuch - undagi tok tashuvchilarga ta’sir etuvchi yiG‘indi kuchdir.

Alohida tok tashuvchiga ta’sir qiluvchi kuchni hisoblaymiz. Uzunligi dl bo‘lgan tokli o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuch (55.1) bilan aniqlanadi. Tok elementi Idl dan va formuladan foydalanib, tok zichligiga o‘tkazamiz. U vaqtda $Idl = qn_0 \mathcal{S} dl$. Bu yerda S - o‘tkazgich ko‘ndalang kesim yuzasi, q - tok tashuvchi zaryadi n_0 tok tashuvchilar konsentrasiyasi, $\mathcal{S}$ - yo‘naltirilgan harakat tezligi, musbat tok tashuvchilarning harakat tezligi yo‘nalishi va tok kuchi mos kelgani uchun keyingi tenglikni vektor ko‘rinishda yozish mumkin.

$$Idl = qn_0 \mathcal{S} dl \quad (57.1)$$

Bu ifodani (55.1)ga qo‘ysak, $dF = qn_0 \mathcal{S} dl [\mathcal{S} \times B]$ bo‘ladi. dF kuchni qaralayotgan o‘tkazgich elementidagi tok tashuvchilar soni n_0 Sdl bo‘lsak, bitta tok tashuvchiga ta’sir qiluvchi f kuchni topgan bo‘lamiz:

$$\vec{f} = \frac{dF}{n_0 S dl} = q [\vec{\mathcal{S}} \times \vec{B}] \quad (57.2)$$

Shunday kuch magnit maydonida harakat qiluvchi har qanday zaryadlangan zarrachaga ta’sir qiladi. Bunga Lorents kuchi deb aytiladi va quyidagicha yoziladi:

$$\vec{f} = q [\vec{\mathcal{S}} \times \vec{B}] \quad (57.3)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, Lorents kuchi magnit induksiyaga va tezlikka perpendikulyar bo‘lib, uning absolyut qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f = q \mathcal{S} B \sin \alpha \quad (57.4)$$

bu yerda α - tezlik vektori bilan induksiya vektori orasidagi burchak.

Lorents kuchining zaryad tezligiga perpendikulyarlik shartidan zaryadning doimiy magnit maydonida harakati haqida ba’zi bir xulosalar kelib chiqadi. Birinchidan, $\vec{f} \perp \vec{\mathcal{S}}$ dan kelib chiqadiki, Nyuton ikkinchi qonuni bo‘yicha tezlanish $\vec{a} \perp \vec{\mathcal{S}}$, shuning uchun ham tezlikning ozgina o‘zgarishi $d\mathcal{S} = a dt$ ham perpendikulyar bo‘ladi. Bu shuni bildiraki, Lorents kuchi tezlik kattaligini o‘zgartirmaydi, balki faqat uning yo‘nalishini

o'zgartiradi. Shunga ko'ra, zaryad doimiy magnit maydonida harakat qilganda uning kinetik energiyasi doimiy qoladi. Bu xulosaga boshqacha yo'l bilan ham erishish mumkin, Lorents kuchining bajargan ishi nolga teng, chunki u tezlikka perpendikulyar, demak Lorents kuchi siljishga perpendikulyar bo'lgani uchun ish bajarmaydi.

Xoll effekti. 1880 yilda Amerika fizigi, E. Xoll quyidagicha tajriba o'tkazdi. M metall plastinkadan doimiy tok I yuborib, A va C nuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasini o'lchadi. Bu nuqtalar o'tkazgich M ning bitta ko'ndalang kesimida yotgani uchun, $\Delta\varphi = 0$ bo'ladi. Tokli plastinkani bir jinsli magnit maydoniga joylashtirganda, A va C nuqtalarning potentsiallari turlicha bo'lganini ko'ramiz. Bu hodisaga Xoll effekti degan nom berildi. Tajriba natijalari bo'yicha aniqlandiki, A va C nuqtalar o'rtasidagi potentsiallar ayirmasi tok kuchi I, magnit maydon induksiyasi $\vec{B}$ ga to'G'ri proporsional bo'lib, plastinka qalinligi b ga teskari proporsional ekanligi aniqlandi, ya'ni:

$$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_C = R \frac{IB}{b} \quad (59.1)$$

bu yerda R - Xoll doimiysi.

Keyingi tekshirishlar ko'rsatdiki, Xoll effekti barcha o'tkazgich va yarim o'tkazgichlarda kuzatiladi. Tokning va magnit maydonining yo'nalishini o'zgartganda potentsiallar ayirmasi $\Delta\varphi$ ning ham ishorasi o'zgarishi aniqlandi. Xoll doimiysi materialning xossasiga bo'G'liq bo'lib, u ba'zi moddalar uchun musbat, boshqalari uchun manfiy bo'ladi.

Xoll effektini quyidagicha tushuntirish mumkin. M plastinkada tok kuchi I, tok tashuvchi q larning tartibli harakati tufayli vujudga keladi. Agar zaryadning konsentrasiyasi n_0 , o'rtacha tezligi v bo'lsa, tok kuchi I quyidagicha bo'ladi:

$$I = q \vartheta_x n_0 S = q \vartheta_x n_0 ab \quad (59.2)$$

bu yerda $S=ab$ - plastinkaning ko'ndalang kesimi yuzasi, ϑ_x - tezlik vektori ϑ ning OX o'qi bo'yicha preksiyasi. Agar tokni hosil qiluvchi zarracha zaryadi $q>0$ bo'lsa, u vaqtda tezligi ϑ ning yo'nalishi tok kuchi yo'nalishi bilan mos keladi va $\vartheta_x = \vartheta$ bo'ladi. Agar zaryad $q<0$ bo'lsa u vaqtda zarracha tezlik ϑ tok zichligi vektori $\mathbf{j}$ ga qarama-qarshi bo'ladi va $\vartheta_x = -\vartheta < 0$ bo'ladi.

Ma'lumki, harakatdagi zaryadga magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi Lorents kuchi $F_x = q[v \times B]$ zarrachani plastinkaning yuqori yoqiga buradi. Shunday qilib, yuqori yoqda q zaryadlar ortiqchaligi paydo bo'ladi, pastki yoqda esa, ularning yetishmovchiligi paydo bo'ladi. Ko'ndalang elektr maydoni tomonidan zaryad q ga ta'sir qiluvchi qE kuch, Lorens kuchining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Tok turG'un holga kelganda bu kuchlar bir birini muvozanatlaydi:

$$qE = -q[v \times B]$$

Bu ifodada zaryad q larning qisqarishi natijasida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E = -[\nu \times B] \quad (59.3)$$

$\vec{E}$ vektor OZ o'q bo'yicha yo'nalgan, $\vec{g}$ va $\vec{B}$ vektorlar o'zaro perpendikulyar. Shuning uchun $\vec{E}$ ning OZ o'qqa proyeksiyasi

$$E_z = -g_x B \quad (59.4)$$

Shunga mos ravishda A va C nuqtalar o'rtasidagi potentsiallar ayrimasi ham

$$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_C = -\int E_z dz = g_x B_a a$$

Bunga (59.2) ifodadan g_x ning qiymatini qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\Delta\varphi = \frac{1}{qn_0} \frac{IB}{b} \quad (59.5)$$

$R = \frac{1}{qn_0}$ belgilasak, Xoll potentsiallar ayirmasi quyidagicha ko'rinishga keladi

$$\Delta\varphi = R \frac{IB}{b} \quad (59.6)$$

R – Xoll doimiysi.

12-mavzu: Elektromagnit induksiya hodisasi.

Reja:

1. Faradey tajribalari. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
2. Lens qoidasi. O'zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Fuko toklari.
3. Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar. O'zaronduksiya. Transformatorlar.
4. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi. Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiya.
5. Magnit maydon oqimi. Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.

Magnit oqimi

Magnit induksiya vektori oqimi yoki magnit oqimi deb, kichik yuzacha dS orqali o'tuvchi, $\vec{B}$ vektorining $\vec{B}_n$ normal bo'yicha proyeksiyasining shu yuzaga ko'paytmasi bilan aniqlanadigan fizik kattalikka aytiladi:

dS yuzachadan o'tgan magnit induksiya chiziqlarining elementar oqimi quyidagicha aniqlanadi:

$$d\Phi_m = B_n dS = B dS \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B_n dS \quad (60.1)$$

bu yerda $dS = n dS$ - yuzacha vektor. Bu ifodani S bo'yicha integrallasak,

$$\Phi_m = \int B_n dS \quad (60.2)$$

bu yerda Φ_m - ixtiyoriy S sirt orqali o'tuvchi magnit oqimi. Agar maydon bir jinsli bo'lsa, sirt S yassi va maydonga perpendikulyar joylashgan bo'ladi, u vaqtda

$$\vec{B}_n = \vec{B} = \text{const va } \Phi_m = \vec{B} * S \quad (60.3)$$

Keyinchalik ko'ramizki, magnit oqimi magnit maydonlarining o'zaro ta'siri bilan boG'liq hodisa bo'lib, elektromagnit induksiya hodisalarida juda keng qo'llaniladi. Shuning uchun ham magnit oqimi elektromagnetizmda ishlatiladigan asosiy kattaliklardan hisoblanadi.

Formula (58.3) ifodadan magnit oqimining o'lchov birligini keltirib chiqarish mumkin. XB sistemasida magnit oqimi veber (Vb) bilan o'lchanadi:

$$1\text{Bb} = 1\text{Tl} * \text{m}^2$$

SGSM sistemasida - maksvell (mks) bilan o'lchanadi.

$$1\text{mks} = 1\text{Gs} * 1\text{m}^2$$

$$1\text{Tl} = 10^4\text{Gs}, 1\text{m}^2 = 10^4\text{sm}^2 \text{ bo'lgani uchun } 1\text{Vb} = 10^8\text{mks}$$

Elektrodinamikadagi Gauss teoremasini magnit maydoni uchun quyidagi teorema ko'rinishida isbot qilindi. Ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan magnit oqimi nolga teng:

$$\int \vec{B} dS = 0 \quad (60.4)$$

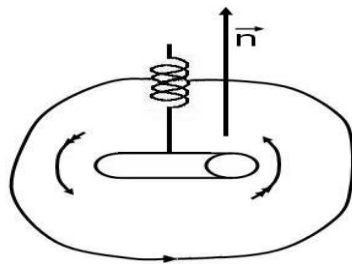
Elektromagnit induksiya hodisasi. Bu hodisaning mohiyati quyidagichadir. Magnit induksiya oqimi Φ yopiq o'tkazgich bilan chegaralangan sirt orqali o'zgarganda, o'tkazgichda EYUK paydo bo'ladi, uning kattaligi oqim o'zgarishining teskari ishora bilan olingan qiymatiga tengdir:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (61.1)$$

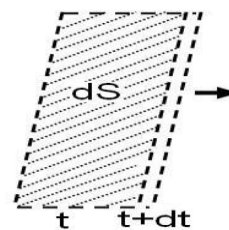
Oqimning umumiy tarifiga ko'ra magnit induksiya oqimining S sirt orqali qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Phi = \int B_n dS \quad (61.2)$$

Magnit induksiya oqimining ulchov birligi XB sistemasida "Veber" (Vb) $1\text{Vb} = 1\text{Tl} * \text{m}^2$. Oqimning ishorasi normal yo'nalishining tanlab olinishiga, EYUK ishorasi esa o'tkazgichni o'rab olish yo'nalishiga boG'liq. Bu yo'nalishlar bir biri bilan parma qoidasiga asosan moslashtiriladi: parmaning dastasini aylantirganda (tegishli tanlab olingan yo'nalish bo'yicha) u o'tkazgichni o'rab olish yo'nalishi bilan mos keladi, ya'ni parmaning ilgarilanma harakati normalning yo'nalishini bildiradi (97-rasm).



97-rasm



98-rasm

Bu holda, misolda ham aniq ko'rsatish mumkinki, formula (61.1) dagi manfiy ishorasi Lens qonunining mohiyatini aks ettiradi, ya'ni induksion tok shunday yo'nalganki, u o'zining harakati bilan hosil qilgan sababga to'sqinlik qiladi. Induksiya EYUK yopiq bo'lmagan o'tkazgichda ham hosil bo'ladi, agar uni magnit maydonida harakat qildirsa, uni aniqlash uchun ham (61.1) formuladan foydalanish mumkin, faqat bu yerda $d\Phi$ ni dS sirtidan dt vaqt ichida o'tgan oqim deb tushunish kerak (98-rasm).

Yana shuni qayd etib o'tamizki, induksion toklar juda yupqa yopiq o'tkazgichlarda hosil bo'lishidan tashqari, balki massiv yaxlit o'tkazgichlarda ham hosil bo'ladi, bunday toklarni Fuko toklari deb aytiladi.

Bu yopiq induksion toklarning manzarasi juda murakkab bo'lishi mumkin, lekin Lens qonunidan foydalanib, ularning yo'nalishlari haqida sifat jihatdan xulosalar qilish mumkin. Aniqlash qiyin emaski, G'altak o'zaklarida hosil bo'lgan induksion tok chiziqlari (o'zgaruvchan tok o'tayotganda) G'altak o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotadi.

Elektromagnit induksiya hodisasining xususiy holi sifatida o'zinduksiya va o'zaro induksiya hodisalarini qaraymiz.

O'zinduksiya va o'zaro induksiya hodisasi. I tok kuchi o'tayotgan yopiq o'tkazgichni qaraymiz. Bu tok atrofida magnit maydonini hosil qiladi, ko'rsatish mumkinki, bu S sirt orqali o'tgan magnit oqimi Φ tok kuchiga proporsionaldir:

$$\Phi = LI \quad (62.1)$$

Bu yerda L proporsionallik koeffisienti bo'lib, o'tkazgichning geometrik xossasiga: uning o'lchami va shakliga, shuningdek materialning holatiga va xossasiga bog'liq bo'lib, uni o'tkazgichning induktivligi deyiladi va (62.1) ifodadan aniqlanadi. XB sistemasida "genri" bilan o'lchanadi:

$$L = \frac{\Phi}{I}, \quad 1Gn = \frac{1Vb}{1A} \quad (62.2)$$

Agar o'tkazgichda tok kuchi vaqt bo'yicha o'zgarsa, u vaqtda (62.1) ga ko'ra oqim Φ ham o'zgaradi. Demak, elektromagnit induksiya hodisasiga ko'ra (61.1) o'tkazgichda EYUK hosil bo'ladi. O'tkazgichda EYUK ning hosil bo'lishi, shu o'tkazgichda tok kuchining o'zgarishidan hosil bo'lish hodisasiga o'zinduksiya hodisasi deyiladi. O'zinduksiya kattaligi (62.2) ni hisobga olsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{LdI}{dt} \quad (62.3)$$

L ni doimiy kattalik desak, o'zinduksiya EYUK quyidagicha bo'ladi:

$$\varepsilon_s = -\frac{LdI}{dt} \quad (62.4)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, o'zinduksiya EYUK o'tkazgichning induktivligiga proporsionaldir. Agar induktivlik ko'p o'ramdan iborat bo'lsa (solenoid) har bir o'ramdagi EYUK bir xil yo'nalishga ega bo'ladi, to'la o'zinduksiya EYUK ning absolyut qiymati ularning arifmetik yiG'indisiga teng bo'ladi.

Uzun solenoidning induktivlik formulasini chiqaraylik. Solenoid uzunligini l bilan, ko'ndalang kesim yuzasini S bilan, solenoid uzunlik birligiga to'G'ri kelgan o'ramlar soni n_0 -bo'lsin, u holda (62.1) formuladan $L = \frac{\Phi}{I}$ kelib chiqadi. Solenoid bir jinsli magnetik bilan to'ldirilgan deb hisoblaymiz va uning magnit singdiruvchanligini μ bilan belgilaymiz. Bitta o'ram yuzasidan o'tgan oqim:

$$\Phi_1 = BS = \mu B_0 S = \mu \mu_0 n_0 IS \quad (62.5)$$

Barcha o'ramlar $N=n_0l$ dan o'tgan yiG'indi oqim:

$$\Phi = \Phi_1 n_0 l = \mu \mu_0 n_0^2 ISl \quad (62.6)$$

Bu ifodani tok kuchi I ga bo'lsak, solenoidning induktivlik koeffisienti quyidagiga teng bo'ladi:

$$L = \mu \mu_0 n_0^2 Sl \quad (62.7)$$

Endi I_1 va I_2 tok kuchi oqayotgan konturni qaraymiz. O'zinduksiya hodisasiga asosan aniqlaymizki, birinchi konturdagi I_1 tok kuchi S_2 sirt orqali ikkinchi konturda S_2 yuzadan o'tgan Φ_2 magnit oqimini hosil qiladi va u I_1 tok kuchiga proporsional bo'ladi

$$\Phi_2 = L_{21} I_1 \quad (62.8)$$

O'z navbatida ikkinchi konturdagi tok kuchi I_2 birinchi konturni chegaralovchi S_1 sirt orqali I_2 tok kuchiga proporsional bo'lgan Φ_1 oqimni hosil qiladi:

$$\Phi_1 = L_{12} I_2 \quad (62.9)$$

Isbot qilish mumkinki, formula (62.8) va (62.9) dagi proporsionallik koeffisientlar $L_{12}=L_{21}$ va unga o'zaro induktivlik deyiladi va u ikkala konturning geometrik xossasiga hamda ularning o'zaro joylashishiga boG'liq bo'ladi. Bir biriga induktiv boG'langan konturlardan birida tok kuchining o'zgarishi ikkinchisida EYUK hosil

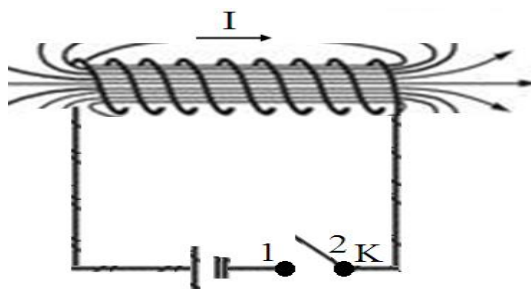
qilishiga o‘zaro induksiya hodisasi deyiladi. Birinchi va ikkinchi konturlardagi o‘zaro induksiya EYUK larni topamiz, buning uchun (62.8) va (62.9) larni (62.3) ga qo‘yamiz ($L_{12}=L_{21}=\text{const}$ deb hisoblaymiz)

$$\varepsilon_{1S} = -\frac{L_{12}dI_2}{dt} \quad (62.10)$$

$$\varepsilon_{2S} = -\frac{L_{21}dI_1}{dt} \quad (62.11)$$

O‘zaro induksiya hodisasi elektrotexnika va radiotexnikada (tranzistorlar, generator, radioqurilmalarda) juda keng ishlatiladi.

Tokning magnit maydon energiyasi. Tok manbai, qarshilik va I miqdorda tok kuchi o‘tayotgan induktiv G‘altakdan iborat doimiy tok zanjirini qaraymiz. Faraz qilamizki, qandaydir vaqt davomida tashqi kuchlar manbai zanjirdan uzilgan bo‘lsin.



101-rasm

101-rasmda bu kalit “K” ning 1-holatdan 2-holatga bir lahzada o‘tkazilishidir.

O‘zinduksiya hodisasi tufayli zanjirda tok birdan yo‘qolmaydi, sababi o‘zinduksiya EYUK Lens qonuniga ko‘ra tok kuchining birdan kamayishiga to‘sqinlik qiladi. Tok yo‘qolgan paytida qarshilikda issiqlik ajralib chiqadi, bu ish zanjirda bajarilgan ishga teng bo‘ladi. Elektrostatik kuchlarning zaryadni yopiq kontur bo‘yicha ko‘chirishda bajargan ishi nolga teng bo‘lgani uchun butun ish o‘zinduksiya EYUK ni hosil qilgan tashqi kuchlar tomonidan bajariladi. Shu ishni hisoblaymiz. Juda kichik vaqt dt oraliG‘ida tok kuchi va EYUK ning qiymatini o‘zgarmas deb qarash mumkin, u holda (62.4) ga ko‘ra tashqi kuchlarning bajargan ishi $dA = \varepsilon_{ind}dq$ teng bo‘ladi. Bu yerda dq zaryad dt vaqt ichida o‘tuvchi zaryad bo‘lib, $dq=Idt$ ga tengdir. Buni e‘tiborga olib va (62.4) ga asosan quyidagiga ega bo‘lamiz: $dA = -LIdI$ (63.1)

To‘la ishni topish uchun tokning I qiymatidan 0 gacha bo‘lgan oraliqda bajarilgan barcha ishlarning yiG‘indisini olamiz, ya’ni yuqoridagi ifodani integrallaymiz:

$$A = \int -LIdI = \frac{LI^2}{2} \quad (63.2)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, bu ish tokli G altakning energiyasi W ni aniqlaydi:

$$W = \frac{LI^2}{2} \quad (63.3)$$

Elektromagnetizmning umumiy nazariyasidan kelib chiqadiki, bu energiyani solenoid magnit maydon energiyasiga tegishli ekanligi kelib chiqadi. Bu formulani solenoidning magnit induksiyasi orqali ifoda qilish mumkin. Ma'lumki, $B = \mu\mu_0 H$ ga teng bo'lib, $H = n_0 I$ ekanligini hisobga olsak, magnit induksiya quyidagiga teng bo'ladi

$$B = \mu\mu_0 n_0 I \quad (63.4)$$

Bundan tok kuchini topamiz:

$$I = \frac{B}{\mu\mu_0 n_0} \quad (63.5)$$

Buni hisobga olsak va (62.6) dagi L ning va (63.5) dagi I ning qiymatlari (63.3) ifodaga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{B^2 V}{2\mu\mu_0} \quad (63.6)$$

bu yerda $V = Sl$ -solenoid hajmi. Energiya W ni hajm V ga bo'lsak, energiya zichligi ω , ya'ni hajm birligidagi energiyani topamiz. Magnit induksiya bilan magnit maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanishni hisobga olsak, magnit maydon energiya zichligi uchun boshqa ifoda kelib chiqadi:

$$\omega = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{BH}{2} \quad (63.7)$$

Doimiy va bir jinsli maydon uchun o'rinli bo'lgan bu formula magnit maydon energiya zichligini aniqlashning umumiy ko'rinishidir.

13-mavzu: Moddalarning magnit xususiyatlari.

Reja:

1. Magnit maydoni va uning asosiy xossalari. Moddalarning magnit xossalari
2. Magnit maydon induksiyasi. Moddadagi magnit maydon. Molekulyar toklar.
3. Magnitlanish vektori. Muhitlardagi magnit maydon uchun to'la tok qonuni.
4. Magnetiklarning turlari. Diamagnetiklar. Paramagnetiklar. Ferromagnetiklar.

Magnit qutblari. Magnit qutblari uchun Kulon qonuni. Magnit kuchlarining elektr kuchlaridan oldin kashf qilinishiga tabiatda Yer magnit maydonini oson payqashga imkon beradigan moddalar– «tabiiy magnitlar»ning mavjudligi sabab bo'ldi. Magnit xossalarga ega bo'lgan ruda–*magnetit* (boshqacha «magnit temirtak») qadim zamonlardayoq topilgan edi. Bu ruda asosan temir kuporosi-oksidi $FeO \cdot Fe_2$ dan

iborat. Magnetitning xossalari—bu ruda bo‘laklarining bir-birini tortishi, ularning temirni, po‘latni tortishi va magnetitlar tekkan po‘lat buyumlarda magnit xossalariining saqlanishi (po‘latning magnitlanishi) kishilar tomonidan sezilmay qolmadi. Magnetit sterjencha yoki magnitlangan po‘lat o‘G‘irlik markazidan o‘tuvchi o‘qdan osilganida har doim deyarli meridian bilan mos keladigan yo‘nalishda burilib qolishi ham kuzatildi. Dengizda suzishning rivoj topgan davrida bunday strelka—magnit kompaslar umumiy ravishda qo‘llanilgan edi. Magnit strelka bundan 3000 yil muqaddam ko‘hna Xitoyda yo‘nalishni aniqlash uchun qo‘llanilgan edi (atoqli kishilar sayil qiladigan aravachalarga yo‘l qanday burilishidan qat’i nazar, har doim janubga qaragan magnit ko‘rsatkichlar o‘rnatilar edi). Magnitlar o‘zaro ta’sirining aniq qonunlarini 1785 yilda Kulon elektr zaryadlarining o‘zaro ta’siri qonunlari bilan deyarli bir vaqtda kashf qilgan. Tokning magnit maydoni mavjudligini birinchi marta 1820 yilda daniyalik fizik Ersted payqagan. Shu vaktdayoq fransuz fizigi Amper magnetizm tabiati elektr zaryadlarining harakatidan iborat deb uning tabiatini aniqlagan edi. 1820 yil oxiriga kelib Bio va Savar tokning magnit maydonini aniq belgilaydigan qonun kashf kildilar. 1883 yilda Faradey va rus olimi Lens elektr va magnit energiyalarining o‘zaro bir-biriga aylanish qonunlarini aniqladilar. Moddalar magnit xossalariining mohiyati elektrdan ekani haqidagi Amper aytgan fikr faqat XX asrda eksperimental to‘liq isbotlandi va qat’iy nazariya sifatida rivojlantirildi.

Ilgari vaqtlarda fiziklar elektr maydoni bilan bo‘G‘liq bo‘lgan elektr zaryadlaridek, magnit maydoni bilan bo‘G‘liq bo‘lgan «magnit zaryadlar» yoki «magnit massalar» mavjud deb faraz qilardilar. Bu analogiya elektr zaryadlar orasidagi o‘zaro ta’sir qonunlari bilan magnit qutblari orasidagi o‘zaro ta’sir qonunlarining o‘xshashligi bilan tasdiqlangandek ko‘rinardi. Buning ustiga Kulonning ikkala qonuni ma’lum jihatdan Nyutonning butun olam tortishish qonuni bilan o‘xshashdir. Biroq, bir-biriga bo‘G‘liq bo‘lmagan holda mavjud bo‘lgan musbat va manfiy zaryadlardan farqli ravishda musbat va manfiy «magnit massalari» («shimoliy va janubiy magnetizm») ning har qanday sharoitda ham bir-biridan ajratib bo‘lmasligi dalili qadimdan ma’lum edi. Sindirilgan magnit bo‘laklari qancha bo‘lakka sindirilgan bo‘lsa ham magnitligicha qola beradi. Shuning uchun magnit massalari mavjudligi hakidagi faraziya haqiqatga yaqin bo‘lib chiqmadi va Amporning magnit xossalariini molekulyar toklar vujudga keltiradi degan farazi qiziqish tuG‘dira boshladi. Biroq o‘sha yillari «magnitostatika»ning barcha masalalarini elektrostatiikaning shunga o‘xshash masalalarini yechishga keltiruvchi matematik metodlar ishlab chiqilgani tufayli fiziklar bu metodlarning rivojlanishi, ayniqsa, sodda bayon qilinishi uchun «magnit massalari», haqidagi gipotezadan kelib chiquvchi terminologiyani qo‘llash qulay deb tushunar edilar. Qat’iy aytganda, bu terminologiyaga zaruriyat yo‘q edi, chunki bunday matematik usullardan foydalanish uchun magnit qutblari—magnit maydoni intensivligi (konsentrasiyasi) eng ko‘p bo‘lgan joylardir, degan yetarlicha

to'liq asoslangan tushunchaning o'zi yetarli edi.

Davrga xos odat kuchi tufayli magnit qutblari tushunchasi magnit maydoni manbai bo'lgan magnit massa haqidagi metafizik tasavvur bilan soxtalashtirib yuborildi. Magnetizmni bunday tushuntirish barcha o'quv qo'llanmalarida, qisman ilmiy adabiyotda ham uzoq vaqt hukm surdi. Magnit maydoni va moddalar magnit xossalari haqiqiy «manbai» hеч qanday mavjud bo'lmagan soxta magnit massalar emas, balki molekulyar toklar ekanligi aniqlanganidan so'ng eskicha tavsiflashni saqlagan holda, tegishli izohlar bera boshladilar.

Shuning uchun oxirgi paytda magnetizm haqidagi ta'limotni butunlay boshqa asoslarda qayta qurishga oid intilishlarga ajablanmasa bo'ladi. Shunga o'xshash barcha hollarda bo'lgani ka-bi, ayrim avtorlar endi, boshqa kuyga tushdilar: magnetizm haqidagi ta'limotni magnit massalari haqidagi metafizik tasavvurdan ozod qilish bilan bir yo'lakay fizikadan magnit qutblari haqidagi tushunchani ham ulotqirib tashlashga ahd qildilar. Magnetizmni eksperiment va kuzatishlarga asoslangan magnit qutblari tushunchasidan foydalanmay izohlaydigan bir necha o't-kir, biroq sun'iy, unchalik ishonch hosil qilmaydigan usullari taklif qilindi.

Magnit hodisalarini bunday izohlash o'rinli emas. **Magnit qutblari** – bu uydirma emas, reallikdir. Magnetizmni eksperimental tekshirishning butun tarixiy taraqqiyoti magnit qutblari haqidagi -tasavvurga tayanishi bejiz emas.

Shubhasiz, har qanday fizik nazariyani bayon qilishning ko'p usullarini o'ylab topish mumkin. Biroq shunday bayon qilish usuli to'g'ri bo'ladiki, u birinchidan, fizikaning haqiqiy rivojlanish yo'lini to'la yoritishi va, ikkinchidan, oddiy kuzatishlar va eksperimentlar asosida yaratilgan tushunchalarga tayangan bo'lishi kerak. Masalan, kuch tushunchasidan foydalanmagan holda mexanikani tuzib chiqish mumkin (Gers shunday qilgan edi). Yaqinda Nyuton dinamikasini nyutoncha inersiya tushunchasidan foydalanmagan holda bayon qilish taklif qilingan edi. Termodinamikani entropiya tushunchasini qo'llamasdan bayon qilish mumkin. Issiqlik hodisalari haqidagi ta'limotni issiqlik tushunchasidan foydalanmagan holda bayon qilishga doir ba'zi urinishlar ham bor va h.k. Fizikaning ayrim bo'limlarini bunday bayon qilish usullari fizikaning haqiqiy rivojlanishidan ajralib qolishi tufayli odatda o'zining samarasizligini yaqqol oshkor qilib qo'yadi, darsliklarda esa foydadan ko'ra ko'proq zarar keltiradi. Ana shu mulohazalarga ko'ra bu kursda faqat soxta magnit massalari haqidagi uydirma tasavvur chiqarib tashlangan, biroq magnit qutblari haqidagi tushuncha to'liq saqlangan.

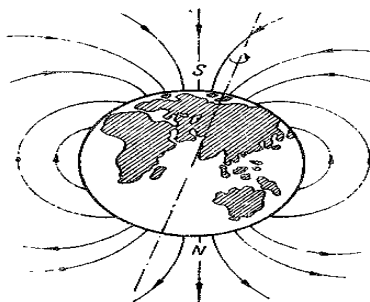
Magnit qutblari haqidagi tasavvur o'zining to'liqligi va aniqligi bilan nazariyani eksperimental dalillar bilan bog'laydi. Bunga sabab, magnit qutblari haqidagi tasavvurlarda magnit maydonining obyektiv, real xususiyatlari o'z aksini topgan. Biz tabiiy magnit bilan, sun'iy magnitlangan jism bilan, elektromagnit bilan katta yoki juda kichik magnit bilan ish ko'rishimizdan qat'i nazar, ular maydonini o'rganish

hamma vaqt maydon eng ko'p to'plangan, maydon intensivligi maksimal bo'lgan joylar borligini va bunday joy har doim albatta ikkita bo'lishini ko'rsatadi. Bu joylar ko'p jihatdan o'xshash, lekin ularning ba'zi xossalari ishora jihatdan qarama-qarshi bo'ladi. Maydon ko'proq yig'ilgan bu joylarda va unga yaqinroq yotgan sohalarda magnit maydoni energiyasining ko'proq qismi yig'ilgan bo'ladi.

Magnit qutblari—«nuqtalar» emas, ozmi - ko'pmi cho'zilgan sohalardir, lekin ba'zan taxminan ularni «nuqtalar» deb qarash mumkin. Bu yerda ham mexanikada ma'lum hollarda real jism moddiy nuqta deb qaralgani kabi, qutblar ham «nuqtalar» deb qaraladi.

Karton varaq ustiga sepilgan temir kukunlariga magnitni yaqinlashtirib ohista chertilgandagi barchaga ma'lum manzara magnit maydoni strukturasi haqida birinchi tasavvur beradi. Bu oddiy tajribada magnitlangan kukunning magnit kuch chiziqlari bo'ylab joylashishi magnit maydonini hosil qilgan materiyaning yashirin harakati mavjud ekanligidan dalolat beradi. Maydonga mitti magnit strelkalari joylashtirganimizda maydonning yanada to'laroq manzarasini hosil qilamiz, magnit strelkalarining ma'lum oriyentasiyalanishi maydon kuch chiziqlarining qutbliligini aniq ko'rsatadi, ya'ni maydon chiziG'ida manfiy va musbat yo'nalish bor ekanligini oydinlashtiradi.

Magnit strelkaning Yer magnit maydonida shimolga qaragan uchi shimoliy yoki musbat qutb, qarama-qarshi uchi janubiy yoki manfiy qutb deyiladi. Bir ismli magnit qutblari itarishishi, har xil ismli qutblari tortishishi hammaga ma'lum. Demak, Yerning shimoliy geografik qutbida uning janubiy magnit qutbi joylashgan (66-rasm). Magnit tashqarisidagi maydon kuch chiziqlari shimoliy (musbat) qutbdan uning janubiy (manfiy) qutbga yo'nalgan deb hisoblanadi, magnit ichida esa ular tutashadi.



66-rasm. Yer magnit maydonining kuch chiziqlari yo'nalishi.

To'G'ri chiziqli magnit maydonini batafsil o'rganish magnit maydoni kuch chiziqlari yiG'ilishi uning uchlarida bo'lmasdan, uchlaridan biror masofada ekanini ko'rsatdi. Magnitlangan 68 sm uzunlikdagi ingichka po'lat simda (Kulon klassik tajribalarini shunday simlar bilan o'tkazgan edi) qutblar sim uchlaridan 2 sm masofada joylashgan.

Elektr zaryadlari kattaligi zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchida namoyon bo'lganidek, magnit qutblari ham qutblarning o'zaro ta'sirida namoyon bo'luvchi qutb

kattaligi (magnetizm kattaligi) bilan xarakterlanishi Kulon tajribalarida aniqlangan. Magnit qutbi kattaligi birligi teng qutblarning uzunlik birligiga teng masofadan 1 birlik kuch bilan o‘zaro ta’sirining dinamik effekti bilan aniqlanadi. «Magnit qutbi kattaligi birligi» so‘zi qisqacha «magnetizm birligi» deb yuritiladi (bu ko‘pincha «qutb» va magnitmassa» tushunchalarini noto‘G‘ri chalkashtirishga olib keladi; qutbning real dinamik kattaligi tasavvuri beixtiyor magnetizmning qandaydir xayoliy substansiyasi bilan almashtiriladi).

«Absolyut» magnit birligi sistemasida (Gauss sistemasida) magnit qutbi kattaligi birligi qilib, vakuumda 1 sm masofadagi o‘ziga teng qutbga 1 dina kuch bilan ta’sir qiladigan magnit qutbi kattaligi olinadi, bunda, boshqa qutblar ta’siri uzoqlashtirib butunlay yo‘qotiladi (amalda esa hisoblashda e’tiborga olinadi). Agar magnit qutbi kattaligi kuchning 1 absolyut magnit birligicha bo‘lib, uning 1 sm masofadagi boshqa qutb bilan o‘zaro ta’siri 1 dina emas, m dinaga teng bo‘lsa, u holda bu ikkinchi qutb kattaligi m absolyut magnit birligiga teng ekanini bildiradi.

Magnit qutbi absolyut birligini xayoliy tasavvur qilish mumkin: 1 mm yo‘G‘onlikdagi paypoq to‘qiydigan spisa to‘yinishgacha magnitlanganda har bir magnit qutbi kattaliga taxminan 12 birlikka teng bo‘ladi.

Kulon (1785 y.) uzun ingichka magnitlarni tekshirishda magnit qutblari elektr zaryadlariga oid qonun bo‘yicha tortishishini (har xil ismli) yoki itarishishini (bir xil ismli) aniqladi, ya’ni: *ikki magnit qutblari ularning m_1 va m_2 kattaliklari ko‘paytmasiga proporsional va qutblar orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional bo‘lgan kuch bilan o‘zaro ta’sir qilishadi:*

$$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (44.1)$$

(bu yerda r – santimetrlarda ifodalangan).

Magnit qutblarining o‘zaro ta’siriga muhit ta’sir qiladi. Bu ta’sir maxsus kattalik bilan xarakterlanadi. V. Tomson taklifiga ko‘ra, bu kattalik muhitning magnit kirituvchanligi deb ataladi va μ bilan belgilanadi. Bir jinsli izotrop muhitda magnit qutblarining o‘zaro ta’sir kuchi Kulonning umumlashgan qonuni bilan aniqlanadi:

$$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{\mu r^2} \quad (44.2)$$

μ qiymati birdan katta bo‘lgan moddalar paramagnit moddalar deb ataladi; binobarin paramagnit muhitda magnit qutblarining o‘zaro ta’siri bo‘shliqdagidan kuchsiz bo‘ladi.

μ ning qiymati birdan kichik bo‘lgan moddalar diamagnit moddalar deyiladi; diamagnit muhitda magnit qutblarining o‘zaro ta’siri bo‘shliqdagidan kuchliroq bo‘ladi.

Magnit kirituvchanlik μ ning son qiymati dielektrik doimiy ε ning son qiymati singari moddaning atom tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Ko'pchilik jismlar uchun μ birdan kam farq qiladi, birning bir necha milliondan yoki bir necha mingdan bir ulushicha ko'p yoki oz bo'ladi. Faqat uch element, temir, nikel va kobalt boshqa muhitlardan keskin farq qiladi. Ular uchun μ yuz va minglar bilan ifodalanadi. Bu elementlarning magnit xossalari boshqa jihatdan ham beshqalardan farq qiladi. Bu uchta modda gruppasi (ularning eng muhim vakili — temirning nomi bilan) ferromagnit jismlar deb nom olgan. Tarkibida bu uch elementdan birortasi bo'lmagan ba'zi metall qotishmalari ham ferromagnitdirlar.

Ferromagnit moddalarda μ doimiy kattalik bo'lmasdan, magnit kuchlari kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishinigina emas, shu bilan birga maydonda ta'sir qilayotgan kuchlar kattaligini o'rganish uchun ba'zan qutblari kattaligi avvaldan o'lchangan uzun ingichka «sinash» magnitidan foydalaniladi. Bunday magnitning bir uchi maydonning o'rganiladigan sohasiga kiritiladi va «sinash» magnitining ikkinchi qutbi maydon intensiv bo'lmagan sohaga oriyentirlangan holda, magnitning o'rganilayotgan maydon sohasiga kiritilgan qutbga ta'sir qilayotgan kuch o'lchanadi.

Magnitning 1 magnit birlik kattalikdagi shimoliy qutbga ta'sir qiluvchi kuch magnit maydoni kuchlanganligi deyiladi va H bilan belgilanadi.

Kattaligi 1 absolyut magnit birligiga teng magnit qutbga 1 dina kuch bilan ta'sir qiluvchi maydon kuchlanganligi magnit maydonining absolyut birligi bo'ladi. Magnit maydoni kuchlanganligining bu birligi ersted deb nom olgan (uni e yoki Oye bilan belgilanadi).

Maydonning kuchlapganligi H ersted bo'lgan biror joyiga m absolyut birlikka teng magnit qutbini joylashtirsak, u holda bu qutbga ta'sir qiladigan kuch

$$F = mH \text{ dina} \quad (44.3)$$

bo'ladi. (m manfiy bo'lganda, ya'ni janubiy magnit qutbida kuchning ishorasi ham manfiy bo'ladi, bu esa ayni holda kuch maydon kuchlanganligi vektoriga qarama-qarshi yo'nalishda ekanligini bildiradi.)

Kulon qonunidan, m yakka magnit qutbining (masalan, ikkinchi qutbi fazoning qaralayotgan sohasidan uzoqda yotgan juda uzun ingichka magnit qutbi) qutbdan r masofadagi maydoni kuchlanganligi

$$H = \frac{m}{\mu r^2} \quad (44.4)$$

Bu formula yakka zaryadning elektr maydoni kuchlanganligini aniqlaydigan formulaga o'xshashdir. Shuning uchun magnitlar maydonini o'rganishda elektrostatiikaning ba'zi tushunchalari va matematik usullaridan foydalanish mumkin.

Masalan, magnitlangan ingichka sterjenni *dipol* deb qarash mumkin. Magnit dipol m qutbini λ masofaga ko'paytmasi magnit momenti deyiladi:

$$M_m = m \cdot \lambda$$

Bir jinsli magnit maydonida strelkani buruvchi kuch yelkasi $\lambda \sin \varphi$ va shuning uchun kuch momenti $M = H \cdot m \cdot \lambda \cdot \sin \varphi$.

Bu kattalik, elektr momenti singari, dipol o'qi yo'nalishidagi vektor hisoblanadi.

Magnit dipol bir jinsli magnit maydoniga kiritilganda (67-rasm) dipolni burgan kuchlar momenti quyidagicha bo'ladi:

$$M = H \cdot M_m \sin \varphi \quad (44.5)$$

bu yerda φ - dipol o'qining maydon yo'nalishi bilan tashkil qilgan burchagi. Dipol o'qi maydon yo'nalishiga perpendikulyar bo'lganda, bu dipolga ta'sir qiluvchi kuchlar momenti eng katta bo'ladi ($\varphi = \frac{\pi}{2}$ va $\sin \varphi = 1$)

$$M_{maks} = HM_m \quad (44.6)$$

Dipol (magnit strelka) maydonda muvozanat vaziyatidan ozgina o'g'ganida

$$\sin \varphi \approx \varphi \text{ va } M = HM_m \varphi$$

bo'ladi. Buralma tebranishlar uchun maydon kuchlanganligining dipol magnit momentiga ko'paytmasi «qaytaruvchi moment koeffitsiyenti» rolini o'ynaydi.

Maydon bir necha magnit qutblaridan hosil qilinganida magnit maydon kuchlanganligini (shuningdek, elektr yoki gravitasion maydon kuchlanganligini) ayrim magnit qutblari maydoni kuchlanganliklarining geometrik yig'indisi sifatida aniqlash mumkin.

Magnit dipolning maydoni kuchlanganligi elektr dipolning maydoni kuchlanganligi munosabatlariga o'xshash munosabatlar bilan ifodalanishi ravshan; dipol o'qi yo'nalishida uning markazidai r masofadaga ($r \gg \lambda$ da) maydon kuchlanganligi

$$H = \frac{2 \cdot M_m}{\mu r^2} \quad (44.7)$$

bo'ladi.

Shu masofada o'qqa perpendikulyar maydon kuchlanganligi ikki marta kam bo'ladi. Hisoblashlar maydon yo'nalishi dipol o'qi bilan φ burchak tashkil qilganda dipol o'qidan r masofadagi maydon kuchlanganligi

$$H = \frac{M_m}{\mu r^2} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \varphi} \quad (44.8)$$

bo'lishini ko'rsatadi.

Maydon kuchlanganligi kattaligini kuch chiziqlari vositasi bilan aniqlashda kuch chiziqlari quyuqligi shu maydon kuchlanganligining kattaligini ifodalashi kerak; agar maydon kuchlanganligi H ersted bo'lsa, u holda 1 sm^2 yuza orqali (chiziqlar

yo‘nalishiga perpendikulyar) H chiziq o‘tkaziladi.

Elektr maydonida ikkita dielektrik muhit chegarasida kuch chiziqlari qisman uzilgani kabi, bir xil magnit kirituvchanlikka ega bo‘lmagan ikki muhit chegarasida magnit maydoni kuch chiziqlarining bir qismi uziladi. Boshqacha aytganda, magnit maydoni kuchlanganligining normal (bo‘linish sirtiga normal) tashkil eguvchisi bir muhitdan ikkinchi muhitga o‘tishida sakrab o‘tadi, ya’ni

$$\mu_1 H_{n1} = \mu_2 H_{n2} \quad (44.9)$$

bo‘ladi.

Magnit maydoni kuchlanganligining tangensial tashkil etuvchisi (muhitlarning bo‘linish chegarasidan o‘tishda) uzluksiz o‘zgaradi. Shuning uchun ikki muhitning bo‘linish chegarasida magnit kuch chiziqlarining «sinishi» sodir bo‘ladi.

Elektr maydonidagi singari magnit maydonini induksiya chiziqlari bilan ifodalash ancha qulay bo‘ladi. Magnit induksiyasi B vektori elektr induksiyasi D vektoriga o‘xshash

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

tenglama bilan aniqlanadi, anizotrop muhitda ancha umumiyroq

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{I} \quad (44.10)$$

tenglama bilan aniqlanadi, bunda I muhitning magnitlanish vektori.

Magnit induksiyasi absolyut birligi **gauss** deb yuritiladi (vakuumda gausslar soni erstedlar soni bilan mos keladi).

B sonida qancha birlik bo‘lsa, ko‘ndalang kesimning 1 sm^2 orqali shuncha induksiya chiziqlari o‘tkaziladi.

Maydonda olingan biror S sirt orqali o‘tgan magnit induksiya chiziqlari soni magnit induksiya oqimi deb ataladi va Φ bilan belgilanadi:

$$\Phi = \iint_S B_S \cdot dS \quad (44.11)$$

Magnit induksiya oqimining absolyut birligi ($1 \text{ gauss} \cdot 1 \text{ sm}^2$) maksvell deyiladi.

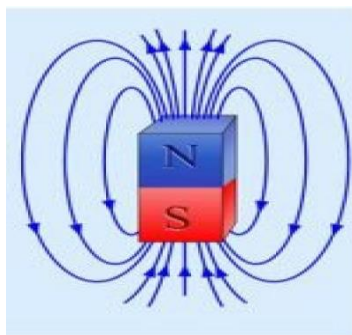
Magnit maydonini grafik ravishda ifodalashda kuch chiziqlar emas, deyarli har doim induksiya chiziqlari chiziladi. Bunga e’tibor berish kerak. Bunda chiziqlar quyuqligi 1 sm^2 (chiziqlar yo‘nalishiga perpendikulyar) yuza orqali o‘tgan induksiya chiziqlari soni B ga teng (yoki chizmada soddalashtirish maqsadida shartli ravishda B ga proporsional) qilib tanlanishi kerak.

Hech qanday «magnit zaryadlari» mavjud emasligi va magnit jismida istalgan magnit qutbidan qancha magnit induksiya chiziqlari chiqsa, shuncha magnit induksiya chiziqlari kirishi tufayli (68-rasm), Ostrogradskiy—Gauss teoremasiga ko‘ra *magnit maydonidagi yopiq sirt opqali o‘tgan magnit induksiya oqimi algebraik nuqtai nazardan har doim nolga teng*:

$$\Phi_{(\text{yopiq sirt orq})} = 0 \quad (44.12)$$

Bu esa magnit induksiya chiziqlarining boshi va oxiri bo'lmashligini, ya'ni ular har doim yopiq egri chiziqlardan iborat ekanligini bildiradi.

Ostrogradskiy—Gauss teoremasini induksiya chiziqlarining arifmetik soniga (algebraik soniga emas) qo'llab (ya'ni vaqtincha magnit jismida magnit qutbidan tashqariga qancha induksiya chiziqlari chiqsa shuncha chiziqlar kiradi degan holni e'tiborga olmay) va elektrostatikada Ostrogradskiy — Gauss teoremasini isbotlash bilan bo'lgan mulo-hazalarni takrorlab, m magnit birlik kattaligidagi magnit qutbi $4\pi Q$ magnit induksiya chiziqlari bilan bo'g'liq degan xulosaga kelamiz. Biroq magnit qutbining magnit induksiya chiziqlari bilan bunday bo'g'lanishi shunday sondagi elektr zaryadining elektr induksiya chiziqlari bo'g'lanishidan ancha farq qiladi. Haqiqatan, Q elektrostatik birlik zaryad bo'lganida $4\pi Q$ sondagi elektr induksiya chiziqlari $+Q$ zaryaddan go'yo unda paydo bo'lgandek chiqadi m magnit birliki kattaligida magnit qutbi bo'lganida bu qutbdan $4\pi \cdot m$ sondagi magnit induksiya chiziqlari chiqadi, biroq xuddi shuncha magnit induksiya chiziqlari qarama-qarshi tomondan (yoki magnit jismidan) qutbga keladi, ya'ni induksiya chiziqlariniig ko'r-satilgan soni qutb orqali o'tadi, ulardan birortasining boshi va oxiri bo'lmaydi. Magnit induksiyasi chiziqlarining ko'rsatilgan soni, o'z mohiyati jihatidan, maydonning eng ko'p to'plangan joyi—qutb kattaligining o'lchovi bo'ladi.



68- rasm. Magnit sterjenning magnit induksiya chiziqlari.

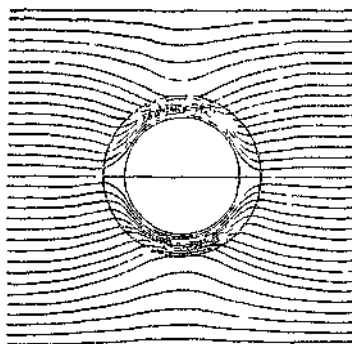
Agar magnit qutbining ko'ndalang kesimi S bo'lsa, u holda maydon bir jinsli bo'lganida, magnit induksiyasi bu yerda

$$B = \frac{4\pi \cdot m}{S} \quad (44.13)$$

bo'ladi, bu esa m qutb bilan bo'g'langan induksiya chiziqlari soni $4\pi \cdot m$ ga teng bo'lishidan tushunarlidir, binobarin, S yuzadan o'tgan induksiya oqimi

$$\Phi = BS = 4\pi \cdot m \quad (44.14)$$

Ferromagnit jismlarda magnit induksiya chiziqlarining quyuqlashishi dielektrlarda elektr induksiya chiziqlarining quyuqlashishi singari bo'ladi (69-rasm).



69-rasm. Bir jinsli magnit maydonidagi temir halqa (temirda induksiya chiziklarining) quyuqlashishi

Magnit maydoni energiyasi zichligi aniqlanadigan formula elektr maydoni energiyasi zichligi formulasiga o'xshash:

$$\omega = \frac{\mu \cdot H^2}{8 \cdot \pi} \quad (44.15)$$

Elektr maydonidagi singari, magnit indukiiya chiziqlari ham ana shu chiziqlar bilan ifodalangan maydonga (maydon chiziqlari bo'yicha) cho'zuvchi va (maydon chiziqlariga tik yo'nalishda) yon tomondan bosuvchi kuch ta'sir qilganday manzara hosil qiladi; bo'ylama cho'zilish va unga teng ko'ndalang bosim kattaliklari har qanday joyda ham maydon energiyasi zichligiga teng bo'ladi:

$$p = \frac{\mu \cdot H^2}{8 \cdot \pi} \quad (44.16)$$

Agar bu formulada maydon kuchlanganligi H erstedlarda ifodalansa, kuch chiziqlariga perpendikulyar 1 sm^2 yuzaga nisbatan olingan R kuchlanish, shuningdek, yon bosim kattaliklari dina/ sm^2 larda ifodalanadi.

Shunday qilib, magnitostatika va elektrostatika qonunlari o'rtasida o'xshashlik borligini ko'rish mumkin. Bu o'xshashlikdan ko'p amaliy va nazariy masalalarni yechishda qo'llash mumkin.

Xullas, fanda magnit zaryad tushunchasi fiktiv deb qaralib ikkinchi darajali hol deb qarab kelindi. Lekin P. Dirak (1931 y.) bu tushunchani tiklashga urindi. Dirak ko'rsatdiki, agar magnit zaryad (monopol) mavjud bo'lsa, uning zaryad kattaligi, elektr zaryadga o'xshagan holda kvantlanishi kerak:

$$g = n \frac{hc}{2e} \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2) \quad (44.17)$$

Bu yerda g va e - magnit va elektr zaryadlar, h - Plank doimiysi, c - yoruG'lik tezligi. Bu formula bo'yicha hisoblangan magnit zaryadi juda ham katta chiqdi: uning minimal qiymati – 68,5 ye, maksimal qiymati – 137 ye. Lekin juda ko'p tajribalar magnit zaryadining bu qiymatini tajribada topolmadilar.

Avstriya fizigi Erenxaft 1910-1945 yillar davomida magnit monopolini topish sohasida

juda ko'p tajribalar o'tkazib, shunday xulosaga keldiki, P. Dirakning magnit monopoli uchun chiqargan formulasi noto'G'ri ekan. Erenxaft tajribasi robert Milleken tajribasiga aynan o'xshash yoki elektrostatik va magnitostatika qonunlarining o'xshashligiga asoslangan. P. Dirakning katta obro'i, Erenxaftning ishini yuzaga chiqarishga xalaqit berdi. Hozirgi vaqtda bir guruh fiziklar aniqlashi bo'yicha magnit zaryadi kosmosda, yoki Yer ostida emas, balki u moddaning ichida ekanligi aniqlandi. 2010 yil Science (tabiat) jurnalining yanvar sonida bir guruh olimlar magnit monopolini ochganligi haqida xabar qildi, uning zaryadi elektron zaryadiga teng ekan.

Magnit maydon induksiya vektori Tok elementi. Maydon nazariyasida elementar manba eng muhim rol o'ynaydi. Tortishish nazariyasida bu moddiy nuqta bo'lsa, elektrostatikada nuqtaviy zaryad. Xuddi shunday rolni magnit maydon nazariyasida tok elementi o'ynaydi. Tok elementi bu vektor bo'lib, uning absolyut kattaligi tok kuchi I ning o'tkazgichning dl qismiga ko'paytmasi bilan aniqlanadi, $I dl$ yo'nalishi esa tokning yo'nalishi bilan mos tushadi. Elektrostatikada esa sinov zaryad q_0 olinar edi.

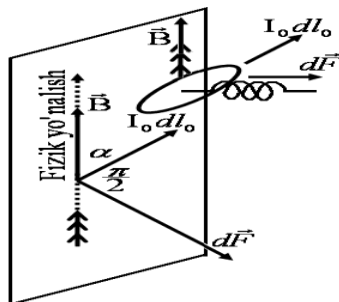
Magnit maydonining asosiy harakte-ristikasi hisoblangan magnit maydon induksiya vektori ham elektrostatik maydonning asosiy xarakteristikasi hisoblangan kuchlanganlik vektori kabi aniqlanadi. Doimiy tok o'tuvchi ixtiyoriy qo'zg'almas o'tkazgichlar sistemasining hosil qilgan magnit maydonini qaraymiz va "sinash tok elementi" $I_0 dl$ ga (maydonning tekshirayotgan nuqtasiga joylashgan) ta'sir qiluvchi kuch $\mathbf{F}$ bilan qiziqamiz. Sinash tok elementi uchun qisqa va yupqa ko'zg'almas o'tazgich olinadi, unga ta'sir etuvchi kulni o'lchash uchun silliq tutashtiruvchi sim olish kerak. Bundan tashqari undan juda kichik tok o'tkazish kerak.

Tajribalar shunday xulosaga olib keladiki, $d\mathbf{F}$ kuch tok elementining absolyut qiymatiga proporsional, $d\mathbf{F} \sim I_0 dl_0$ (elektrostatikada $F \sim q_0$ edi), va uning yo'nalishiga bo'G'liqdir (tok elementi-vektordir). Maydonning har bir nuqtasida qandaydir fizik yo'nalish mavjud bo'ladi, u shu bilan e'tiborga loyiqki, birinchidan, kuch kattaligi $d\mathbf{F}$ shu yo'nalish bilan va tok elementi yo'nalishi o'rtasidagi burchakning sinusiga proporsionaldir, ya'ni, tok elementiga ta'sir etuvchi elementar kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$d\mathbf{F} = B I_0 dl_0 \sin \alpha \quad (46.1)$$

bu yerda B - proporsionallik koeffisienti bo'lib, maydonning sinash tok elementi joylashgan nuqtasidagi xossasiga bo'G'liq bo'lib, tok elementining kattaligi va yo'nalishiga bo'G'liq bo'lmaydi.

Masalan, $\alpha=0$; bo'lganda $d\mathbf{F}$ ham 0 ga teng bo'ladi, $\alpha=\pi/2$ bo'lganda u maksimaldir. $d\mathbf{F}$ ning yo'nalishi tok elementining yo'nalishiga bo'G'liqdir va parma qoidasi bilan aniqladi (70-rasm). Bu holatlar shuni bildiradiki, agar $\vec{B}$ vektor kiritsak, uning yo'nalishi fizik yo'nalish bilan mos keladi deb hisoblashsak, u vaqtda kuch $d\mathbf{F}$ ni $I_0 dl_0$ va $\vec{B}$ vektorning vektor ko'paytmasi shaklida yozish mumkin.



70-rasm

$$d\mathbf{F} = [I_0 d\mathbf{l}_0 \mathbf{B}] \quad (46.2)$$

yoki uning moduli

$$dF = I_0 dl_0 B \sin \alpha \quad (46.3)$$

Bu formula elektrostatikadagi $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ ga o'xshashdir.

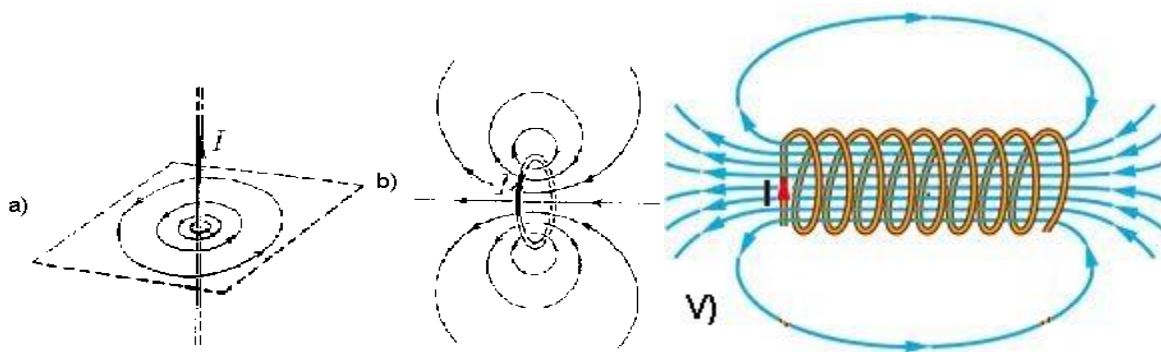
Vektor $\bar{\mathbf{B}}$ sinash tok elementi kattaligiga va yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi, demak maydonning xarakteristikasi bo'la oladi. Unga **magnit maydon induksiya vektori** deb aytiladi.

Tok elementi $\bar{\mathbf{B}}$ vektoriga perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa, ($\alpha = \pi/2$, $\sin \alpha = 1$) $d\mathbf{F}$ kuch maksimal bo'ladi va u $dF = I_0 dl_0 B$ ga teng bo'ladi. Bundan magnit induksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$B = \frac{dF}{I_0 dl_0} \quad (46.4)$$

Bu ifoda ham elektrostatikadagi $E = F/q$ formulaga o'xshashdir. Bundan ko'rinadiki, magnit induksiya vektorining kattaligi son jihatdan birlik tok elementiga ($I_0 = 1A$, $dl_0 = 1m$) ta'sir qiluvchi maksimal kuchga teng bo'ladi. Magnit induksiyasining o'lchov birligi qilib, XB sistemasida "tesla" (Tl) qabul qilingan: $1Tl = 1N/1A \cdot 1m = 1Vb/m^2$

Har qanday vektor maydon singari, magnit maydonini ham magnit induksiya vektori chiziqlari oilasi orqali tasvirlash mumkin (elektrostatikadagi kabi). Magnit induksiya chiziqlarining manzarasi o'zining xarakteri jihatidan elektrostatik maydon kuch chiziqlaridan tubdan farq qiladi. Ma'lumki, elektrostatik maydon kuch chiziqlari zaryadlardan boshlanib, zaryadlarda tugardi, magnit induksiya kuch chiziqlarining boshlanish va oxiri yo'q - ular yopiq chiziqdan iborat bo'ladi. Magnit induksiya chiziqlarining bu xossasi 71 rasmda yaqqol ko'rinadi, a) to'g'ri chizikli cheksiz uzun o'tkazgich, b) aylanma tok v) tokli G'altakning magnit maydon manzarasi tasvirlangan.



71 - rasm

Chiziqlari yopiq bo'lgan vektor maydoniga uyurmali maydon deyiladi. Demak, doimiy magnit maydoni- uyurmali bo'lib, uyurmali emas elektrostatik maydonidan farq qiladi. Ma'lumki, elektrostatik maydonning kuch chiziqlari yopiq emas edi.

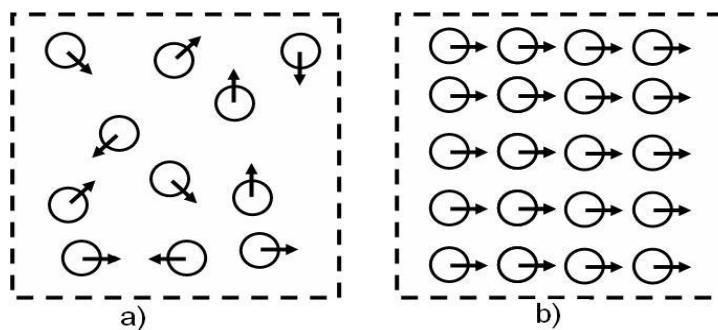
Molekulyar toklar. Magnitlanish vektori

O'tgan ma'ruzalarda o'tkazgichdan o'tgan tokning hosil qilgan maydonini uning atrofida modda bo'lmagan holda qarab chiqdik. Tajriba ko'rsatadiki, moddaning borligi, magnit maydonining o'zgarishiga olib keladi. Buning sababi shundaki, barcha moddalar magnit maydon ta'sirida magnit xossaga ega bo'ladi- magnitlanadi va o'zlari magnit maydoni hosil qiladi. Shunday qilib, modda bo'lgan holda maydonning har bir nuqtasida yig'indi maydon hosil bo'ladi:

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mathbf{B}' \quad (64.1)$$

Bu formulada $\mathbf{B}_0$ – o'tkazgichdagi tok tufayli hosil bo'lgan magnit induksiya, $\mathbf{B}'$ - moddaning magnitlanish tufayli hosil bo'lgan magnit induksiya. Maydon moddaning xossasiga sezilarli bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham maydonning xossasini modda bo'lgan holda o'rganishdan oldin moddaning magnit maydon ta'sirida o'zini qanday tutishi bilan tanishib chiqaylik. Biz magnit maydon nazariyasini qurishda eng sodda model Ampurning molekulyar toklar modelidan foydalanamiz

Amper gipotezasiga ko'ra, moddada mikroskopik yopiq toklar - “molekulyar toklar” mavjud bo'ladi. Tashqi maydon bo'lmaganda molekulyar toklarning orbitalari va shuningdek uning magnit momentlari xaotik oriyentirlanib, har qanday makroskopik cheksiz kichik hajmda (ΔV) moddaning yig'indi magnit momenti nolga teng bo'ladi, modda magnit xossaga ega bo'lmaydi (102a) rasm). Moddani tashqi magnit maydoniga joylashtirganimizda molekulyar toklarning magnit momentlari maydon bo'ylab oriyentirlanadi, natijada har qanday kichik modda elementida noldan farq qiladigan magnit momentiga ega bo'ladi- modda magnitlanadi (102b) rasm).



102 – rasm

Moddaning magnitlanish darajasini miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun magnitlanish vektori deb ataladigan fizik kattalik kiritiladi. Magnitlanish vektori - modda hajmi birligidagi magnit momentlarining yig'indisidir. Shunday qilib, agar $\sum \mathbf{P}_k$ -kichik dV hajmdagi molekulyar toklarning yig'indi magnit momenti bo'lsa, qaralayotgan nuqtadagi magnitlanish vektori $\mathbf{I}$ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\mathbf{I} = \frac{\sum \mathbf{P}_k}{dV} \quad (64.2)$$

Magnitlanish vektorining XB sistemasidagi birligi 1A/m (amper metr nisbatiga) qabul qilingan.

Tajriba ko'rsatadiki, ko'pchilik moddalar (bunga ferromagnitlar kirmaydi) uchun magnitlanish vektori $\mathbf{I}$ maydon induksiyasiga proporsionaldir.

$$\mathbf{I} \sim \chi \mathbf{B} \quad (64.3)$$

Bu yerda proporsionallik koeffisienti moddaning xossasiga bog'liq bo'ladi va unga magnit qabul qiluvchanlik deyiladi, bu haqida keyinroq to'xtalamiz.

Magnetiklarning sinflari haqida tushuncha. Ma'lumki, Faradey 1831 yilda turli xil moddalarni elektromagnit orasiga joylashtirganda ularning maydondagi harakati 3 xil ko'rinishda bo'lgan. Ba'zi moddalar magnit maydonidan itarilganligini, ba'zilar esa maydon bo'ylab joylashganligini, ba'zi birlari esa tashqi maydonning ta'sirida kuchli tortirilganligini Faradey tajribasida yoqqol namoyon bo'ldi. Magnit maydonida chiqib ketgan moddalarni u diamagnetiklar deb, maydon bo'ylab yo'nalganligini paramagnetiklar deb, maydonga kuchli tortirilganlarini esa ferromagnetiklar deb atadi.

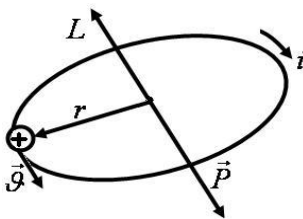
O'zining magnit xossasi jihatdan barcha moddalar yoki magnetiklarni ikki sinfga ajratish mumkin: magnit tartibsiz va magnit tartibli.

Magnit tartibsiz magnetiklarda qandaydir ichki o'zaro tasir, ya'ni mikroskopik magnit momentlar oriyentatsiyasiga olib keluvchi o'zaro ta'sir mavjud bo'lmaydi. Bunday magnetiklarda tashqi magnit maydon bo'lmaganda magnitlanish vektori hamma vaqt nolga teng bo'ladi va magnitlanish faqat tashqi magnit maydon ta'sirida ro'y beradi. Bu guruh moddalarga izotrop tuzilishga ega bo'lgan moddalar, xususan suyuqlik va gazlar kiradi. Barcha magnit tartibsiz moddalar yana o'z navbatida diamagnetiklar va paramagnetiklarga bo'linadi.

Magnit tartibli magnetiklarga asosan kristall jismlar kiradi, anizotrop tuzilishga ega bo'lgan moddalar, ularda magnit tartibga olib keluvchi kuch kvant tabiatga ega bo'ladi, ularni almashuvchi kuchlar deyiladi, bu kuchlar tashqi magnit maydoni bo'lmaganda ham makroskopik magnit momentlarni u yoki bu darajada oriyentasiyalaydi. Bunday moddalar noldan farq qiluvchi magnitlanishga ega bo'ladi, shu bilan birga juda katta qiymatga ega bo'ladi. Hozirgi kunda juda ko'p sondagi moddalar magnit tartibli holatga ega ekanligi aniqlandi (ferromagnitlar, antiferromagnitlar, kuchsiz ferromagnitlar, ferritlar va h.k.), ularning soni jami 14 tani tashkil qiladi.

Diamagnetizm. Atomdagi elektronlar orbitasidagi harakatda ishtirok etishi tufayli modda ichida murakkab mikroskopik toklar manzarasini hosil qiladi. Agar moddani tashqi magnit maydoniga joylashtirsak, bu harakat o'zgaradi. Keyinchalik ko'rsatib o'tamizki, elektronlarning orbital harakatining o'zgarishi tashqi magnit maydoniga qarama-qarshi bo'lgan magnit momenti $\vec{P}$ ga teng bo'lgan qo'shimcha tok I ning hosil bo'lishiga olib keladi (106-rasm) va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P = -\frac{e^2 r^2 B}{4m} \quad (69.1)$$



106-rasm

bu yerda e va m elektron zaryadi va massasi, r -magnit maydon tufayli paydo bo'lgan qo'shimcha tokning radiusi, (indusirlangan) momentlarning yig'indisi barcha atomdagi elektronlar uchun

$$\vec{I}_{dia} = -\frac{e^2 \sum_i r_i^2 \vec{B}}{4m} \quad (69.2)$$

Yig'indisi $\sum_i r_i^2$ ni $\sum_i r_i^2 = n_0 r_{o'rt}^2$ deb olish mumkin. Bu yerda n_0 – hajm birligidagi atomlar soni, $r_{o'rt}^2$ – atomdagi barcha orbitalar bo'yicha o'rtalashtirilgan indusirlangan tokning radius-kvadrati. Shunday qilib:

$$\vec{I}_{dia} = -\frac{e^2 r_{o'rt}^2 \vec{B}}{4m} \quad (69.3)$$

Bu magnitlanish, ya'ni orbital elektronlarining tashqi magnit maydoni tufayli hosil bo'lgan qo'shimcha indusirlangan maydon tufayli hosil bo'ladi va uni diamagnetizm deyiladi. Agar indusirlangan diamagnet momentlar barcha atomdagi elektronlar tomonidan hosil qilinsa, ular maydonga qarshi bo'lsada, kompensasiyalanmaydi, u

vaqtda diamagnetizm barcha moddalarga xos bo'ladi. Bundan diamagnetizm atom va molekullarning universal xossasi ekanligi kelib chiqadi.

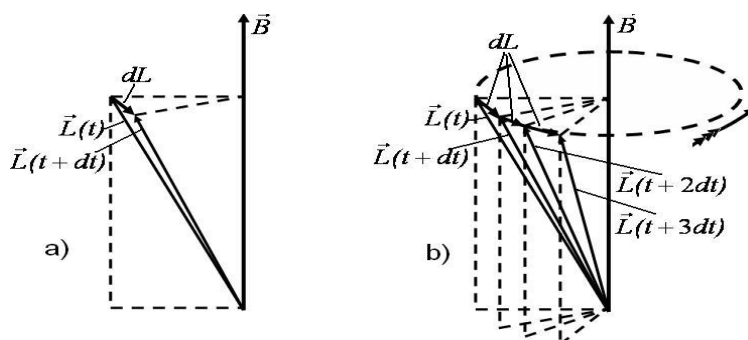
Agar moddaning magnitlanishida diamagnetizm asosiy rolni o'ynasa, bunday moddalarga diamagnetiklar deyiladi. Formula (69.3) diamagnetikning magnitlanish vektorini aniqlaydi. Formula (69.3) va (64.2) dan, $\frac{e^2 n_0 r^2 \mu_0}{4m} \ll 1$ ekanini hisobga olsak, diamagnetiklar uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\vec{I} = \chi \vec{H}, \quad (69.4)$$

bu yerda $\chi = -\frac{e^2 n_0 r^2 \mu_0}{4m}$

Barcha inert gazlar diamagnetik hisoblanadi, ba'zibir suyuqliklar (masalan, uglekislotalar) va ba'zibir qattiq jismlar (masalan, vismut) diamagnetik hisoblanadi.

Diamagnetizmning kelib chiqish mexanizmini tushuntirish uchun atomning planetar modelidan foydalanamiz, bu model bo'yicha atomdagi elektronlar yadro atrofida yopiq orbitalar bo'yicha harakat qiladi, soddalik uchun bu orbitalarni aylana ko'rinishda deb olamiz. Har bir elektron aylana orbitasida tekis harakat qilib, orbita markaziga nisbatan $\vec{L} = [\vec{r} m \vec{g}]$ impuls momentiga ega bo'ladi. Impuls momenti $L = rm\vartheta$ kattalikka ega bo'ladi va orbita o'qi bo'yicha yo'nalgan. Tashqi ta'sir bo'lmaganda impuls momenti saqlanadi, u vaqtda elektronning harakati quyidagi tenglama bilan $\frac{d\vec{L}}{dt} = 0$ ifodalanadi. Elektron orbita bo'yicha harakat qilib, yopiq elektr tokini hosil qiladi. Elektronning aylanish chastotasi ν va zaryadi e – bo'lsin. Elektron har bir yuzachadan har sekundda ν marta o'tadi. U vaqtda tok kuchi $i = e\nu$ ga teng bo'ladi. Elektron zaryadi manfiy bo'lgani uchun, bu tok elektronning harakat tezligiga teskari yo'nalgan bo'ladi (106-rasm).



107-rasm

Har qanday tok magnit momentiga ega bo'lib, uning kattaligi $P = iS$ ga teng bo'ladi, bu yerda S – orbita yuzasi. 106-rasmdan ko'rinadiki, $\vec{P}$ vektorining yo'nalishi $\vec{L}$ vektorining yo'nalishiga qarama-qarshi $i = e\nu$, $\nu = \frac{\vartheta}{2\pi}$ va $S = \pi r^2$ ekanligini hisobga olsak:

$$P = e v \pi r^2 = \frac{e \mathcal{A} r}{2} \quad (69.5)$$

$\frac{P}{L}$ nisbatga girromagnit nisbat deyiladi va u quyidagiga teng bo'ladi.

$$\frac{P}{L} = -\frac{e}{2m} \quad (69.6)$$

Endi modda magnit maydoniga joylashtirilsa, atomdagi elektronning harakati qanday o'zgarishini qarab chiqaylik. Baholashlar ko'rsatadiki, uncha katta bo'lmagan maydon, elektronning orbital harakatini vaqt bo'yicha nisbatan sekin o'zgartiradi. Magnit momentga tashqi magnit maydon tomonidan ta'sir qilganda, momentlar tenglamasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{P} \times \vec{B}] \quad (69.7)$$

Yoki bu ifodaga formula (69.6) dan ifodasini qo'ysak va uni dt ga ko'paytirsak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$d\vec{L} = \frac{e}{2m} [\vec{B} \times \vec{L}] dt \quad (69.8)$$

Budan ko'rinadiki, $d\vec{L}$ ning kichik o'zgarishi $[\vec{B} \times \vec{L}]$ vektor bo'yicha yo'nalgan bo'ladi, ya'ni u har bir t vaqtda $\vec{B}$ va $\vec{L}(t)$ vektorlar tekisligiga perpendikulyar bo'ladi. 107a)-rasmda impuls momentining dt vaqt ichida o'zgarishi ko'rsatilgan: $\vec{L}(t+dt) = \vec{L}(t) + d\vec{L}$. Agar $\vec{L}$ vektorning bir necha vaqt oralig'idagi o'zgarishini kuzatsak (107b)-rasm), u vaqtda ma'lum bo'lib qoladiki, $\vec{L}$ vektor va u bilan orbita o'qi konus hosil qiladi va uning o'qi $\vec{B}$ tomon yo'nalgan bo'ladi. Bunday harakatga presessiya deyiladi. Shunday qilib tashqi magnit maydonining atomdagi elektronlar harakatiga ta'sirini elektronlar orbitasi o'qining presessiyaga keltiriladi yoki unga Lormor pressessiyasi deyiladi. Endi Lormor pressessiyasining burchak tezligini hisoblaymiz. Ma'lumki, burchak tezligi $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ ifoda bilan aniqlanadi. $d\varphi = \frac{dL}{L \sin \theta}$.

Bunga $dL = \frac{e}{2m} BL \sin \theta dt$ ni qo'ysak, quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$dL = \frac{e}{2m} [\vec{B} \times \vec{L}] \quad (69.9)$$

ifodadan quyidagini topamiz:

$$\omega = \frac{eB}{2m} \quad (69.10)$$

Demak, presessiya elektronning $\vec{B}$ atrofida qandaydir r' radius biln qo'shimcha harakat qilishga olib keladi va ω chastota bilan harakat qilar ekan yoki $\nu' = \frac{\omega}{2\pi}$ chastota bilan harakat qiladi. Bu qo'shimcha harakat qo'shimcha tokni hosil qiladi:

$$i' = e v' = \frac{e\omega}{2\pi} \quad (69.11)$$

va qo'shimcha magnit momenti $\vec{P}'$ ni hosil qiladi (103-rasm), bu maydonga qarshi yo'nalgan, uning absolyut qiymati:

$$P' = i\pi r^2 = \frac{e\omega}{2\pi} \pi r^2 = \frac{e^2 r'^2}{4m} B \quad (69.12)$$

Diamagnetiklarning asosiy xossalari:

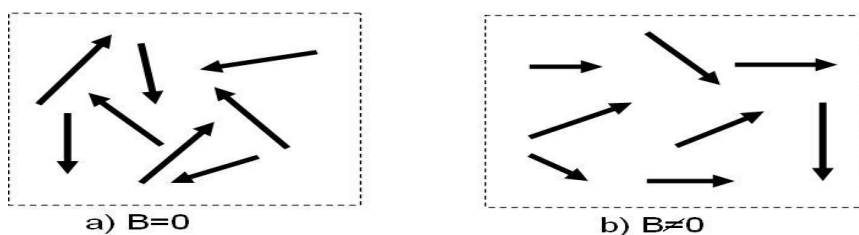
1. Diamagnetiklarda magnitlanish vektori $\vec{I}$ magnit induksiya vektori $\vec{B}$ va maydon kuchlanganligi $\vec{H}$ vektoriga qarama-qarshidir, qiymati jihatdan ularga proporsionaldir.

$$\vec{I} = \chi \vec{H}, \quad \chi < 0$$

2. Diamagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi formula (69.4)an ko'rinadiki, temperaturaga bog'liq emasdir.

3. Diamagnetiklar kuchsiz magnetiklardir. Ularning magnit qabul qiluvchanligi kichik: odatda $|\chi| \sim 10^{-5}$, $\mu = 1 + \chi = 1$.

Paramagnetizm. Endi magnit momenti $\vec{P}$ noldan farq qiladigan atom va molekulalarni qaraymiz. Atomning magnit momenti elektronning orbital harakati tufayli hosil bo'ladigan orbital magnit momenti va elektronning xususiy mexanik momenti bilan bog'lik bo'lgan spin magnit momentidan iborat bo'ladi. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganda barcha magnit momentlar teng yo'nalishga ega bo'ladi, shuning uchun atomlarning magnit momentlari xaotik va modda hajm birligida barcha yig'indi magnit moment nolga teng bo'ladi va modda magnitlanmagan bo'ladi (104a)-rasm)



109-rasm

Tashqi magnit maydon bo'lgan holda magnit momentlari maydon bo'ylab yo'nalishi energetik jihatdan qulay bo'ladi. Mana shu maydon ta'sirida tartibli harakat bilan issiqlik harakati tufayli tartibsiz harakatlari magnit momentlarining muvozanatli taqsimlanishiga (magnit induksiya bo'yicha) olib keladi. (104b)-rasm). Modda hajm birligidagi atomlarning yig'indi magnit momenti quyidagiga teng bo'ladi:

$$I_{para} = \frac{\sum \vec{P}_k}{\Delta V} \quad (70.1)$$

Bu holda magnitlanish noldan farq qiladi, ya'ni modda magnitlangan holatda bo'ladi. Atom magnit momentlarining tashqi maydonda oriyentatsiyasiga bog'liq bo'lgan magnitlanishning bu turiga paramagnetizm deyiladi.

Paramagnetizmning asosiy xossalari:

1. Nazariya va tajriba ko'rsatadiki, uncha kuchli bo'lmagan maydonlarda paramagnitlarning magnitlanish vektori magnit maydon kuchlanganligiga proporsional va shu bo'yicha yo'nalgan bo'ladi:

$$I = \chi \vec{H}, \chi > 0 \quad (70.2)$$

2. Nazariya va tajriba ko'rsatadiki, paramagnetiklarning magnit qabul qiluvchanligi taxminan absolyut temperaturaga teskari proporsionaldir (Kyuri qonuni).

$$\chi \sim 1/T \quad (70.3)$$

Kyuri qonuninig ma'nosi quyidagicha: temperatura qancha yuqori bo'lsa, shuncha issiqlik harakatining ta'siri kuchli bo'ladi, demak, shuncha moddaning magnitlanishi berilgan maydonda kichik bo'ladi.

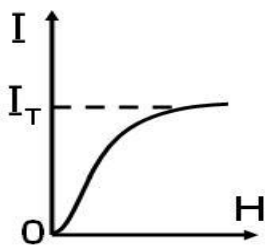
3. Paramagnetiklar ham diamagnetiklar kabi kuchsiz magnetiklar qatoriga kiradi. $\chi \sim 10^{-4}$ va undan ham kam. Siyrak yer elementlarida, masalan, Godolinyda magnit qabul qiluvchanlik yetarlicha katta: $\sim 10^{-1}$

Paramagnetiklarga tartib raqami toq bo'lgan elementlar kiradi, ularning atom magnit momentlari noldan farq qiladi. Ko'pgina metallar va suyuqliklar ham paramagnit xossaga ega bo'ladi.

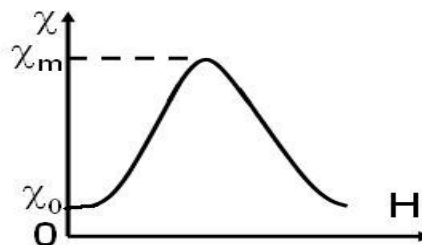
Ferromagnetizm. Endi eng yaxshi o'rganilgan magnetiklar turi bilan tanishamiz. Ularga nikel, kobolt, temir va boshqa moddalar kiradi. Uning xossalari quyidagilardan iborat:

Birinchidan, ferromagnetiklar kuchli magnetiklardir, ularning magnit qabul qiluvchanligi $\chi \sim 10^6$ ga teng bo'lib, dia- va paramagnetiklarga nisbatan milliard marta kattadir. Shunga mos ravishda ferromagnetiklarning magnitlanishi ham kattadir.

Ikkinchidan, ferromagnetik magnitlanganda magnitlanish vektori kattaligi tashqi magnit maydon kuchlanganligiga proporsional oshmaydi. Agar dastlab magnitlanmagan ferromagnetikni ($I=0$) magnitlantirsak, uning magnitlanishi $\vec{I}(\vec{H})$ (115-rasm) murakkab ko'rinishga ega bo'ladi. Bunga asosiy magnitlanish egri chizig'i deyiladi.



110-rasm

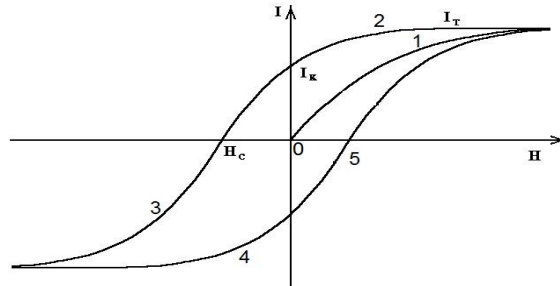


111-rasm

Bu egri chiziqning xarakterli tomoni shundaki, magnitlanish qandaydir paytdan boshlab to'yinadi, maydon oshishi bilan umuman oshmay qoladi. $\vec{I}(\vec{H})$ ning nochiziqli o'sishi shuni bildiradiki, ferromagnitlarda magnit qabul qiluvchanlik doimiy emas. 110-rasmdan ko'rinadiki, asosiy magnitlanish egri chizig'i uchun magnit qabul

qiluvchanlikning $\chi = \frac{I}{H}$ magnit maydon kuchlanganligiga ham bog'liqligi murakkab ko'rinishga ega bo'ladi. (111-rasm).

Ferromagnitlarning magnitlanish jarayoni uchun xarakterli bo'lgan hodisa gisterizisning mavjudligidir, ya'ni magnitlanish egri chizig'i bilan magnitsizlanish egri chizig'ining mos kelmasligidir. Namunani to'yinishgacha magnitlaymiz (asosiy magnitlanish egri chizig'i 01 qism 112-rasmda).



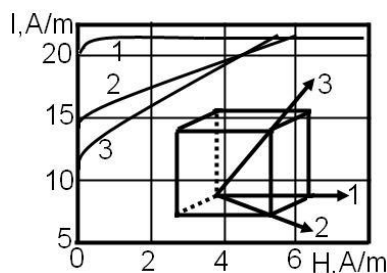
112-rasm

So'ngra uni magnitsizlantiramiz. Tashqi magnit maydonini teskari ketma-ketlikda kamaytiramiz, keyingi teskari jarayon bilan to'g'ri jarayon bir biri bilan mos kelmaydi (112-rasmda 1-2 egri chiziqlar). Magnitlanish magnitsizlanish maydonidan «qandaydir orqada qoladi», shuningdek, magnitlanish jarayoniga nisbatan katta bo'lib qoladi. Bu shunga olib keladiki, maydon yo'qolsa ham magnitlanish nolga teng bo'lmaydi, balki qandaydir chekli qiymatga, ya'ni qoldiq magnitlanish I_r ga ega bo'ladi. Bu qoldiq manitlanishni yo'qotish uchun bu jarayonni davom ettirish kerak bo'ladi, ya'ni maydon qandaydir qiymatgacha qarama-qarshi yo'nalishda oshirib boriladi, bu qiymatga koersitiv kuch H_c deyiladi. (107-rasmda 2-3 qism). Agar maydonni yana to'yinishgacha oshirib borsak 3-4 qismlar, so'ngra teskari ketma-ketlikda yana to'yinish magnitlanishigacha kelsak 4-5-1 qismlar va natijada, biz yopiq egri chiziq 1-2-3-4-5-1 ga ega bo'lamiz va bunga gisterezis xalqasi deyiladi.

Agar shunday jarayonni magnit maydonining kichik qiymatida davriy davom ettirib borsak, unga xususiy gisterizis xalqasi mos keladi va u asosiy gisterizisning ichida yotadi (112-rasmda punktir bilan ko'rsatilgan). Shunday qilib, ferromagnetiklarda magnitlanish maydonning bir qiymatli funksiyasi bo'la olmaydi. (masalan, maydon $\vec{H} = \vec{H}_1$ bo'lganda magnitlanish I_1 va I_2 chegarasida istalgan qiymat olishi mumkin) va namunaning tarkibiga ham bog'liqdir, ya'ni qanday qilib shunday holatga erishilganiga bog'liqdir. Shu munosabat bilan aniqlash kerakki, ferromagnetiklarning magnit qabul qiluvchanlik va magnit singdiruvchanligi deganda bu kattaliklarning magnitlanish egri chizig'idagi maksimal qiymatini tushunish kerak. (112-rasm) ferromagnetiklar uchun $\chi = \mu$, chunki $\mu = 1 + \chi$, $\chi \gg 1$) $\vec{H}_n$, I_r va $\mu_{\max}$ konstantalarga ferromagnetikning asosiy xarakteristikalarini deyiladi. I_r va $\vec{H}_n$ qiymati katta bo'lgan ferromagnetiklarga qattiq deyiladi, ularda gisterizis halqasi kengdir. Natijada qoldiq magnitlanish katta bo'ladi, bu ferromagnetiklar doimiy magnitlar tayyorlashda ishlatiladi. Boshqa maqsadlarda, masalan, transshakltorlar o'zagini

tayyorlashda I_r va $\vec{H}_n$ nisbatan kichik bo'lgan ferromagnetiklar ishlatiladi, bu yerda gisterizis halqasi ancha tor bo'ladi va ular qayta magnitlashda kam energiya sarf bo'lishiga olib keladi.

Ferromagnetik monokristalining xarakterli tomoni shundaki, ularning magnit anizotropiyaga ega bo'lishidir, ya'ni magnitlanish egri chizig'i kristalning magnit maydonidagi oriyentasiyasiga bog'liq bo'ladi. 113-rasmda temirning elementar panjara yacheykasi keltirilgan va uchta kristallografik o'q yo'nalishi ko'rsatilgan (113-rasm)



113-rasm

Agar temir monokristalini magnit maydonida 1-, 2- va 3-kristallografik o'qi bo'yicha magnitlasak, 3-ta turli xil asosiy magnitlanish egri chizig'iga ega bo'lamiz, bu hol rasmda tegishli raqam bilan ko'rsatilgan. Har bir ferromagnetiklar uchun xarakterli T_s temperatura mavjudki, bu temperatura Kyuri temperaturasi deb atalib, bu temperaturaga yetganda ferromagnetik o'zga xos magnit xossasini yo'qotadi va oddiy paramagnetikka aylanib qoladi. Magnit qabul qiluvchanlik Kyuri -Veyss qonuniga bo'ysunadi:

$$\chi = \frac{C}{T - T_c} \quad (71.1)$$

Bu yerda C-Kyuri doimiysi bo'lib, moddaning xossasiga bog'liq. Ferromagnetikning yana bir xossasi magnitostriksiyadir. Uning mohiyati shundaki, magnitlanish jarayoni ferromagnitning chiziqli va hajmining o'zgarishiga olib keladi. Bu deformatsiya odatda kichik va magnit maydon kuchlanganligining kvadratiga proporsionaldir. Deformatsiya maydon kuchlanganligining yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi, magnitostriksiya juft effektdir.

Yuqorida biz qarab o'tgan ferromagnetiklarning magnitlanish jarayoni uning tuzilishi bilan bog'langandir, bu yerda eng asosiy rol ni elektronlarning spin magnit momenti o'ynaydi. Kvant nazariyadan kelib chiqadiki, elektronlarning o'zaro ta'siri spinlar momentining oriyentasiyasiga bog'liq ekanligi. Ferromagnitlarda bu o'zaro ta'sir (almashish) spontan magnitlanish sohalarini vujudga keltiradi, ya'ni domenlarni hosil qiladi. Har bir domen chegarasida magnit momentlar bir biriga parallel, yig'indi moment maksimaldir. Magnitlanmagan ferromagnitlarda ko'p domenlar bor bo'lgan sohaning magnitlanishi domenlar magnit momentlarining turli xil oriyentasiyasi tufayli nolga teng (domenlarning xarakterli o'lchami 10^{-4} - 10^{-3} sm) (114-rasmda domenlarning magnit momentlari strelka bilan ko'rsatilgan).

Ferromagnetikning magnitlanish jarayonida tashqi magnit maydoni oshishi bilan dastlab domenlar chegarasi qayta quriladi:

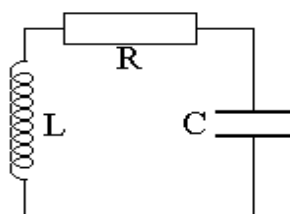
14-mavzu: Elektromagnit tebranishlar va to'liqlar.

Reja:

1. Tebranish konturidagi fizik jarayonlar. Tomson formulasi.
2. Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
3. Kuchlanish rezonansi. Tok rezonansi.
4. O'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig'im va induktivlik.
5. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.

Tebranish konturidagi fizik jarayonlar. Tomson formulasi.

Bu ma'ruzada ham aktiv qarshilik, kondensator va g'altakdan iborat ketma-ket ulangan zanjir haqida so'z boradi. Bu yerda biz bunday zanjirda ro'y beradigan jarayonlarni umumiy usul ya'ni differensial tenglamalarga asoslangan uslubda qaraymiz. Elektr tebranishlar induktivlik va sig'imga ega bo'lgan zanjir orqali hosil bo'lishi mumkin. Bunday zanjirga tebranish konturi deyiladi.



Rasmda ko'rsatilgan konturda $t=0$ da qandaydir tashqi ta'sir ko'rsatildi (kondensatorga zaryad berilgan ($q(0) \neq 0$) yoki konturda tok o'yg'otilgan ($I(0) \neq 0$) yoki bir vaqtda shu ikkala hol ham amalga oshirilgan bo'lib, so'ngra kontur o'z-o'zicha qo'yib yuborilgan.

Erkin elektrik tebranishlari. Mexanik va elektr tebranish o'rtasida o'xshashlik. Tebranish konturida qanday jarayonlar ro'y beradi?

Qaralayotgan kontur uchun asosiy differensial tenglama (81.6) quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0, \quad (90.1)$$

Bunda manba bo'lmagani uchun $\varepsilon=0$. Siz bunday tenglama bilan mexanikadan tanishsiz - bu massasi m bo'lgan moddiy nuqtaning kvazielastik kuch $f=-kx$ va ishqalanish kuchi $f_x = -b \frac{dx}{dt}$ ta'siridagi harakatining differensial tenglamasidir:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = 0, \quad (90.2)$$

(90.1) va (90.2) tenglamalar matematik jihatdan bir xildir, ular funksiya va koeffisientlarning fizik ma'nosi bilan farq qiladi, (90.1) tenglama (jadvalning chap ustuni) va undagi kattaliklarni (90.2) tenglamadagi kattaliklarga almashtirsak, (90.1) tenglamaning yechimi (jadvalning o'ng ustuni) ega bo'lamiz.

Uncha katta bo'lmagan so'nishda ($\beta < \omega_0$) kondensatordagi zaryad va boshqa konturning o'zgaruvchi kattaliklari: $I(t)$, $U_R(t)$, $U_C(t)$, va $U_L(t)$ — vaqt bo'yicha so'nish qonuni bo'yicha o'zgaradi. Konturdagi bu elektr tebranishlarga erkin tebranish deb ataladi, chunki ular tashqi ta'sirsiz ro'y beradi. Amaliy jihatdan kichik aktiv qarshilikka ega bo'lgan konturlar juda muhimdir, ular uchun $\beta \ll \omega_0$ ga teng.

Jadval- 1

Mexanik tebranishlar	Elektr tebranishlar
Tenglamalar	
$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = 0, (90.2)$ $X(t)$ m b k	$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0, (90.1)$ $q(t)$ L R $1/C$
Yechimi	
$x(t) = A e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi), (90.4)$	$q(t) = A e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi), (90.3)$
So'nish koefitsiyenti quyidagiga teng	
$\beta = b/2m, (90.6)$	$\beta = R/2L, (90.5)$
Doiraviy chastota quyidagiga teng,	
$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, (90.8)$	$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, (90.7)$

bu yerda,	
$\omega_0 = \sqrt{k/m}, (90.10)$	$\omega_0 = \sqrt{1/LC}, (90.9)$
A va φ doimiylar boshlangich shartdan aniqlanadi, ya'ni ular quyidagilar orqali aniqlanadi.	
X(0) va v(0)	q(0) va J(0)

Bu holda, β^2 ni ω_0^2 ga nisbatan tashlab yuborish mumkin. (90.5) va (90.7) ni hisobga olsak, konturning xususiy tebranish chastotasi uchun quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\omega \approx \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}, \quad (90.11)$$

(90.11) ifodadan tebranish davrini topadigan Tomson formulasi kelib chiqadi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Ideal konturda ($k=0$) so'nish koeffisienti β nolga intiladi va tebranish so'nmaydigan bo'lib qoladi. Soddalik uchun (87.3) da boshlang'ich fazani nolga teng desak, (87.3) va (87.5) formulalar bo'yicha, tok kuchi va kuchlanishni topamiz:

$$\left. \begin{aligned} q(t) &= q_0 \cos \omega_0 t \\ I(t) &= \frac{dq}{dt} = q_0 \omega_0 \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right), \quad (I_0 = q_0 \omega_0) \\ U_C(t) &= \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C_0} \cos \omega_0 t; \quad \left(U_{C_0} = \frac{q_0}{C_0}\right) \\ U_L(t) &= L \frac{dI}{dt} = q_0 L \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \pi), \quad (U_{L_0} = q_0 L \omega_0^2) \end{aligned} \right\}, \quad (90.12)$$

Sig'im va induktivlik kuchlanishlar qarama-qarshi fazaga ega bo'ladi (sinusoidal tok qonunlaridan sizlarga ma'lum), ularning amplituda qiymatlari bir xil kattalikka ega. Formula (90.12) dan kelib chiqadi:

$$U_{L_0} = q_0 L \omega_0^2 = \frac{q_0 L}{LC} = \frac{q_0}{C} = U_{C_0}, \quad (90.13)$$

Ideal kontur uchun grafik va vektor diagrammasi quyida 136-rasmda keltirilgan.

Tebranish konturi uchun energiyaning saqlanish qonuni ko'rinishga ega bo'ladi, (bu yerda manba bo'lmagani uchun):

$$dA_{\text{tashqi}} = 0 \text{ deb olish kerak.}$$

$$d(W_e + W_m) = -dQ$$

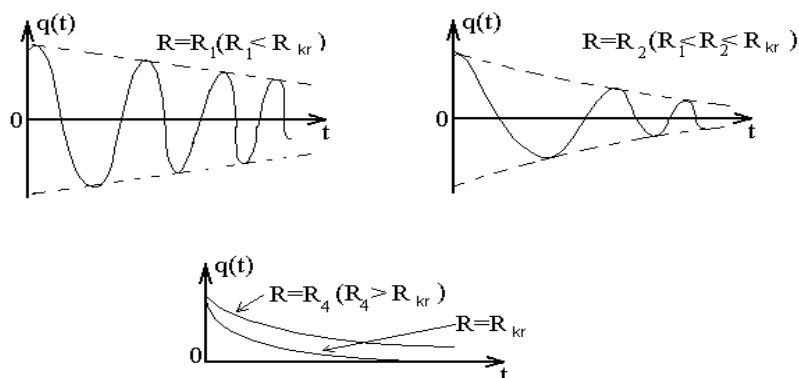
Ya'ni konturdagi energiya kondensator elektr maydon energiyasi va g'altakning magnit energiyasidan iborat bo'ladi, davriy ravishda kamayib boradi, issiqlik energiyasiga aylanib boradi. Ideal konturda $dQ=0$, chunki, $R=0$, natijada $d(W_e + W_m) = 0$ bo'ladi, demak:

$$W_e + W_m = \text{const}, \quad (90.14)$$

Bu shuni bildiradiki, energiya faqat vaqt bo'yicha kondensator va g'altakda qayta taqsimlanadi, lekin to'la qiymatini saqlaydi. Aktiv qarshilik R ning oshishi bilan erkin tebranish manzarasi o'zgaradi, tebranishning so'nishi ortadi, chunki so'nish

koeffisienti $\beta = \frac{R}{2L}$ oshadi va uning chastotasi kamayadi: $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$

Qarshilikning ba'zi bir kritik qiymati R_{kr} da bu ifoda nolga teng bo'lib qoladi. R_{kr} quyidagi $\frac{1}{LC} = \frac{R_{kr}^2}{4L^2}$ shartdan aniqlanadi. Chastota nolga teng bo'ladi va qarshilikning katta qiymatlarida mavhum bo'lib qoladi, ya'ni so'nuvchi tebranish ko'rinishidagi yechim o'z ma'nosini yo'qotadi. Bu vaqtda (90.1) tenglamaning yechimi apornodik xarakterga ega bo'ladi. 137-rasmda $q(t)$ ning bir xil C va L , lekin turli xil R uchun ($R_1 < R_2 < R_{kr} < R_4$) grafigi keltirilgan. Bu vaqtda boshlang'ich shartlar quyidagicha olinadi: $q(0) \neq 0$, $I(0) = 0$. shunga o'xshash grafiklar tok kuchi va kuchlanishda ham ro'y beradi.



137-rasm

Majburiy elektr tebranishlar. Konturdagi erkin tebranishlar aktiv qarshilik tufayli hammavaqt so'nadi. Agar konturga davriy ravishda tashqaridan ta'sir ko'rsatib turilsa, boshqacha bo'ladi, masalan $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$ qonun bo'yicha o'zgaruvchi manba ta'sirida bo'lsa. Bu sxema o'zgaruvchan tok zanjiridan iborat bo'ladi, uni avval vektor diagramma orqali o'rgangan edik (sinusoidal tok qonunlarida).

Hozir biz bu zanjirni boshqa tomondan — konturdagi majburiy tebranish nuqtai nazaridan qaraymiz. Asosiy differensial tenglama (90.1) bu holda quyidagicha bo'ladi:

$$\underbrace{L \frac{d^2 q}{dt^2}}_{U_L} + \underbrace{R \frac{dq}{dt}}_{U_R} + \underbrace{\frac{1}{C} q}_{U_C} = \underbrace{\varepsilon_0 \sin \omega t}_{\varepsilon}, \quad (91.1)$$

Bunday tenglama bilan ham sizlar mexanikada duch kelgansiz — kvazielastik kuch $f_x = -kx$, ishqalish kuchi $f_x = -b \frac{dx}{dt}$ va davriy majburiy kuch $f_x = f_0 \sin \omega t$ ta'sirida moddiy nuqtaning harakat differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = f_0 \sin \omega t, \quad (91.2)$$

Biz bilamizki, bu tenglamaning yechimi majburiy tebranishdir (jadval 2 ning chap ustuni). Bu yechimda $x(t)$, m , b , k larni mos ravishda $q(t)$, L , R , va $1/C$ ga almashtirib, shuningdek t_0 ni ε_0 ga biz (90.1) ning yechimini topgan bo'lamiz. (1-2 jadvaning o'ng ustuni). (91.1) dan $\beta = \frac{R}{2L}$ va (90.7) $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ larni hisobga olsak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$q_0 = \frac{\varepsilon_0}{\omega \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}, \quad (91.7)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R}{L\omega - \frac{1}{\omega C}}, \quad (91.8)$$

Kondensator zaryadining $q(t)$ vaqt bo'yicha o'zgarishini bilsak, (91.3) formula bo'yicha konturning barcha elementlaridagi tok kuchi va kuchlanishini topamiz:

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{dq}{dt} = \frac{d[q_0 \sin(\omega \cdot t + \varphi)]}{dt} = q_0 \omega \sin\left(\omega \cdot t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \\ U_R &= RI = q_0 \omega R \sin\left(\omega \cdot t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \\ U_C &= \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \sin(\omega \cdot t + \varphi) \\ U_L &= L \frac{dI}{dt} = L \frac{d[q_0 \cos(\omega \cdot t + \varphi)]}{dt} = q_0 L \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \varphi + \pi) \end{aligned} \right\}, \quad (91.9)$$

Shunday qilib, tebranish konturiga, uning elementlariga o'zgaruvchan kuchlanish manbai ulasak, konturda majburiy elektr tebranish hosil bo'ladi, barcha o'zgaruvchan elektr kattaliklar $I(t)$, $q(t)$, $U_C(t)$, $U_L(t)$ manba chastotasi, amplituda va fazasi bilan (kontur parametrlariga bog'liq bo'lgan) garmonik tebranma harakat qiladi. Majburiy tebranishlar uchun rezonans hodisasi xarakterlidir, tashqi ta'sir chastotasi tebranish konturining xususiy chastotasiga yaqinlashganda amplituda keskin oshib ketadi.

Tok kuchining amplitudasi (91.7) formula bo'yicha quyidagicha bo'ladi:

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}, \quad (91.10)$$

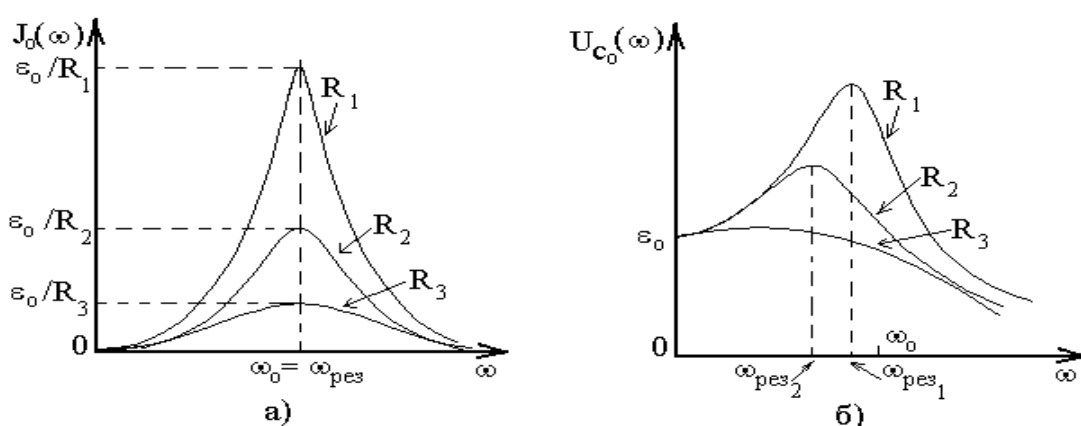
Bu formuladan ko‘rinadiki $\omega \rightarrow 0$ va $\omega \rightarrow \infty$ bo‘lganda $I_0(\omega) \rightarrow 0$, $L\omega - \frac{1}{\omega C} = 0$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$ bo‘lganda tok kuchi amplitudasi o‘zining maksimal qiymatiga erishadi, (91.10) formula quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$I_0^{\max} = \frac{\varepsilon_0}{R}, \quad (91.11)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, R oshganda tok kuchi kamayadi, ya’ni $I_0(\omega)$ egri chizig‘i pastga joylashadi. 138a)-rasmda $I_0(\omega)$ ning grafik bog‘lanishi, ya’ni tok kuchining rezonans egri chizig‘i aktiv qarshilikning 3 ta qiymati $R_1 < R_2 < R_3$ hamda L va C o‘zgarmas bo‘lgan hol uchun ko‘rsatilgan.

Shuni qayd qilamizki, tok kuchining rezonans chastotasi erkin so‘nmaydigan chastota ω_0 ga mos keladi, rezonansdan aniq ko‘rinadiki, konturning aktiv qarshiligi qancha kichik bo‘lsa;

Kondensatordagi kuchlanish amplitudasi quyidagiga teng:



138-rasm

$$U_{C_0} = \frac{q_0}{C} \quad (91.12)$$

formulasiga q_0 ning (90.5) ifodadan qiymatini qo‘ysak quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$U_{C_0} = \frac{\varepsilon_0}{CL\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}}, \quad (91.13)$$

$U_C(\omega)$ funksiyasi $U_{C_0} = \varepsilon_0$ hamma vaqt musbat, funksiyaning ekstremumini topish uchun (91.13)dan hosila olish kerak:

$$\frac{dU_C}{d\omega} = 0$$

Belgilab qo'yamizki, bu funksiyaning ekstremumi ildiz ostida turgan ifodaning maksimumi bilan mos keladi, ya'ni:

$$\frac{d}{d\omega}[(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\beta^2\omega^2] = 0 \text{ bundan } \omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} \quad (91.14)$$

Bu chastotada $U_{Co}(\omega)$ funksiyaning maksimumiga to'g'ri keladi, demak, keyingi formula rezonans chastotani aniqlaydi:

$$\omega_{\text{rezonans}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}, \quad (91.15)$$

138b)- rasmda rezonans egri chizig'i $U_{Co}(\omega)$ ning C va L bir xil bo'lgan va R ning har xil ($R_1 < R_2 < R_3$) qiymatlari uchun keltirilgan. R kamayishi bilan egri chiziqlar yuqoriga joylashadi, bu formula (91.15) dan ham ko'rinib turibdi. R kamayishi bilan β ham kamayadi, demak, U_{Co} oshadi. (90.13) dan kelib chiqadiki, kondensatordagi kuchlanish uchun rezonans chastota kamayib ω_0 dan kichik. Amaliy maqsadlar uchun ishlatiladigan konturlar uchun ($\beta \ll \omega_0$) $2\beta^2$ hadni (91.15) dan tashlab yuborish mumkin. Bu holda rezonans hamma o'zgaruvchan elektr kattaliklarda (q, I, U_R, U_C, U_L) ro'y beradi.

Asllik va uning xossalari. Kontur parametrlari R, L, va C lardan o'lchamsiz kattalik hosil qilish mumkin:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (92.1)$$

Bunga konturning aslligi deyiladi va uning asosiy xossasini xarakterlaydi. Asllik uchun bir nechta formula hosil qilish mumkin va ular uning fizik ma'nosini ochib beradi. Buning uchun quyidagi shart bajariladi deb hisoblaymiz, demak,

$$\omega_{\text{rez}} = \omega_{\text{xus}} = \omega_0.$$

Birinchidan, asllik so'nishning logarifmik dekrementiga teskari proporsional:

$$Q = \frac{\pi}{\lambda}, \quad (92.2)$$

Mexanika kursidan ma'lumki,

$$\lambda = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} = \ln \frac{Ae^{-\beta t}}{Ae^{-\beta(t+1)}} = \ln e^{-\beta T} = \beta T = \beta \frac{2\pi}{\omega} \quad (92.3)$$

(92.3) ga $\beta = \frac{R}{2L}$ va $\omega = \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ ning qiymatlarini qo'ysak (92.2) formulaga kelamiz:

$$Q = \frac{\pi}{\lambda},$$

Ikkinchidan, u kontur energiyasining nisbiy kamayishiga $\Delta W/W$ teskari proporsional:

$$Q = 2\pi \frac{W}{\Delta W}, \quad (92.4)$$

Konturdagi energiya quyidagicha aniqlanadi:

$$W = \frac{LI_0^2}{2} \quad (92.5)$$

Haqiqatda, tok kuchi maksimal bo'lgan ($I(t) = I_0$) kondensatordagi zaryad o'ga teng, konturdagi barcha energiya g'altakda to'plangan bo'ladi va (92.5) formula bilan aniqlanadi. Davr ichida energiyaning kamayishi (92.5) ga ko'ra $\Delta W = \frac{I_0^2 RT}{2}$, ifoda bilan aniqlanadi.

Agar $T = \frac{2\pi}{\omega}$, va $\omega = \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ ni hisobga olsak, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\Delta W = I_0^2 R \pi \sqrt{LC}, \quad (92.6)$$

Shunday qilib, (92.1) va (92.4) ga asosan asllikni yoza olamiz:

$$2\pi \frac{W}{\Delta W} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = Q, \quad (92.7)$$

Uchinchidan, asllik shuni ko'rsatadiki, kondensatordagi kuchlanish amplitudasi rezonans vaqtida $U_{C_0}^{(rez)}$ (138b)-rasm), manba EYUK amplitudasidan qancha katta ekanligini ko'rsatdi:

$$Q = \frac{U_{C_0}^{rez}}{\varepsilon_0}, \quad (92.8)$$

Haqiqatda Om qonuniga asosan, $U_{C_0} = (1/\omega C) I_0$.

Rezonans vaqtida

$$\omega = \omega_{rez} = \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad \text{va} \quad I_0^{rez} = \frac{\varepsilon_0}{R}. \quad (92.9)$$

Bundan,

$$U_{C_0}^{(rez)} = \frac{\varepsilon_0}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \varepsilon_0 Q, \quad (92.10)$$

bu esa (92.8) ni beradi. To'rtinchidan, u rezonans egri chizig'ining kengligiga teskari proporsional:

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}, \quad (92.11)$$

Rezonans egri chizig'ining kengligi yoki o'tkazish yo'lagi deb $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ chastota intervaliga aytiladi, ya'ni amplituda rezonans amplitudasiga nisbati $\sqrt{2}$ marta kichik bo'ladi. $\frac{\Delta\omega}{\omega_0}$ nisbatga rezonans egri chizig'ining nisbiy kengligi deb aytiladi.

Demak, katta asllikka ega bo'lgan konturlarda erkin tebranish sekin so'nadi.

Kondensatorni qarshilik orqali zaryadlash va zaryadsizlantirish jarayoni

Kondensatorni qarshilik orqali zaryadlash va zaryadsizlantirish doimiy tok manbaidan, sig'imdan, qarshilik va kalitdan iborat bo'lgan qurilmada amalga oshirish mumkin

Kondensatorni zaryadlash K kalitni 1 holatga o'tkazish orqali bajariladi, teskari yo'nalishda 1 dan 2 holatga ulab manba uziladi va kondensator R qarshilik orqali zaryadsizlantiriladi. Kondensatorning zaryadsizlanishini qaraymiz.

1. Kondensatorning zaryadsizlanishi yoki razryad. Razryadgacha kondensatordagi kuchlanish manbaning EYUK ga teng. Kalitni 1 holatdan 2 holatga o'tkazish bilan zaryadsizlanish boshlanadi va bu vaqt sanoq boshi uchun qabul qilinadi. Keyinchalik zanjirda manba bo'lmaganligi uchun $\varepsilon=0$ bo'ladi va Kirxgofning ikkinchi qoidasiga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_R + U_C = 0 \quad (82.1)$$

Bizning vazifamiz -kondensatordagi kuchlanishning vaqtga bog'liqligini $U_C(t)$ topishdan iboratdir, buning uchun (81.4) tenglamani shunday o'zgartiraylikki, natijada kuchlanish uchun differensial tenglama hosil bo'lsin. Shu maqsadda U_R ni o'zgartiramiz: $U_R = RI = R \frac{dq}{dt}$, lekin $q = CU_C$ bo'lgani uchun, uni vaqt bo'yicha differensiallab, $\frac{dq}{dt} = C \frac{dU_C}{dt}$ ga ega bo'lamiz, oxirida $U_R = RC \frac{dU_C}{dt}$, ga teng bo'ldi. Buni (82.1) ga qo'ysak va RC ga bo'lsak, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{RC} U_C = 0 \quad (82.2)$$

Bu tenglamani oson integrallash mumkin, agar o'zgaruvchilarni ajratish mumkin bo'lsa u vaqtda U_C ga bog'liq qismlarni chapga, t ga bog'liq qismlarni o'ng tomonga o'tkazsak: $\frac{dU_C}{U_C} = -\frac{1}{RC} dt$. Bu ifodaning ikkala tomonini integrallaymiz:

$$\int \frac{dU_C}{U_C} = -\frac{1}{RC} \int dt \quad (82.3)$$

yoki quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\ln U_C = -\frac{1}{RC} t + \ln A \quad (82.4)$$

Bu yerda, qulaylik uchun integrallash doimiysi $\ln A$ da olinadi. Keyingi ifodani potensirlab, quyidagiga ega bo'lamiz

$$U_C(t) = A e^{-\frac{t}{RC}} \quad (82.5)$$

Integarldagi doimiylik A ni boshlang'ich shartdan aniqlaymiz:

$$U_C(0) = \varepsilon, \quad t = 0$$

bo'lganda, $\varepsilon=A$ bo'ladi. Shunday qilib oxirida quyidagiga kelamiz:

$$U_C(t) = \varepsilon \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (82.6)$$

Bu yerda doimiylik $RC = \tau$ fizik ma'noga ega bo'ladi. Bu kattalikni formula (82.6) ga qo'ysak, quyidagi kelib chiqadi:

$$U_C(\tau) = \frac{U_C(0)}{e} \quad (82.7)$$

$\tau = RC$ vaqt oralig'ida, kondensatordagi kuchlanish e marta kamayadi ($e=2,7$). Demak τ vaqt kuchlanishning pasayish tezligini aniqlaydi, unga relaksatsiya vaqti yoki doimiy vaqt deyiladi. (82.6) formula grafiklari bo'lib, R va S lari turli xil bo'lgan ikkita zanjir uchun keltirilgan.

2.Kondensatorni zaryadlash. $U_C(0)=0$ bo'lgan zaryadlanmagan kondensator $t=0$ vaqtda doimiy tok manbaiga ulandi. Endi Kirxgofning ikkinchi qoidasiga asosan quyidagini yozamiz:

$$U_R + U_C = \varepsilon \quad (82.8)$$

O'tgan holdagi singari, $U_R = RC \frac{dU_C}{dt}$ va uni RC ga bo'lsak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{dU_C}{dt} + \frac{1}{RC} U_C = \frac{\varepsilon}{RC} \quad (82.9)$$

$U_C(t)$ o'rniga yangi noma'lum funksiya $U = U_C - \varepsilon$ ni kiritamiz. Bundan $U_C = U + \varepsilon$ topib va (82.9) tenglamaga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\frac{dU}{dt} + \frac{1}{RC} U = 0 \quad (82.10)$$

Bu tenglamaning yechimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$U(t) = A e^{-\frac{t}{RC}} \quad (82.11)$$

U vaqtda (82.11) ni hisobga olib yozamiz:

$$U_C = U + \varepsilon = A e^{-\frac{t}{RC}} + \varepsilon \quad (82.12)$$

A doimiylik boshlang'ich shartdan $U_C(0)=0$ aniqlanadi. $t=0$ deb olsak, $U(0)=A+\varepsilon$ bo'ladi. Bundan $A=-\varepsilon$ kelib chiqadi. Oxirida quyidagiga ega bo'lamiz:

$$U_C(t) = \varepsilon \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (82.13)$$

125-rasmda chiquvchi chiziq 1' va 2' bu (82.13) formulaning grafigi bo'ladi, ya'ni kondensatorni zaryadlash jarayonini ifodalaydi. Shunday qilib, kondensatorni manbadan qarshilik orqali zaryadlash ham uni R qarshilik orqali zaryadsizlantirish ham bir lahzada sodir bo'lmasada, asta sekin ro'y beradi va shuncha tez bo'ladiki, qanchalik doimiy vaqt $\tau = RC$ kichik bo'lsa.

Induktiv va qarshilikdan iborat zanjirda tokning o'zgarish qonunlari

Induktivlik g'altak L , qarshilik R , va doimiy tok manbai ε dan iborat zanjirni qaraymiz, zanjirni K kalit orqali uzish yoki ulash mumkin

1 Tokning yo‘qolishi Zanjirdan oqayotgan tok I_0 ni (K kalitni “1” holatga o‘tkazish orqali) $t=0$ vaqtda uzamiz. Bizga ma’lumki, o‘zinduksiya hodisasi tufayli tok zanjirda birdan nolga tenglashmaydi. Tokning vaqtga bog‘liqligini topish uchun Kirxgofning ikkinchi qoidasidan foydalanamiz, qaralayotgan zanjirda $t=0$ dan boshlab quyidagi ko‘rinishdagi formulaga ega bo‘lamiz:

$$U_L + U_R = 0 \quad (83.1)$$

Bu ifodaga U_L va U_R ning ifodalari orqali va L ga bo‘lsak, quyidagi kelib chiqadi:

$$\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} I = 0 \quad (83.2)$$

Bu tenglama tok kuchi $I(t)$ uchun xuddi $U_C(t)$ ko‘rinishga ega bo‘ladi, faqat farqi $\frac{1}{RC}$ koeffisient o‘rniga $\frac{R}{L}$ bo‘ladi. Shuning uchun (83.2) tenglamaning yechimi (82.6) kabi ifodalanadi. Faqat $U_C(t)$ ni $I(t)$ ga, $\frac{1}{RC}$ ni $\frac{R}{L}$ ga almashtirish kerak. U vaqtda, yozamiz

$$I(t) = I_0 e^{-\frac{R}{L}t} \quad (83.3)$$

2. Tokning o‘rnatilishi. Agar K kalit orqali manbani ulasak, u vaqtda o‘zinduksiya tufayli zanjirda tok birdan turg‘un holatga kelmaydi. Manbani ulagan holdan boshlab Kirxgof qonuni quyidagicha bo‘ladi:

$$U_L + R I = \varepsilon \quad (83.4)$$

(83.2) ni hisobga olsak va L ga bo‘lsak, quyidagi tenglikka ega bo‘lamiz:

$$\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} I = \frac{\varepsilon}{L} \quad (83.5)$$

O‘ng tomonini o‘zgartirsak, quyidagi kelib chiqadi:

$$\frac{\varepsilon}{L} = \frac{R\varepsilon}{LR} = \frac{R}{L} I_0 \quad (83.6)$$

U holda (82.6) ifoda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} I = \frac{R}{L} I_0 \quad (83.7)$$

(82.9) tenglamaga o‘xshash bo‘lib chiqadi, faqat doimiy kattalik boshqacha bo‘ladi: $\frac{1}{RC}$ o‘rniga $\frac{R}{L}$, ε o‘rniga I_0 bo‘ladi. Boshlang‘ich shartlar bir xil, izlanayotgan tenglama (82.13) kabi aniqlanadi:

$$I(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right) \quad (84.8)$$

(83.3) va (83.7) ko'rsatadiki, tokning yo'qolishi va turg'unlikka erishishi kondensatorni zaryadlash va zaryadsizlantirish qoidalariga o'xshash bo'ladi, doimiy vaqt $\tau = \frac{L}{R}$ ga teng bo'ladi. $I(t)$ ning grafigi ham zaryadlash va zaryadsizlantirish grafigiga o'xshash bo'ladi. 1 va 2 egri chiziqlar tokning yo'qolishiga, 1' va 2' - manbani ulaganda tokning o'rnatilishiga to'g'ri keladi.

Aktiv qarshilikka bo'lgan zanjir qismi uchun Om qonuni

R qarshilikka ega bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirini qaraymiz, sig'im va induktivlikni nol deb hisoblaymiz. Tok kuchi va kuchlanishning oniy qiymatlari uchun Om qonuni (83.1)ni hisobga olsak quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_R = RI = \frac{RI_0}{U_{R0}} \sin \omega \cdot t \quad (85.1)$$

Demak, kuchlanish U_R ham tok kuchi I kabi garmonik (bir hil chastota va faza bilan) harakat qiladi, tokning amplituda qiymati I_0 , kuchlanishining amplituda qiymati U_{R0} quyidagicha bog'langan bo'ladi:

$$U_{R0} = RI_0 \quad (82.2)$$

Sig'imga ega bo'lgan zanjir uchun Om qonuni

Endi zanjirda C sig'imga ega bo'lgan, qarshilik va induktivligi juda kichik bo'lgan zanjir qismini qaraymiz va undan $I = I_0 \sin \omega t$ miqdorda tok kuchi o'tayotgan bo'lsin.

Tok kuchi I bilan kuchlanish U_c o'rtasidagi bog'lanishni topish uchun $U_c = \frac{q}{C}$ formuladagi zaryad q ni tok kuchi orali ifodalash kerak bo'ladi. Ma'lumki, tok kuchi $I = \frac{dq}{dt}$ dan $dq = Idt$ ni topamiz. t vaqt ichida o'tgan zaryadni topish uchun keyingi ifodadani, integrallash kerak:

$$q = \int Idt = \int I_0 \sin \omega t dt = -\frac{I_0}{\omega} \cos \omega \cdot t = \frac{I_0}{\omega} \left(\sin \omega \cdot t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (86.1)$$

Shunday qilib, kondensatordagi kuchlanish quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U_c = \frac{q}{C}, \quad U_c(t) = \frac{I_0}{\omega C} \left(\sin \omega \cdot t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (86.2)$$

U ham ω burchak chastota bilan harakat qiladi, lekin kuchlanish $U_c(t)$ tok kuchidan faza jihatdan $\pi/2$ ga orqada qoladi.

U_{C0} va I_0 amplituda qiymatlari quyidagi munosabat bilan bog'langan:

$$U_{C0} = \frac{I_0}{\omega C} \quad (86.3)$$

Bu qonunni odatdagi Om qonuni bilan taqqoslasak ($U=RI$). Ko‘ramizki, $R_C = \frac{1}{\omega C}$ ifoda qarshilik vazifasini bajaradi va unga sig‘im qarshilik deyiladi.

Induktivlikka ega bo‘lgan zanjir qismi uchun Om qonuni.Endi qarshiligi va sig‘imi juda kichik bo‘lgan, L induktivlikka ega bo‘lgan zanjirni qaraymiz, (131-rasm) undan o‘tayotgan tok kuchi $I = I_0 \sin \omega \cdot t$ bo‘lsin. Induktiv qarshilikdagi kuchlanishni topamiz:

$$U_L = L \frac{dI}{dt} = L \frac{d(I_0 \sin \omega \cdot t)}{dt} = L\omega I_0 \cos \omega \cdot t = L\omega I_0 \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (87.1)$$

Shunday qilib, induktivlikdagi kuchlanish quyidagiga teng bo‘ladi:

$$U_L(t) = L\omega I_0 \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right), \quad (87.2)$$

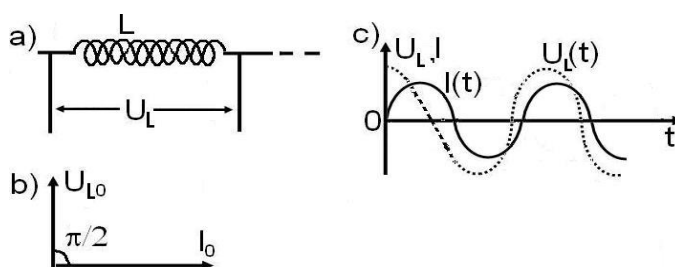
Kuchlanish ham ω chastota bilan garmonik harakat qiladi, lekin tok kuchi faza jihatdan kuchlanishdan $\pi/2$ ga ilari ketadi ($T/4$), tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlari biri-biri bilan quydagicha bog‘langandir:

$$U_{L0} = L\omega I_0 \quad (87.3)$$

Bundan quyidagini topamiz:

$$R_L = L\omega \quad (87.4)$$

Bu kattalik qarshilik vazifasi bajaradi va induktiv qarshilik deb aytiladi. Induktiv va sig‘im qarshiliklar reaktiv qarshilik deb, o‘tkazgichning oddiy qarshiligi R ni aktiv qarshilik deb aytiladi. Induktivlikka ega bo‘lgan o‘zgaruvchan tok uchun grafik va vektor diagramma 131 b) va c) - rasmda ko‘rsatilgan.



131-rasm

O‘zgaruvchan tok zanjirida energiya va quvvat.O‘zgaruvchan tok zanjirda energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishini qarab chiqaylik. Tashqi kuchlarning dt vaqt ichida bajargan ishi dA_{tashqi} aktiv qarshilikdan issiqlik energiya dQ ajralib chiqishga ketadi, shuningdek kondensatorning energiyasi dW_e va g‘altakning magnit energiyasini dW_{mag} o‘zgartirishga ketadi.

$$dA_{\text{tashqi}} = dQ + dW_{el} + dW_{\text{mag}} \quad (89.1)$$

Bu tenglikning ikkala tomonini dt ga bo‘lsak,

$$\frac{dA}{dt} = \frac{dQ}{dt} + \frac{dW_{el}}{dt} + \frac{dW_{mag}}{dt} \quad (89.2)$$

Vaqt birligi ichida bajarilgan ish dA/dt ta'rif bo'yicha quvvatga teng bo'ladi, shuning uchun chap tomonda manba quvvati $P=dA/dt$ turadi:

$$\frac{dQ}{dt} = P_R, \quad \frac{dW_{el}}{dt} = P_C, \quad \frac{dW_{mag}}{dt} = P_L \quad (87.3)$$

Ko'rsatamizki, quvvatlardan har biri tegishli qismdagi kuchlanish va tok kuchining ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Haqiqatdan ham, $\varepsilon=A/dq$, $Q=I^2Rt$, $U=RI$, $W=CU^2/2$ va $W=LI^2/2$ formuladan foydalanib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P_{haqiqiy} = \frac{dA_{tashqi}}{dt} = \frac{\varepsilon dq}{dt} = I\varepsilon \quad (89.4)$$

$$P_R = \frac{dQ}{dt} = \frac{IU_R dt}{dt} = IU_R \quad (89.5)$$

$$P_C = \frac{dW_e}{dt} = \frac{d\left(\frac{CU_c^2}{2}\right)}{dt} = \frac{2CU_c dU_c}{2dt} = \frac{CU_c d\left(\frac{q}{C}\right)}{dt} = \frac{U_c dq}{dt} = IU_c \quad (89.6)$$

$$P_L = \frac{dW_{magn}}{dt} = \frac{d\left(\frac{LI^2}{2}\right)}{dt} = \frac{2LI dI}{2dt} = I\left(\frac{LdI}{dt}\right) = IU_L \quad (89.7)$$

Shunday qilib, energiyaning saqlanish qonuni (89.1) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\underbrace{I\varepsilon}_{P_{haqiqiy}} = \underbrace{IU_R}_{P_R} + \underbrace{IU_C}_{P_C} + \underbrace{IU_L}_{P_L} \quad (89.8)$$

Bu ifodani I ga bo'lsak, Kirxgofning ikkinchi qonuniga ega bo'lamiz, demak bu qonun energiyaning saqlanish qonunining natijasi ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

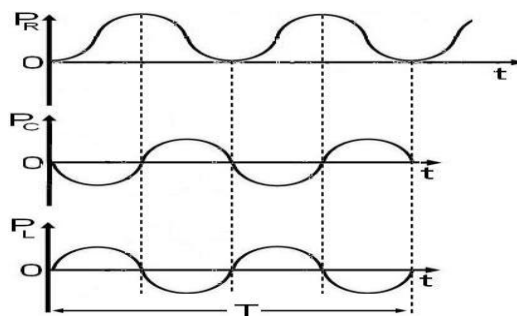
Tok kuchi uchun $I=I_0 \sin \omega t$ ifodani qo'llab, U_R , U_C va U_L kuchlanishlarning (85.1), (86.2), (87.2) qonunlar bo'yicha o'zgarishini hisobga olsak, tegishli quvvatlar uchun quyidagi ifodalarni topamiz:

$$P_R = IU_R = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_R \sin \omega \cdot t = I_0 U_R \sin^2 \omega \cdot t \quad (89.9)$$

$$P_C = IU_C = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_{C0} \sin\left(\omega \cdot t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{I_0 U_C}{2} \sin(2\omega \cdot t - \pi) \quad (89.10)$$

$$P_L = IU_L = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_{L0} \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{I_0 U_{L0}}{2} \sin 2\omega \cdot t \quad (89.11)$$

R_C va R_L uchun formulalarni chiqarishda biz $\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2}[\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$ dan va kosinus va sinusning keltirish formulalaridan foydalandik. Bu formulalarning grafiklari quyidagi 134-rasmda ko'rsatilgan.



134-rasm

T davr ichida elektr va magnit energiyalarining o'zgarishini topamiz. $P = \frac{dW}{dt}$ formulasidagi kelib chiqadiki, energiyaning dt vaqt ichida o'zgarishi $dW = Pdt$ ga teng, demak, energiyaning davr bo'yicha o'zgarishi $\int Pdt$ integral bilan aniqlanadi. (89.9), (89.11) formulalarni hisobga olsak, topamiz:

$$\Delta W_{el} = \int_0^T P_C dt = \frac{I_0 U_{C0}}{2} \int_0^T \sin(2\omega t - \pi) dt = 0 \quad (89.12)$$

$$\Delta W_{magn} = \int_0^T P_L dt = \frac{I_0 U_{L0}}{2} \int_0^T \sin 2\omega t dt = 0 \quad (89.13)$$

Shunday qilib, elektrik va magnit maydon energiyalarining davr bo'yicha o'zgarishi va shu bilan birga o'rtacha quvvatlar $\bar{P}_N$ va $\bar{P}_L$ ($\bar{P} = \int_0^T \frac{Pdt}{T}$ bilan aniqlanadi) nolga teng: $\bar{P}_N = \bar{P}_L = 0$. Kondensator tomonidan davrning ulushlarida qancha energiya olsa, shu vaqtda undan shuncha miqdorda elektr maydoni energiyasi oshadi ($\bar{P}_N > 0$), xuddi shuncha energiya kondensatorga qaytadi. Shu davr ulushlarida, elektr maydon energiyasi kamayadi ($\bar{P}_N < 0$). Xuddi shunday hol g'altakning magnit maydoni energiyasi uchun ham sodir bo'ladi. Demak, sig'imli va induktivli zanjir qismlarida energiya to'planmaydi va zanjirdan ajralib ham chiqmaydi. Shu sababga ko'ra, $\bar{P}_N$ va $\bar{P}_L$ quvvatlar va shu bilan birga qarshiliklar (R_C va R_L) ga reaktiv deb aytiladi.

R qarshilikli sohada boshqacha bo‘ladi. Bu yerda ham T davr ichida ajralib chiqqan issiqlik miqdori ΔQ ni, shunindek o‘rtacha quvvat $\bar{P}_R$ ni topamiz:

$$dQ = \int_0^T P_R dt = I_0 U_{R0} \int_0^T \sin^2 \omega t dt = \frac{I_0 U_R T}{2} \quad (89.14)$$

yoki

$$\bar{P}_R = \int_0^T P_R dt = \frac{I_0 U_R}{2} \quad (89.15)$$

Bu qismda zanjirdan uzluksiz ravishda energiya ajralib chiqadi. (o‘rtacha $\frac{I_0 U_R}{2}$).

Shu sababli quvvat $\bar{P}_R$ va shu bilan birga qarshilik R ga aktiv deyiladi.

Om qonunidan ($U_R = RI_0$) foydalanib, va $U_R = U_0 \cos \varphi$ (128b)-rasm) bu diagrammadan kelib chiqadigan ifodadan foydalanib, o‘rtacha aktiv quvvatni bir necha shakllarda yozamiz:

$$\bar{P}_R = \frac{I_0 U_R}{2} = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{I_0 U_0 \cos \varphi}{2} \quad (89.16)$$

T vaqt ichida ajralib chiqqan issiqlik:

$$\Delta Q = \bar{P}_R T = \frac{I_0^2 RT}{2} \quad (89.17)$$

Joul-Lens qonuni ($Q = I^2 Rt$) ga ko‘ra, xuddi shunday issiqlik miqdori shu qarshilikda T vaqt ichida doimiy tok kuchi $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ o‘tganda ham ajralib chiqar edi:

$$\Delta Q = I_{eff}^2 RT = \frac{I_0^2 RT}{2} \quad (89.18)$$

Doimiy tok tomonidan ham shu vaqt ichida (T davr) o‘zgaruvchan tokda ham teng issiqlik miqdori aktiv qarshilikda ajralib chiqsa, unga ta’sir etuvchi yoki o‘zgaruvchan tokning effektiv qiymati deb aytiladi. Tok kuchining ta’sir etuvchi qiymati $\sqrt{2}$ marta uning amplituda qiymatidan kichikdir. Xuddi shunday, $U_{eff} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ kattalik ham,

$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}}$ kattalik ham kuchlanish va EYUKning ta’sir etuvchi qiymati deb ataladi.

Shuni alohida qayd qilamizki, tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlari uchun Om qonunlari o‘rinli bo‘ladi, ta’sir etuvchi qiymatlari uchun ham, chunki bir hil ko‘paytiruvchilar, $\sqrt{2}$ tenglikning ikkala qismida ham qisqarib ketadi.

Formula (89.16) ni tok kuchi va kuchlanishning ta’sir etuvchi qiymatlari orqali yozamiz:

$$\bar{P}_R = I_{eff} U_{Reff} = I_{eff}^2 R = I_{eff} U_{eff} \cos \varphi \quad (89.19)$$

To‘la kuchlanish va tok kuchi o‘rtasidagi fazalar farqining kosinusi quvvat koeffisienti deyiladi. Quvvat koeffisienti $\cos \varphi$ zanjirning xarakteriga bog‘liq. Sof aktiv qarshilikli zanjir uchun

$$\varphi = 0 \text{ va } \cos \varphi = 1, P = I_{eff} U_{eff} = I_{eff}^2 R = \frac{U_{eff}^2}{R} \quad (89.20)$$

Sof sig‘im va sof induktiv qarshilikli zanjir uchun $\cos \varphi = 0$, bu vaqtda o‘rtacha qiymat nolga teng bo‘ladi. Buning sababi shundaki, kuchlanish va tok kuchlari faza jihatdan davrning to‘rtidan bir qismiga farq qiladi; kuchlanish nolga teng bo‘lganda, tok kuchi maksimal qiymatga erishadi yoki aksincha.

Agar sanoat elektr tarmoqlariga fazalar farqini katta miqdorga o‘zgartiradigan qurilmalar ulangan bo‘lsa, tarmoqda foydasiz quvvatni kamaytirish uchun bunday qurilmaga induktivlik yoki sig‘im ulanadi, natijada fazalar farqi kamayadi, $\cos \varphi$ oshadi. Amaliyotda EYUKning berilgan qiymatida berilgan qarshilikda maksimal quvvat olish talab qilinadi. $L\omega - \frac{1}{\omega C} = 0$ bo‘lganda zanjirning to‘la qarshiligi R_R ga teng bo‘ladi yoki $U_L + U_C = 0$ va $U = U_R$ bo‘ladi, butun berilgan kuchlanish aktiv qarshilik qismga to‘g‘ri keladi. Bu vaqtda $\varphi = 0$, $\cos \varphi = 1$ bo‘ladi.

15-mavzu: Geometrik optika.

Reja:

1. Yorug‘likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
2. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo‘jaligida qo‘llanilishi,
3. Yoritilganlik, Yorug‘lik kuchi, Ravshanlik. Yorug‘likning tirik organizmga ta‘siri.
4. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.

Optika yorug‘lik haqidagi fan bo‘lib, fizikaning boshqa bo‘limlari bilan uzviy bog‘langandir. Ya‘ni optik jarayonlarni o‘rganish fizikaning boshqa bo‘limlarini rivojlanishiga zamin yaratadi.

Masalan: Atom va molekular tuzilishi haqidagi zamovaniy nazariya spektroskopiya sohasidagi kashfiyotlar natijasida yuzaga keldi.

Xuddi shuningdek optika fanisiz boshqa tabiiy fanlarni ya‘ni ximiya, biologiya, astronomiya va texnika fanlarini tasavvur qilish qiyindir (mikroskop, teleskop, televideniya). Ayniqsa so‘nggi yillarda kashf etilgan lazer nurlar esa fan, texnikani rivojlanishini asosiy omili bo‘ldi.

Optikani ana shu yutuqlarga olib kelgan qonunlarni o‘rganishdan oldin uning tarixiga qisqacha nazar solaylik, uning tabiatini o‘rganaylik.

Yorug‘lik tabiati haqidagi masalalar qadim zamondan turli xil olimlar tomonidan turlicha talqin qilinib kelgan.

Masalan: Eramizdan 300 yil oldin yashab o‘tgan ayrim olimlar yorug‘lik nuri go‘yoki ko‘zdan chiqib xuddi barmoqlarga o‘xshab jismlarni ushlab ko‘rgandek xabar beradi deb tushuntirsa, ayrimlari esa yorug‘lik jismlardan chiqadi va bu chiqqan yorug‘lik bizni ko‘zimizga tushib ko‘rish sezgisini uyg‘otadi.

Albatta bunday tushunchalar noto‘g‘ri edi. 1675 yilda **Isak Nyuton** tomonidan yoruG‘ likni korpuskulyar nazariyasi taklif etildi ya‘ni u yoruG‘ lik juda kichik zarrachalardan korpuskulyarlardan iborat bo‘lib, bu zarrachalar chuG‘ lanib, yarqirab turgan jismlar tomonidan chiqarilib ular katta tezlik bilan tezlik bo‘ylab harakat qiladilar deb tushuntirdilar.

YoruG‘ likni **korpuskulyar nazariyasi** bilan birgalikda 1690 yilda yoruG‘ likni **to‘lqin nazariyasi** paydo bo‘ldi va rivojlandi. Bu nazariya **Isak Nyutonning** korpuskulyar nazariyasidan butunlay farq qilib uning asosini golland olimi Gyuygens edi.

Gyuygens **yorug‘lik bu butun olamni to‘ldiruvchi elastik muhitda tarqaluvchi to‘lqin deb tushuntirdi.**

Dastlabki 100 yillar mobaynida korpuskulyar nazariyasining tarafdorlari ko‘proq edi lekin, XIX asrning boshlarida o‘sha vaqtda ma‘lum bo‘lgan barcha optik hodisalarni fransuz olimi **Freni** yoruG‘ likning to‘lqin nazariyasi asosida tushuntirdi va natijada to‘lqin nazariyasi ko‘pchilik tomonidan tan olindi.

Xuddi shuningdek 1864 yilda Maksivel yoruG‘ likning elektron maydon nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga asosan **yoruG‘ lik tez o‘zgaruvchan** elektron maydon to‘lqinidan (elektron maydon to‘lqinlar $\vec{E}$ va $\vec{H}$ maydonlar bilan xarakterlanadi) iborat bo‘lib, elektron maydon to‘lqin tezligi havoda taqriban yoruG‘ lik tezligiga teng

$$\mathcal{G}_{\text{e/m}} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/c}.$$

1887 yilda nemis olimi G.Gers tomonidan yoruG‘ lik ta‘sirida metallardan elektronlarni ajratib chiqish hodisasini kashf etildi. Bu hodisani mohiyatini tushuntirishda elektron magnit to‘lqinlarni alohida **«porsiyalar»** yoki **«kvantlarning»** (fotonlar) shaklida nurlanadilar deb faraz qilishga olib keldilar.

Xuddi shuningdek 1900 yilda Plank elektron maydon to‘lqinlarni uzluksiz ravishda emas balki diskret ravishda ya‘ni **ayrim** kvantlar ko‘rinishida nurlanadi degan xulosaga keldi. 1945 yilda rus olimi Vavilov tomonidan yoruG‘ lik kvantlarni bevosita kuzatishga imkon beradigan asbob yaratdi va natijada yoruG‘ lik kvant nazariyasi uzil kesil isbot etildi.

YoruG‘ likning korpuskulyar va to‘lqin nazariyalari moddaning sindirish ko‘rsatgichi bilan yoruG‘ likning muhitdagi tarqalish tezligi orasida boG‘ lanishlar mavjudligini ko‘rsatdilar.

Isaak Nyuton nazariyasiga asosan yorug‘likning sinish qonuni quyidagicha tushuntiradi. Yorug‘lik nuri sindirish ko‘rsatgichlari n_1 va n_2 bo‘lgan ikki muhit chegarasiga tushsin. Birinchi muhitda yorug‘likni tezligi $\mathcal{G}_1$ ikkinchi muhitda $\mathcal{G}_2$ ga teng bo‘lsin

Faraz qilaylik $n_1 \prec n_2$ bo'lib, birinchi muhitdagi yoruG' lik tezligini gorizontal tashkil etuvchi $\mathcal{G}_{1x}$ va vertikal tashkil etuvchi $\mathcal{G}_{2z}$ bo'lsin xuddi shuningdek ikkinchi muhitdagi bu tezlikni gorizontal va vertikal tashkil etuvchilari mos ravishda $\mathcal{G}_{2x}$ va $\mathcal{G}_{2z}$ bo'lsin. Birinchi muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotgan yorug'likning tezligi yoruG' lik zarrachalari va muhit zarrachalari orasidagi ta'sir natijasida o'zgaradi va bu o'zgarish ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun ham tezlikning vertikal tashkil etuvchilari o'zgarib $\mathcal{G}_{1z} \neq \mathcal{G}_{2z}$ bo'ladi. Gorizontal tashkil etuvchilari o'zgarmaydi natijada esa $\mathcal{G}_{1x} = \mathcal{G}_{2x}$ bo'ladi. Rasmdan ko'rinadiki,

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{\mathcal{G}_{1x}}{\mathcal{G}_1} & (1) \\ \sin \eta = \frac{\mathcal{G}_{2x}}{\mathcal{G}_2} & (2) \end{cases}$$

Bu hol uchun quyidagini yozish mumkin.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \eta} = \frac{\mathcal{G}_{1x} / \mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_{2x} / \mathcal{G}_2} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad (3)$$

sinish qonuniga asosan esa

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \eta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

(3) va (4)-tengliklarni chap tomonlari o'zgarib teng bo'lganligi uchun ularni o'ng taraflari ham o'zaro teng bo'ladi.

Ya'ni

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad (5)$$

Faraz qilaylik yoruG' lik bo'shliqdan (vakuumdan) biror bir muhitga tushayotgan bo'lsin u holda vakuum uchun $n_1 = 1$, $\mathcal{G}_1 = c$ bo'ladi. S-yoruG' likni vakuumda tarqalish tezligi.

Agar $\mathcal{G}_2 = \mathcal{G}$; $n_2 = n$ deb olsak (5) ga asosan

$$n = \frac{\mathcal{G}}{c} \quad (6)$$

bo'ladi.

Bu esa qonunga teskaridir. Yorug'likning to'liq nazarivasi esa bu ifodaga teskari bo'lgan xulosaga keldi.

Gyuygens prinsipiga asosan yoruG' lik to'liqini yetib kelgan har bir nuqta o'z navbatida ikkilamchi to'liqin manbai bo'ladi.

Geometrik optikani asosiy qonunlari.

qadimdan geometrik optikani quyidagi 4 ta qonuni ma'lumdir:

1. YoruG' likning to'G' ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni.
2. YoruG' lik nurining mustaqillik qonuni.
3. YoruG' likning qaytish qonuni.
4. YoruG' likning sinish qonuni

YoruG' lik to'G' ri chiziq tarqalish qonuni quyidagicha ta'riflanadi. YoruG' lik **bir jinsli muhitda to'G' ri chiziG' bo'ylab tarqaladi.** Soya va yarim soyalarni hosil bo'lishi ushbu qonunni isbotidir.

YoruG' likning nurlarining mustaqillik qonuni shundan iboratki unchalik kuchli bo'lmagan yoruG' lik nurlari bir-biri bilan uchrashganda ular bir-biriga xalaqit bermaydi lekin, nurlar uchrashgan ($\cdot$) ning yoritilganligi oshadi. Bu qonunni mavjudligini isbotlovchi omil qilib bir vaqtning o'zida inson ko'zi bir nechtabuyumlarni ko'rishni aytish mumkin. Chunki turli joylarda joylashgan buyumlardan qaytgan nurlar bir-biriga xalaqit bermasdan inson ko'ziga tushadi va ko'rish sezgisini uyG' otadi, agar turli buyumlardan kelayotgan nurlar bir-biriga xalaqit berganda edi bu buyumlarni biz bir paytda alohida-alohida ko'rmagan bo'lar edik.

YoruG' lik nurining qaytish va sinish qonuni quyidagichadir.

Agar yor nuri ikkita tiniq muhit chegarasiga tushsa bu nurning bir qismi qaytadi bir qismi sinib ikkinchi muhitga o'tadi.

rasm

Qaytgan nur uchun quyidagi ta'rifni aytish mumkin. Tushuvchi nur qaytgan nur va tushish ($\cdot$) sig'a o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi tushish qaytish va sinish burchaklari to'G' risida aytish kerak. YoruG' likning tushish burchagi qaytish burchagiga teng ya'ni $\alpha = \beta$.

YoruG' likning sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Tushuvchi va nur tushish ($\cdot$) ga o'tkazilgan normal va singan nur bir tekislikda yotadi. Tushish burchagining sinishning sinish burchagining sinusiga bo'lgan nisbat ikki muhit uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan olingan sindirish ko'rsatgichiga tengdir ya'ni

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \eta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$$

Bu yerda n_1 va n_2 birinchi va ikkinchi muhitlarning sindirish ko'rsatgichlari.

1.2. Asosiy fotometrik kattaliklar.

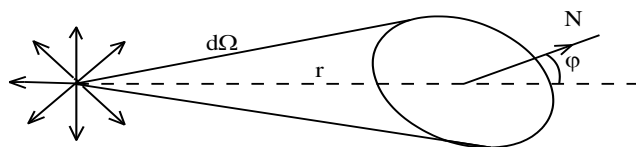
YoruG‘ likni ko‘zga yoki boshqa qayt qiluvchi asboblarga ko‘rsatadigan tasviri bu dastavval, yoruG‘ lik to‘lqini eshitadigan energiyani shu asbobga berishidir. Shuning uchunbiz optik hodisalarni qarab chiqishdan oldin yoruG‘ likni o‘lchash ya’ni fotometriya to‘G‘ risida to‘xtalib o‘tamiz.

Fotometriya bu yoruG‘ lik to‘lqini eshitayotgan energiyani o‘lchashdan iboratdir.

1. Yorug‘lik oqimi.

YoruG‘ lik to‘lqini muqitda tarqalar ekan u o‘zi Bilan birga ma’lum energiyatar qatadi. Yorug‘ lik to‘lqini bilan tarqaluvchi bu energiyani xarakterlash uchun yoruG‘ lik oqimi tushunchasi kiritiladi.

Biz dastlab bir jinsli va **izotrop** muhitdagi $(\cdot)$ manbaning nurlanishini ko‘rib chiqsak $(\cdot)$ manbadan izotrop muhitda tarqalayotgan to‘lqin sirti sferik bo‘ladi.



Agar biz $\alpha\tau$ yuzadan (t) vaqt davomida o‘tadigan yoruG‘ lik energiyasining miqdorini (αW) bilan belgilasak u holda ta’rifga asosan $\frac{\alpha W}{t}$ nisbat $(\alpha\tau)$ yuza orqali o‘tadigan yoruG‘ lik oqimiga teng bo‘ladi.

Boshqacha aytganda bu **yorug‘lik oqimi** $(\alpha\Omega)$ fazoviy burchak chegarasida tarqalib $(\alpha\tau)$ yuzadan o‘tgan **energiyadir**.

Fazoviy burchak kattaligi quyidagiga tengdir.

$$\alpha\Omega = \frac{\alpha\tau}{r^2} \cos \varphi \quad (1)$$

Bu yerda $\varphi \rightarrow$ konus o‘qi va $\alpha\tau$ yuzaga o‘tkazilgan tashqi normal (N) orasidagi burchak. n -nuqtaviy manbadan $(\alpha\tau)$.

2. Yorug‘lik kuchi.

Fazoviy burchak kattaligiga to‘g‘ri keluvchi yorug‘lik oqimiga yorug‘lik kuchi deyiladi.

Agar biz yoruG‘ lik oqimini $\alpha\Phi$ bilan belgilangan u holda ta’rifga asosan ya’ni

$$I = \frac{\alpha\Phi}{\alpha\Omega} \quad (2)$$

yoki bundan

$$\alpha\Phi = I\alpha\Omega \quad (3)$$

Ko‘p hollarda yoruG‘ lik kuchi yo‘nalishga bo‘G‘ liq bo‘ladi. **YoruG‘ lik kuchi**

yoʻnalishga boʻliq boʻlgan manbalarga anizotrop manbalar deyiladi.

Izotrop manbalar uchun $\alpha\Omega = 4\pi$ boʻlib uning yoruGʻ lik kuchi

$$I = \frac{\Phi}{4\pi} \quad (4)$$

boʻladi.

3. Yoritilganlik.

Yoritilganlik deb sirt birligiga toʻGʻ ri keluvchi yoruGʻ lik kattaligiga aytiladi. Agar yoritilganlikni (E) bilan belgilasak uning qiymati aytilgan taʼrifga asosan quyidagiga teng boʻladi.

$$E = \frac{\alpha\Phi}{\alpha\tau} = \frac{I\alpha\Omega}{\alpha\tau} = \frac{I \cos \varphi}{\eta^2} \quad (5)$$

bu yerda

$$\alpha\Omega = \frac{\alpha\tau \cos \varphi}{n^2} \quad (6)$$

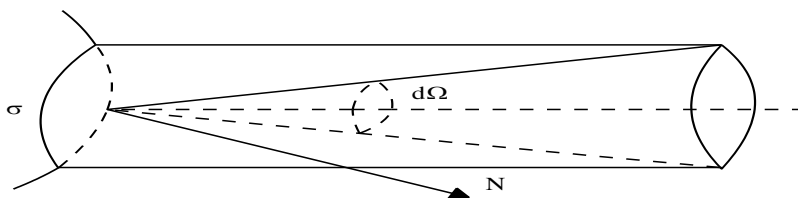
bu yerda φ -sirtga oʻtkazilgan normal va yoruGʻ lik oqimi yoʻnalishi oʻrtasida burchakdir.

4. Ravshanlik.

Yuqorida biz koʻrib oʻtdikki berilgan yoʻnalishda ($\cdot$) yoruGʻ lik manba nurlanishi yoruGʻ lik kuchi bilan xarakterlanar ekan. Agarda yoruGʻ lik manbai ($\cdot$) viy boʻlmasdan maʼlum bir oʻlchamga ega boʻlsa bunday manbalar xarakterlanishi uchun **ravshanlik degan tushuncha kiritiladi.**

Ravshanlik bu yuza birligidan maʼlum yoʻnalish boʻyicha fazoviy burchakda nurlantirayotgan yoruGʻ lik oqimidir. Agar ravshaanlikni (B) belgilasak u holda (τ) yuzaga ega boʻlgan yoruGʻ lik manbai nurlanishini $\alpha\Omega$ fazoviy burchakdagi yoruGʻ lik oqimi quyidagi teng boʻladi.

$$\alpha\Phi = B_{\varphi}\alpha\Omega\tau \cos \varphi \quad (7)$$



(7)-tenglikdan ravshanlikni topsak quyidagiga ega boʻlamiz.

$$B_{\varphi} = \frac{\alpha\Phi}{\tau\alpha\Omega \cos \varphi} = \frac{I\alpha}{\tau\alpha \cos \varphi} = \frac{I}{\tau \cos \varphi} \quad (8)$$

(8)-dan ko‘rinadiki ravshanlik yo‘nalishiga bo‘G‘ liq ekan. Lekin shunday manbalar mavjudki, bunday manbalarning ravshanligi yo‘nalishga bo‘G‘ liq emas. Ana shunday manbalarga **Lambert qonuniga bo‘ysinuvchi manbalar deyiladi.**

Faqatgina aniqlangan ana shunday

1 sham- bu to‘la nurlantirgichning 1m^2 yuzasidan platinani qotish temperaturasida ($2046,6^\circ\text{K}$) nurlantiruvchi yuzaga o‘tkazilgan normal yo‘nalishdagi yoruG‘ lik kuchining $1/60$ qismiga tengdir.

Xalqaro SI sistemasida yoruG‘ lik kuchi birligi sifatida kandela qabul qilingan.

Kandela – bu to‘la nurlangich $1/600000\text{m}^2$ yuzasidan shu yuzaga ($\perp$) yo‘nalishda $R=101325\text{ pa}$ bosimda va platinani qotish temperaturasiga teng temperaturada nurlantirilayotgan yoruG‘ lik kuchidir.

Qolgan barcha fotometrik kattaliklar **hosilaviy** kattaliklardir.

b). YoruG‘ lik oqimi birligi 1lyumen bo‘lib, $d\Phi = I\alpha\Omega$ formuladan $I = 1\text{kg}$:

$d\Omega = 1\text{sr}$ $1\text{lyumen}=1\text{kg}\cdot 1\text{sr}$

v). Yoritilganlikning birligi 1Lyuks bo‘lib,

$$1_{\text{lyo}} = \frac{d\Phi}{d\sigma} = \frac{1\text{lm}}{1\text{m}^2} \text{ bo'ladi}$$

g).Yorituvchanlik ham Lyukslarda yolchanadi.

d).Ravshanlikning birligi 1 nitdir

$$1_{\text{nit}} = \frac{1\text{kg}}{1\text{m}^2} = \frac{1\text{lm}}{1\text{m}^2 \cdot \text{sr}}$$

Ko‘p hollarda fotometrik kattaliklarni energetik birliklarda o‘lchashga zaruriyat tuG‘ iladi. Buning uchun yoruG‘ lik oqimidan energetik oqimga o‘tish kifoyatdir.

Bu holda SI sistemasida quyidagidek bo‘ladi.

a). YoruG‘ lik oqimi $\frac{\text{BT}}{\text{sr}} = \frac{\text{W}}{\text{sr}\cdot\text{sr}}$ bo‘ladi.

b). Ravshanlik $\frac{\text{BT}}{\text{m}^2\text{sr}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{sr}\cdot\text{sr}}$ bo‘ladi.

v). Yoritilganlik va yorituvchanlik $\frac{\text{BT}}{\text{m}^2} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{sr}}$ bo‘ladi.

To‘lqin uzunligi $\lambda = 5550^\circ\text{A}$ bo‘lgan yoruG‘ likning 1lyumen yoruG‘ lik tezligiga $0,0016\text{VT}$ quvvatmas keladi ya’ni:

$1\text{lm}(\lambda=5550^\circ\text{A})=0,0016\text{VT}$ yoki $1\text{VT}(\lambda=5550^\circ\text{A})=650\text{lyumen}$

Nazorat savollari.

1. Yorug‘likning bir jinsli muhitda tarqalishini tushuntiring.

2. YoruG' likning qaytish qonuniga ta'rif bering.
3. YoruG' likning sinish qonunini ifodalovchi formulani yozing.
4. YoruG' lik to'linining asosiy xarakteristikalarini nimadan iborat?
5. YoruG' lik oqimi, uning birligi.
6. YoruG' lik kuchi, uning birligi.
7. Yoritilganlik formulasini yozing va tushuntiring.
8. Ravshanlikni yo'nalishga boG' liqlik ifodasini yozib tushuntiring.

16-mavzu: Yorug'likning moddalar bilan o'zaro tasiri.

Reja:

1. Yorug'likning yutilish. Yutilish qonunlari.
2. Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
3. Yorug'likning ikkilanib sinishi.
4. Fotoelektron kollorimetrlar, ularning ishlash prinsipi va ishlatilish sohalari.

Yorug'likning yutilishi.

Moddalardan yoruG' lik nuri o'tganda yoruG' lik to'linining elektromagnit maydoni ta'sirida modda elektronlari tebranadi, ya'ni bu to'lin energiyasining bir qismi elektronlarning tebranishiga sarf bo'ladi. Boshqacha aytganda yoruG' lik nuri biror moddadan, masalan suyuqlikdan o'tganda uning intensivligi kamayadi va yoruG' likning yutilishi sodir bo'ladi. Tajriba ko'rsatadiki yoruG' likning yutilishi moddaning tabiatiga va tushuvchi yoruG' likning to'lin uzunligiga boG' liq bo'lar ekan.

Faraz qilaylik yoruG' lik qalinligi (d) ga teng bo'lgan suyuqlik qatlamidan o'tsin.

Bu qatlamni xayolan bir-biriga teng bo'lgan (dx) elementar qatlamlarga bo'lib chiqamiz. Har bir elementar qatlamda yoruG' likning yutilishi tufayli intensivlikning kamayishi quyidagicha bo'ladi.

$$dI_x = -kI_x dx \quad (1)$$

yoki

$$\frac{dI_x}{I_x} = -k dx \quad (2)$$

(2) tenglikni integrallasak, (0 dan d gacha) butun qatlamdan o'tgan yoruG' likning intensivligini topgan bo'lamiz, ya'ni

$$\int_{I_0}^I \frac{dI_x}{I_x} = -k \int_0^d dx \quad (3)$$

yoki

$$I = I_0 e^{-kd} \quad (4)$$

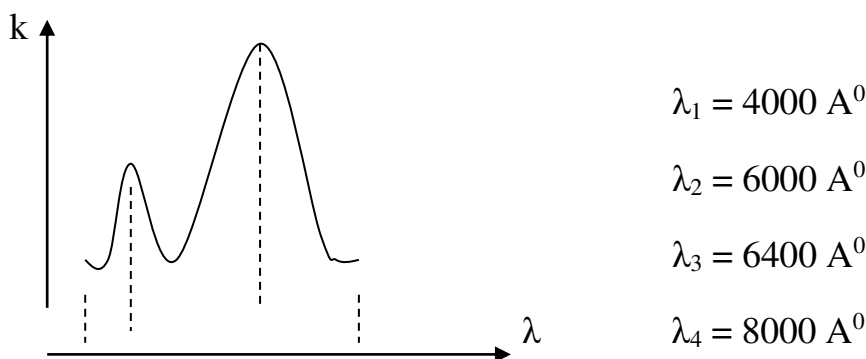
(4) formulaga Buger formulasi deyiladi.

Bu yerda k – yutilish koeffitsiyenti

d – qatlam qalinligi

I_0 ; I esa – tushuvchi va o‘tgan yorug‘lik intensivligi.

Tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki yutilish koeffitsienti (k) to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lar ekan. Quyidagi rasmda (k) ni (λ) bo‘liqlik grafigi keltirilgan.



(4) formulani kichik konsentrasiyalı eritmalar uchun ishlatish mumkin, katta konsentrasiyalı eritmalarda bu qonundan chetlanish mavjud bo‘ladi.

Agar yorug‘likning eritma tarkibidagi eruvchi modda yutssa va erituvchi modda yutmasa, u holda

$$k = Ac \quad (5)$$

bo‘ladi. A – konsentrasiyaga bo‘liq bo‘lmagan va yutuvchi modda molekulası uchun xarakterli bo‘lgan kattalik.

c – eritmaning konsentrasiyasi

(5) ni hisobga olgan holda Buger qonunini yozsak

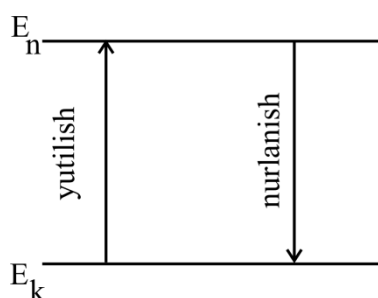
$$I = I_0 e^{-Acd} \quad (6)$$

(6) formulaga Buger – Ber formulasi deyiladi.

Yorug‘likning yutilishini kvant nazariyasi asosida tushuntirish

Kvant nazariyasiga asosan atom va molekulalar uzluksiz emas, balki diskret kattalikdagi energiyaga ega bo‘ladi (asosiy va uyG‘ongan holatlar). Yorug‘lik moddada tarqalganda energiyaning bir qismi yutiladi, bir qismi (uyG‘ongan holatlardan asosiy holatga o‘tishda nurlangan energiya bilan birgalikda) moddadan chiqadi.

Kvant nazariyasida tebranish chastotasi o‘rniga energetik holatlar orasidagi o‘tishlar chastotasi kiritiladi:



$$\omega_{nk} = \frac{E_n - E_k}{\hbar} \quad (4)$$

bu yerda E_k – atomning biror K – holatdagi energiyasi, E_n – atomning biror n – holatdagi energiyasi, $\hbar = 6,62 \cdot 10^{-34}$

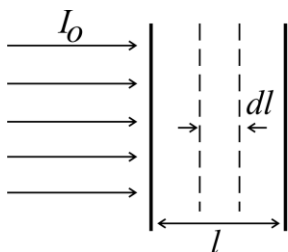
J_{*s} - Plank doimiysi. Chastotaning bu sharti ko'rsatadiki, atom n – holatdan K – holatga o'tilganda energiya chastotasi ω_{nk} bo'lgan nurlanish kvanti shaklida chiqariladi va kvant nazariyasining asosiy qoidasiga asosan uning energiyasi $E = h\omega_{nk}$ bo'ladi. Har bir atom uchun aniq qiymatli E_1, E_2, E_3, E_k va h. k. energiyalar yoki energetik satxlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun atom faqat aniq kvantlarni yutish yoki nurlantirish mumkin. Modda atom va molekulalari bitta foton yutib uyG'ongan holatga o'tsa, bunga bir fotonli yutilish deyiladi.

Buger-Beer formulasi. Tajriba ko'rsatadiki, yoruG'lik intensivligining $\alpha\ell$ masofada o'zgarish $\alpha\ell$ masofa va intensive-likning kattaligiga proporsional:

$$dI = -\alpha I d\ell \quad (5)$$

bu yerda α - yutuvchi modda xususiyatiga boG'liq bo'lib, yutilish koeffitsiyenti deb ataluvchi o'zgarmas kattalikdir. Minus ishorasi yutuvchi modda qatlamining oshishi bilan undan o'tayotgan yoruG'lik intensivligining kamayishini ko'rsatadi.

YoruG'likni yutuvchi qatlamga (chegaraga yoki modda ichidagi biror joyga) tushuvchi yoruG'likning intensivligi I_0 ga teng bo'lsin. Moddaning ℓ qalinlikdagi qatlamidan o'tgan yoruG'likning intensivligi I ni topish uchun (5) ifodani 0 dan ℓ gacha bo'lgan oraliqda integrallaymiz (1-rasm):



1-rasm

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\int_0^\ell \alpha d\ell$$

$$\ln I - \ln I_0 = -\alpha\ell \text{ yoki } \ln \frac{I}{I_0} = -\alpha\ell \text{ bundan}$$

$$I = I_0 e^{-\alpha\ell} \quad (6)$$

(6) tenglama 1729 yilda Buger tomonidan asoslangan va Buger qonuni deyiladi. Bu qonun yutuvchi qatlam qalinligi arifmetik progressiya bo'yicha ortsa, undan o'tayotgan yoruG'lik intensivligi geometrik progressiya bo'yicha kamayishini ko'rsatadi. Yutilish koeffitsienti tushuvchi yoruG'likning intensivligi va yutuvchi qatlamning qalinligiga boG'liq emas, degan tasdiq bu qonunning fizik ma'nosini tashkil etadi.

Zichliklari bir xil taqsimlangan moddalarda olib borilgan tadqiqotlar ko'rsatadiki, yoruG'likning yutilish koeffitsienti yutuvchi molekulalar soniga proporsional ekan, ya'ni eritma olingan bo'lsa konsentratsiya C ga proporsional bo'ladi.

Boshqacha qilib aytganda, yutilish koeffitsienti α quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = A \cdot C \quad (7)$$

va Bugerning umumlashgan formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$I = I_0 e^{-AC\ell} \quad (8)$$

A – eritilgan modda molekulasini xarakterlovchi yutilish koeffitsienti bo‘lib, konsentratsiyaga bo‘g‘liq emas. Bu tasdiq, ya‘ni A ning konsentratsiyaga bo‘g‘liq emasligini tasdiqlaydigan (7) qonun Beer tomonidan 1852 yilda kashf etilgan. Shu sababli (8) formula Buger-Beer qonuni deyiladi. $\tau = I/I_0$ – o‘tkazish koeffitsienti, eritmaning shaffofligi deyiladi.

$$D = -\ln \tau = \ln \frac{I_0}{I} \quad (9)$$

muhitning optik zichligi deyiladi.

Beerning ta‘rifiga asosan A doimiy kattalik bo‘lib konsentratsiyaga bo‘g‘liq bo‘lmazligi bilan birga molekulaning yutilish qobiliyati uning atrofidagi molekulalarning ta‘siriga ham bo‘g‘liq bo‘lmaydi. Bu holatni qoida deb qabul qilish bilan birga, shuni ham qayd qilish zarurki, konsentratsiyani etarlicha oshirganimizda, ya‘ni yutuvchi molekulalar orasidagi masofani kamaytirsak, bu qoidadan anchagina chetlanishni kuzatamiz. Bundan tashqari A koeffitsient erituvchi moddaning tabiatiga ham bo‘g‘liq bo‘lishi, ya‘ni yutuvchi molekulani o‘rab olgan molekulalarning ham tabiatiga bo‘g‘liq bo‘lish aniqlangan.

Umumiy holda A ni konsentratsiyaga bo‘g‘liq emas deb hisoblash mumkin va Buger-Beer umumlashgan formulasi yutilishni o‘lchash yo‘li bilan yutuvchi moddalarning konsentratsiyasini aniqlashda katta foyda beradi. Bu usul laboratoriyalarda va sanoat korxonalarida ximiyaviy analiz qilish murakkab bo‘lgan xollarda moddalarning konsentratsiyasini tez aniqlash uchun keng qo‘llaniladi.

Yutilish koeffitsienti. Metallarda yutilish koeffitsienti juda katta (10^3 – 10^4 sm^{-1}) bo‘ladi. Bu hodisa metallarda erkin elektronlar mavjudligi bilan tushuntiriladi. Erkin elektronlarning majburiy tebranishi tez uyG‘otiladi va katta amplitudaga ega bo‘ladi. Metall yuzasiga tushayotgan yoruG‘lik to‘lqini o‘z energiyasini tez sarflaydi va juda kichik chuqurlikka singadi.

Dielektrlarda yutilish koeffitsienti yuqori emas (10^{-3} – 10^{-5} sm^{-1}) ammo ularda to‘lqin uzunligining ba‘zi sohalarida yoruG‘likning tanlab yutilishi kuzatiladi va yutish ko‘rsatkichi oshadi. Dielektrlarda erkin elektronlar bo‘lmaydi va yoruG‘lik yutilishining keskin oshishi rezonans chastotada, ya‘ni yoruG‘lik to‘lqinlari chastotasi dielektrik elektronlarning xususiy tebranish chastotasiga yaqin kelganida kuzatiladi.

Qattiq va suyuq holdagi moddalarning (rangli moddalar eritmalarining ham) yutilish spektrlari keng yutilish yo‘llarini beradi va ularning kengligi atom holdagi gazlarning yutilishi chiziqlari kengligidan ming va yuz martalab keng bo‘ladi.

Bir atomli gazlar (buG‘langan metallar) yutilish spektri kengligi angestrimning yuzdan biriga teng qisqa yutilish chiziqlari bilan xarakterlanadi.

Gazning bosimini oshira borsak, spektrda yutilish chiziqlari kenggaya boradi va yuqori bosimlarda suyuqliklarning spektriga o'xshab qoladi. Bu xodisa yaqqol ko'rsatadiki, gazlarning yutilish spektrida chiziqlarning kengayishi atomlar orasida o'zaro ta'sir oshishi bilan tushuntiriladi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, yutilish chiziqlarining mavjudligi atomlardagi elektronlarning xususiy tebranishini ko'rsatadi, chiziqlarning kengligi esa atomlar yoki molekularlar orasidagi ta'sir kuchlarini xarakterlaydi.

Yutilish koeffitsientining yorug'lik intensivligiga bog'liqligi. Buger-Beer qonunini chiqarishda chiziqli optikaning asosiy prinsipi – optik hodisalar xarakterining yorug'lik intensivligiga bog'liq emasligi hisobga olingan. Shuning uchun bu qonun kuchsiz yorug'lik maydonida yaxshi natija beradi. S.I. Vavilov tomonidan olib borilgan tekshirishlar katta intensivliklarda moddaning yorug'lik yutish qobiliyatining kamayishini ko'rsatadi.

Moddadan kuchli yorug'lik oqimi o'tganda uning shaffofligi keskin o'zgaradi. Kuchsiz yorug'lik oqimi uchun optik shaffof bo'lmagan moddalar kuchli nurlar uchun shaffof bo'lib qoladi. Teskarisi, shaffof bo'lmagan moddalarning noshaffof bo'lib qolishi ham uchraydi.

Kuchli yorug'lik oqimi natijasida yutish koeffitsientining o'zgarishi quyidagicha tushuntiriladi.

Moddaga tushayotgan yorug'lik intensivligining oshishi bilan uyg'ongan holatga o'tayotgan atom va molekular soni oshib boradi. Yorug'lik oqimi intensivligi oshishi bilan moddaga tushayotgan nurlanishni yutish mumkin bo'lgan uyg'onmagan atom va molekular soni kamayadi. Pirovardida bu kamayish yuqori intensivlikda yutish koeffitsientining o'zgarishiga olib keladi.

Kotton – Muton doimiysi S_{k-m} quyidagicha aniqlanadi.

$$C_{K-M} = \frac{n_H - n_0}{nH^2} \quad (1)$$

n-moddaning sindirish ko'rsatkichi, N-magnit maydon kuchlanganligi. S_{k-m} o'rniga ko'pincha S_λ ishlatiladi.

$$C_\lambda = C_{K-M} \frac{n}{\lambda} = \frac{n_k - n_0}{\lambda H^2} \quad (2)$$

Kotton-Muton hodisasi Kerr samarasining kelib chiqishiga o'xshatib tushuntiriladi. Bu hodisani suyuqliklarda kuzatish uchun magnit maydon kuchlanganligi (10905 - 17034) · 10² A/M chegarasida bo'lishi kerak.

Nazorat savollari.

1. Qutblanish hodisasi qanday kuzatiladi?
2. Turmalin kristalining asosiy xossalari tushuntirng.
3. Optik o'q nima?
4. Polyarizatorning vazifasi nimadan iborat?
5. Analizatorning vazifasi nimadan iborat?

18-mavzu: Kvant nurlanish hodisalari.

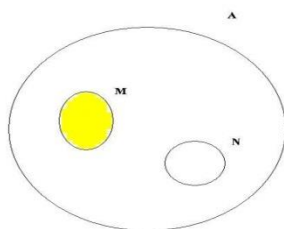
Reja:

1. Issiqlik nurlanishi. Absolyut qorq jism.
2. Kirxgof va Vin qonunlari. Stefan –Bolsman qonuni.
3. Yorug`likning issiqlik manbalari.
4. Optik pirometriya. Yorug`lik bosimi.
5. Fotoeffek, uning tutlari, qonunlari va texnologik jarayonlarda qo`llanilishi.

Elektromagnit nurlanish moddaning atom va molekulalari tarkibiga kiruvchi zaryadlarning tebranishi natijasida yuzaga keladi. Misol, modda molekulalari va atomlarining tebranma va aylanma harakati natijasida infraqizil nurlanish hosil bo`ladi. Bundan tashqari atomda elektronlarning yuqori energetik sathdan pastki energetik sathga o`tishlari natijasida ko`zga ko`rinadigan va infraqizil nurlanish ham hosil bo`lishi mumkin. Binobarin, har qanday jism o`zining ichki energiyasi hisobiga elektromagnit to`lqin nurlantiradi. Bunday nurlanishga issiqlik yoki haroratli nurlanish deyiladi. Haroratning oshishi bilan nurlanish zichligi oshadi. Issiqlik nurlanishi mutlaq noldan yuqori bo`lgan ixtiyoriy haroratda hosil bo`ladi. Haroratli nurlanish spektri tutash yoki yaxlit bo`ladi. Bunday spektrda energiyaning taqsimoti haroratga bo`g`liqdir. Past haroratlarda bunday nurlanish asosan infraqizil nurlanishdan, yuqori haroratlarda esa ko`zga ko`rinadigan va ultrabinafsha nurlanishdan iborat bo`ladi.

Tabiatdagi har qanday jism nur chiqarishi bilan birgalikda boshqa jismlar tomonidan chiqarilayotgan energiyani bir qismini yutadi va bunday jarayoniga nur yutish deyiladi. Jism nur yutgan paytda uning harorati oshadi, ya`ni u isiydi.

Haroratli nurlanish muvozanatli nurlanishdir, buni quyidagicha o`tkaziladigan tajriba asosida kuzatish mumkin. A bo`shliq ichida M mutlaq qora jism va N mutlaq qora bo`lmagan jismlar joylashgan bo`lsin. Ma`lum vaqtdan keyin dinamik muvozanat yuzaga keladi, ya`ni har bir jism qancha nur yutsa o`shancha nur chiqaradi. Bunday hodisani kuzatish uchun A bo`shliq yoruG`likni yaxshi qaytaradigan va unga tashqaridan elektromagnit to`lqin kirmaydigan bo`lishi kerak. Bunday holatga mos keladigan haroratga issiqlik muvozanati harorati deyiladi. Jismni nur chiqarish va nur yutish jarayonlarini miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun quyidagi kattaliklar qabul qilingan.



1). Jismning nur chiqarish qobiliyati. Bu kattalik $E_{\nu T}$ jism sirtining yuza birligidan birlik chastota oralig`ida 1 sekundda chiqariladigan energiya miqdorini ifodalaydi va uning o`lchov birligi (J/m^2s) ga tengdir.

2). Jismning nur yutish qobiliyati. Bu kattalikni $A_{\nu T}$ jismning yutgan energiyasini shu jismga tushgan barcha energiya miqdoriga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi.

$$A(\nu, T) = \frac{dW_{\nu, \nu+d\nu}^{yutilgan}}{dW_{\nu}^{tushgan}} \quad (1)$$

Barcha olib borilgan tajribalar ko'rsatadiki jism tomonidan chiqarilgan yoki yutilgan energiya miqdori (yorug'lik oqimi) turli xil to'liq uzunliklari uchun turlicha bo'lar ekan. $E_{\nu T}$ va $A_{\nu T}$ jismning spektral nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarini bildiradi.

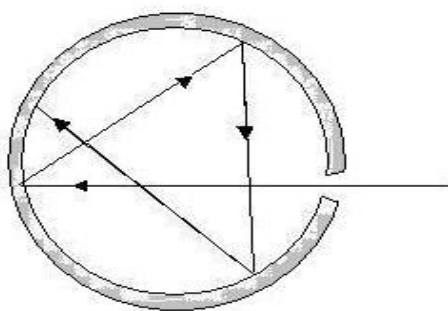
$$E_{\nu T} = dF/d\nu \quad (2)$$

$$A_{\nu T} = dF^1/dF \quad (3)$$

Bu formulalarda dF tushuvchi va dF^1 yutilgan yorug'lik oqimini ifodalaydi. Misol, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nuri uchun alyuminiyning nur yutish qobiliyati 0,1 ga misniki 0,5 va suvniki 0,67 ga tengdir.

Har qanday haroratda o'ziga tushadigan yorug'lik energiyasini to'la yutadigan jismga mutlaq qora jism deyiladi va uning nur yutish qobiliyati barcha to'liq uzunliklari uchun bir xil bo'lib $A_{\nu T} = 1$. O'z xossalariga asosan qora qurum absolyut qora jismga yaqin ($A_{\nu T} = 0.95$). Amalda mutlaq qora jism modelini quyidagi ko'rinishda yasash mumkin. Ichki sirti qoraytirilgan va kichkina teshikka ega bo'lgan kovak olinadi. Bunday teshikka tushgan nur kovakning ichki sirtidan ko'p marta qaytishi natijasida tashqariga chiqmaydi.

Mutlaq qora jism tushuvchi nurni yutish bilan birga ma'lum sharoitda o'zi ham nur chiqaradi. Past haroratlarda kovakning teshigi qora bo'lib, yuqori haroratlarda yorug'lik nur chiqarayotgan bo'lib ko'rinadi. Ko'z qorachiG'i va po'lat eritiladigan pechkadagi teshik mutlaq qora jismga misol bo'la oladi.



Kirxgof qonuni

Mutlaq qora jismni nur chiqarish qobiliyatini $\epsilon_{\nu T}$ va nur yutish qobiliyatini $a_{\nu T}$ bilan belgilaymiz. Faraz qilamizki birinchi jismni nur chiqarish qobiliyati $E_{\nu T}^1$ va nur yutish qobiliyati $A_{\nu T}^1$ bo'lib ikkinchi jism uchun bu kattaliklar $E_{\nu T}^2$ va $A_{\nu T}^2$ bo'lsin va

$$E_{\nu T}^1 = n E_{\nu T}^2 \quad (4)$$

bo'lsin, ya'ni birinchi jism ikkinchi jismga qaraganda n marta ko'p nur chiqarsin. Bunga mos raishda nur yutish qobiliyatlari uchun quyidagi tenglikni ham yozish mumkin

$$A_{\nu,T}^{(1)} = n A_{\nu,T}^{(2)} \quad (5)$$

Bu ikkala tengliklarga asosan quyidagi tenglikni yozish mumkin

$$\frac{E_{\nu,T}^{(1)}}{A_{\nu,T}^{(1)}} = \frac{E_{\nu,T}^{(2)}}{A_{\nu,T}^{(2)}} \quad (6)$$

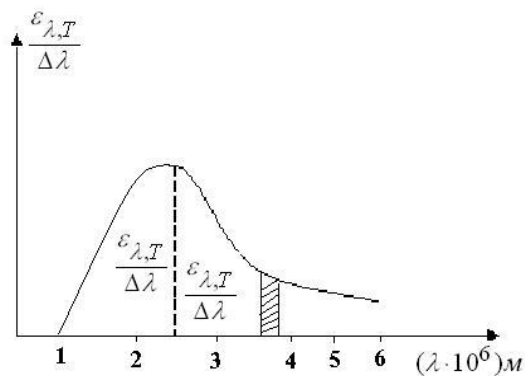
Faraz qilamizki, ajratilgan tizim, nur chiqarish qobiliyatlari $Y_{\nu T}^{(2)}, Y_{\nu T}^{(3)} \dots$ va nur yutish qobiliyatlari $A_{\nu,T}^{(1)}, A_{\nu,T}^{(2)}, A_{\nu,T}^{(3)}$ bo'lgan jismlardan iborat bo'lib ulardan biri mutlaq qora jism bo'lsin. Natijada yuqorida keltirilgan muloxazalarga asosan quyidagi natijani yozish mumkin.

$$\frac{E_{\nu,T}^{(1)}}{A_{\nu,T}^{(1)}} = \frac{E_{\nu,T}^{(2)}}{A_{\nu,T}^{(2)}} = \frac{E_{\nu,T}^{(3)}}{A_{\nu,T}^{(3)}} = \frac{\varepsilon_{\nu,T}}{a_{\nu,T}} = \varepsilon_{\nu,T} \quad (7)$$

chunki $\alpha_{\nu,T} = 1$. Keltirilgan (7) ifoda Krixgof qonunini ifodalaydi. Bu qonunni quyidagicha ta'riflash mumkin. Berilgan haroratda barcha jismlar uchun nur chiqarish qobiliyatini nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, bu nisbat huddi shu haroratda olingan mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga teng bo'ladi.

Stefan-Bolsman qonuni

Krixgof qonunidan ma'lumki jismni nur chiqarish qobiliyatining nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga teng. Binobarin Stefan-Bolsmanlar Krixgof qonunini e'tiborga olib mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyatini haroratga bog'liqligini aniqladi. Quyidagi rasmda $T=1259$ K temperaturada mutlaq qora jismning nurlanish spektridagi energiyani taqsimlanish egrisi keltirilgan.



Bu taqsimot egri chiziG' i va absissa o'qi bilan chegaralangan yuza 1259 K haroratda qora jismning nur chiqarish qobiliyati ε_t ni bildiradi. Energiyaning taqsimlanish egrisiga asosan berilgan $T=1259$ K haroratda mutlaq qora jism nurlanishining maksimumi $\lambda = 2,4 \cdot 10^{-6}$ m ya'ni infraqizil nurlanish to'liq uzunligiga to'qri keladi. Mutlaq qora jismning to'liq nur chiqarish qobiliyatining haroratga bog'liqligi quyidagicha ko'rinishga ega bo'lgan Stefan-Bolsman qonuni bilan ifodalanadi.

$$\varepsilon_T = \int_0^{\infty} \varepsilon_{\nu,T} \cdot d\nu = \delta \cdot T^4 \quad (8)$$

Ya'ni mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyati uning mutlaq haroratining to'rtinchi darajasiga mutanosibdir. (8) tenglikdagi δ Stefan-Bolsman doimiysi bo'lib uning qiymati quyidagiga teng: $\delta = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ vt/(m}^2 \text{ grad)}$. Stefan-Bolsman qonunini mutlaq qora bo'lmagan jismlar uchun quyidagi ko'rinishda saqlash mumkin.

$$Ye = VT^n \quad (9)$$

Bu formuladagi n tajribada aniqlanadi. Misol: platina uchun $T = 1000 \text{ K}$ yaqinida $Ye = 5,56 \cdot 10^{-15} T^{4,77}$ va volfram uchun $Ye = 5,9 \cdot 10^{-17} T^{5,85}$. Temperaturaning oshishi bilan ularga o'xshash moddalar uchun V va n ning qiymatlari o'zgarib turadi.

Vinning siljish qonuni

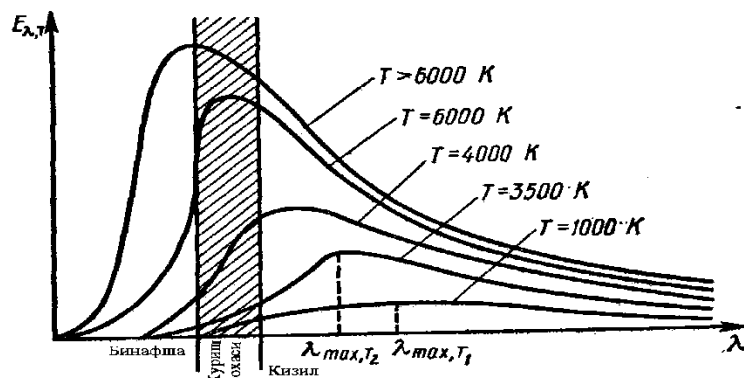
Mutlaq qora jismning nurlanishini harakterlovchi qonunni nazariy ravishda asoslab ε ni chastota va temperaturaga bo'g'liqligi $\varepsilon = f(\nu, T)$ ko'rinishga ega ekanligini Vin ko'rsatdi. Vinga asosan mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyati quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\varepsilon_{\nu,T} = c \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

yoki

$$\varepsilon_{\lambda,T} = (c^5 / \lambda^5) f(c / \lambda T) \quad (10)$$

ε_{λ} ni to'liq uzunligiga bo'g'liqlik grafigi quyidagi rasmda keltirilgan. Mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyati harorat oshishi bilan ortib boradi.



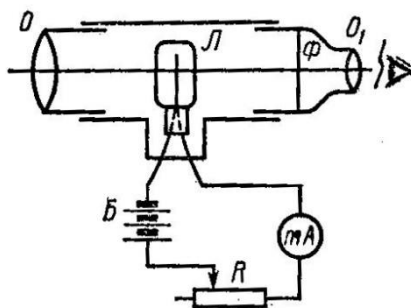
Nurlanish energiyasining maksimumiga to'g'ri keladigan to'liq uzunligi esa kamayib boradi. Mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyatini ifodalovchi (10) formulaga asosan ko'rsatish mumkinki energiya maksimumining vaziyati quyidagi shartga asosan aniqlanadi.

$$T \cdot \lambda_{max} = b \quad (11)$$

Bu ifodaga Vinning siljish qonuni deyiladi. Bunda $b = 0,2897 \cdot 10^{-2} \text{ m.grad}$. Vin qonunini quyidagi ko'rinishda ta'riflash mumkin. Mutlaq qora jismning nurlanish

energiyasining maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi uning mutlaq haroratiga teskari mutanosibdir.

Issiqlik nurlanishi qonunlariga asoslanib nur chiqaruvchi jismning haroratini aniqlash mumkin. Bunda aniq bitta to'lqin uzunligi uchun ma'lum spektral intervaldagi cho'g'langan jismning nurlanishi mutloq qora jismning nurlanishi bilan solishtiriladi. Bunday solishtirish ipi yo'qoladigan va quyidagicha tuzilishga ega bo'lgan pirometr yordamida amalga oshiriladi.



Obyektivning fokusida L elektr lampkasi joylashtiriladi. Tekshiriladigan manba sirti obyektiv yordamida pirometrdagi lampochka ipi tekisligiga proyeksiyalantiriladi. Okulyar bir vaqtning o'zida pirometr lampochkasi ipining o'rta qismi va tekshiriladigan manba sirtining tasvirini kuzatishga imkon beradi.

Lampkani qizdirish uchun kerak bo'ladigan elektr toki A. ampermetr yordamida hisoblanadi. Haroratni o'lchashda pirometr lampkasidagi ipning rangi cho'g'langan manba rangiga tenglashguncha tokning qiymati boshqariladi. Bunda haroratni aniqlash uchun A-ampermetr dastlabki darajalashga ega bo'lishi kerak. Bunda agar jism mutlaq qora bo'lsa harorat haqiqiy bo'ladi, chunki darajalash ana shunday jism yordamida amalga oshiriladi. Agar jism mutlaq qora bo'lmasa u holda aniqlangan harorat ravshanlik harorati bo'ladi.

Maks Plankning kvantlar haqidagi gipotezasi

Yuqorida qaralgan issiqlik nurlanishning barcha qonunlari termodinamikaga asoslangan. Bundan farqli hamda Reley birinchi marta issiqlik nurlanish xodisalarini tushintirishda statistik fizika usullarini qo'lladi. Releyga asosan $\nu, \nu + d\nu$ chastota oraliG'ida joylashadigan hususiy chastotalar soni, muvozanatli elektromagnit nurlanish joylashgan bo'shliqning xajmining kvadratiga, chastotaning kvadratiga va oraliq kengligiga to'g'ri mutonosibdir, ya'ni $dN \sim \nu^2 d\nu$. Muvozanatli tizimda energiyani erkinlik darajalari bo'yicha tekis taqsimlanish qonunidan foydalanib va har bir tebranma erkinlik darajasiga to'g'ri keladigan energiya miqdori KT ga tengligidan foydalanib, Reley jismning nur chiqarish qobiliyati uchun quyidagi ifodani aniqladi.

$$\varepsilon(\nu, T) \sim \nu^2 KT \quad (11. a)$$

bunda K- Bolsman doimiysi. Jins Reley G'oyasidan foydalanib (11.a) ifodaning aniq ko'rinishini topamiz.

$$E(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{C^2} KT \quad (11. b)$$

Bu ifoda chastotaning past sohasidagina to'g'ri natijalarni beradi. Barcha chastota aniqliklarida nur chiqarish qobiliyatini temperaturaga bo'g'liqligini aniqlash uchun Plankning kvantlar haqidagi gipotezasi va formulasi o'rinli bo'ladi.

Yuqorida bayon etilgan Stefan-Bolsman va Vin qonunlari mutlaq qora jism nurlanishini hususiy qonunlaridir, chunki ular turli haroratlarda nurlanish energiyasini to‘lqin uzunliklar bo‘yicha taqsimlanishini ifodalamaydi. Bunday masalani hal etish uchun M. Plank fizikada nurlanish istalgan chastota va energiyaga ega bo‘lgan uzluksiz elektromagnit to‘lqindan iborat degan tushunchani rad etdi. M. Plank gipotezasiga asosan biror aniq nur chiqaruvchi tizim uchun energiyasi quyidagi tenglik bilan aniqlanadigan elektromagnit to‘lqini alohida porsiyalarda chiqarish va tarqalishi mumkin.

$$E = h\nu \quad (12.a)$$

Bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s Plank doimiysi, ν -chastota.

Nurlanishni bu bo‘laklariga yoruG‘ lik kvantlari deyiladi.

Ma’lumki mumtoz fizikada ixtiyoriy tizim energiyasi (garmonik ossillyator ham) uzluksiz ravishda o‘zgarishi mumkin). Plank tomonidan olG‘ a surilgan gipotezaga asosan ossillyatorning energiyasi faqat diskret qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

$$E_n = nE_0 \quad (12.b),$$

bunda $n=1,2,3,\dots$. E_0 -kvantning eng kichik bo‘lagining energiyasi.

Energiyaning nurlanishi yoki yutishi ossillyatorning bir diskret holatdan ikkinchi holatga o‘tishi natijasida hosil bo‘ladi.

Bolsman taqsimotiga asosan ko‘rsatish mumkinki energetik sathlarni diskret joylashishida ossillyatorning o‘rtacha energiyasi

$$\bar{E} = \frac{E_0}{(e^{E_0/kT} - 1)} \quad (12.v)$$

bo‘ladi. Bu holda mutloq qora jismni nur chiqarish qobiliyati uchun quyidagi ifoda hosil bo‘ladi.

$$\varepsilon(\nu T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \bar{E} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{E_0}{e^{E_0/kT} - 1} \quad (12.g)$$

Agar (10.11a) ni hisobga olsak u holda (10.11g) ga asosan quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

$$\varepsilon(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (13)$$

Bu formulaga Plank formulasi deyiladi. Plank formulasidan quyidagi hulosalar kelib chiqadi.

a) Garmonik ossillyator energiyasining elementar bo‘lagi tebranish chastotasiga to‘G‘ ri mutanosibdir. Elektronning atomdagi tebranishini garmonik ossillyator deb qarash mumkin.

b) Bir xolatdan ikkinchi xolatga utish ossillyator tomonidan nurlantirilgan yoki yutilgan kvantning energiyasi nurlantirilgan yoki yutilgan yoruG‘ lik chastotasiga to‘G‘ ri mutanosibdir.

Fotoeffektning kvant nazariyasi

Fotoeffektning birinchi qonunini to‘lqin nazariyasi yordamida tushuntirish mumkin bo‘lgan holda, uning ikkinchi va uchunchi qonunlarini bu nazariya asosida tushuntirish mumkin emas. Bu qonunlarni tushuntirish uchun M.Plankning kvant nazariyasiga asoslanamiz.

Plank gipotezasini rivojlantirib, Eynshteyn quyidagi xulosaga keladi: nafaqat nurlanuvchi yoruG‘ liklar, balki, tarqalayotgan hamda yutilayotgan nurlar ham kvant xossasiga ega bo‘lib, ular bu jarayonni ma’lum bir ulushlar (porsiyalar) bilan amalga oshiradi hamda ular foton oqimlaridan iborat bo‘ladi. Agar foton (kvantlar) energiyasi elektronning metall sirtidan chiqish ishidan katta bo‘lsa, elektron katoddan ajralib chiqadi va shu bilan birga anodga yetib borishi uchun $\frac{mv^2}{2}$ kinetik energiyaga ham ega bo‘lmoG‘ i kerak. Agar fotonning energiyasi metall sirtidan elektronning chiqish ishi va elektronning kinetik energiyasi yig‘indisidan kam bo‘lsa, metall sirtidan chiqqan elektron qaytib u sirtga tushadi. Shunday qilib, fotoeffekt hodisasi ro‘y berishi uchun fotonning energiyasi elektronning moddadan ajralib chiqishiga va unga kinetik energiya berishga yetarli bo‘lmog‘i kerak, ya’ni

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Ushbu ifoda tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi deyiladi hamda u fotoeffekt hodisasi uchun energiyaning saqlanish va aylanish qonunini ifodalaydi.

Fotoeffektning qo‘llanilishi

Fotoeffekt hodisasiga asoslanib ishlovchi qurilmalar – fotoelementlar texnikada juda keng qo‘llaniladi va ular yoruG‘ lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Bu vaqtda yoruG‘ lik elektronni katoddan urib chiqoradi va bu elektron anod tomon harakatlanib, zanjirda elektr tokini vujudga keltiradi.

Fotoqarshilik – ichki fotoeffektga asosan ishlaydigan asbobdir. **Fotoqarshilik** deb, qarshiligi unga tushayotgan yoruG‘ lik intensivligiga bo‘G‘ liq bo‘lgan yarim o‘tkazgichli qurilmaga aytiladi. Yarim o‘tkazgich yoritilmagan vaqtda ham ma’lum miqdordagi erkin elektronlar mavjud bo‘ladi va ular yarimo‘tkazgichning xususiy o‘tkazuvchanligini hosil qiladi. Agar yarimo‘tkazgichga kuchlanish qo‘yilsa, unda elektr toki vujudga keladi va bu tokka xususiy tok (I_x) deyiladi. Agar yarim o‘tkazgich yoruG‘ lik nuri yordamida yoritilsa, qo‘shimcha elektronlar va teshiklar vujudga kelib, uning o‘tkazuvchanligi yaxshilanadi va zanjirdagi tok I_{yo} yoruG‘ lik tokigacha ortadi. YoruG‘ lik toki va xususiy toklarning farqi: $I = I_{yo} - I_x$ – **phototok** deyiladi. Fotoqarshilik tovushli kinoda, televideniyada, telemexanikada, avtomexanikada signal beruvchi (xabar beruvchi) vosita sifatida ishlatiladi

Nazorat savollari.

1. Issiqlik nurlanishining mohiyatini tushuntiring.
2. Mutloq qora jismning nur yutish va nur chiqarishi uchun qanday formula o‘rinlidir?
3. Kirxgof qonuni nimadan iborat?
4. Stefan-Bolsman qonunini ta’riflang.
5. Vinning siljish qonuni grafigini tushuntiring.
6. Fotoeffekt deb nimaga aytiladi?

19-mavzu: Atom fizikasi.

Reja:

1. Atom tuzilishi va nur chiqarishi.
2. Rentgen nurlari, ularning olinishi, xossalari.
3. Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari.
4. Lazer nurlari, ularning xossalari va biologik ta'siri.

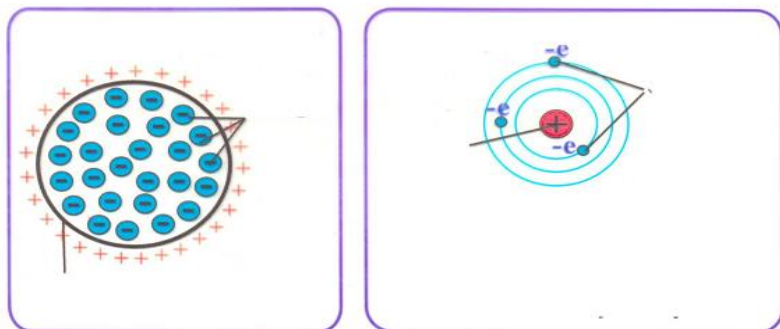
1. Atom haqida tushuncha. Asrimizning boshidayoq atom tarkibiga elektronlar kirishi aniq tasdiqlangan edi. SHu bilan birga atom zaryad jihatidan neytral zarracha ekanligi, atom statistika tizim sifatida turG'un bo'lishi mumkin emas, degan Irinshou teoremasiga ko'ra.

Rezerford eksperimental ravishda modda orqali o'tadigan alfa zarrachalarining sochilishiga doir tajribada isbot qildi.

α - zarracha tezligi – 10 km/sek = 10 000 km/sek. Zaryadi ikkita elementar zaryadga teng. Bo'lgan (+) zaryadga teng. Massasi

$$m\alpha = 7350 + me^-$$

1911 yil ingliz fizigi Rezerford atomning hamma musbat zaryadi va deyarli butun massasi (99,94%) atomning o'lchami (10^{-8}) sm ga nisbatan juda kichik o'lchamga ega bo'lgan atom yadrosi to'plangan. YAdro atrofi berk (elliptik) orbita elektronlar atomning elektron qobiG'ini hosil qilib harakatlanadi.



1-rasm

Radioaktiv modda chiqargan – zarracha vakumda harakatlanib yupqa (qalinligi – 1 mk) bo'lgan yupqa folga – (F) orqali o'tib, lyuminessensiyalanadigan ekran K – ga tushadi. Har bir α - zarrachaning ekranga urilishi qisqa vaqtli chaqnash ssintilyasiyaniruyobga chiqarib, uni M – mikroskopda kuzatiladi.

α - zarrachaning harakat yo'nalishi turlicha bo'ladi. CHunki engil elektronlar nisbatan oG'ir va tez – zarrachalarning harakatini sezilarli darajada o'zgartira olmaydi. YAdro yaqinidan o'tgan zarrachalar keskin oG'adi. Rezerford tajribalari yadroning o'lchami - 10^{-13} sm ni va yadro zaryadining kattaligini aniqlashga imkon berdi.

Bunda yadroning zaryadi $Q = e * z$ e – elementar zaryad

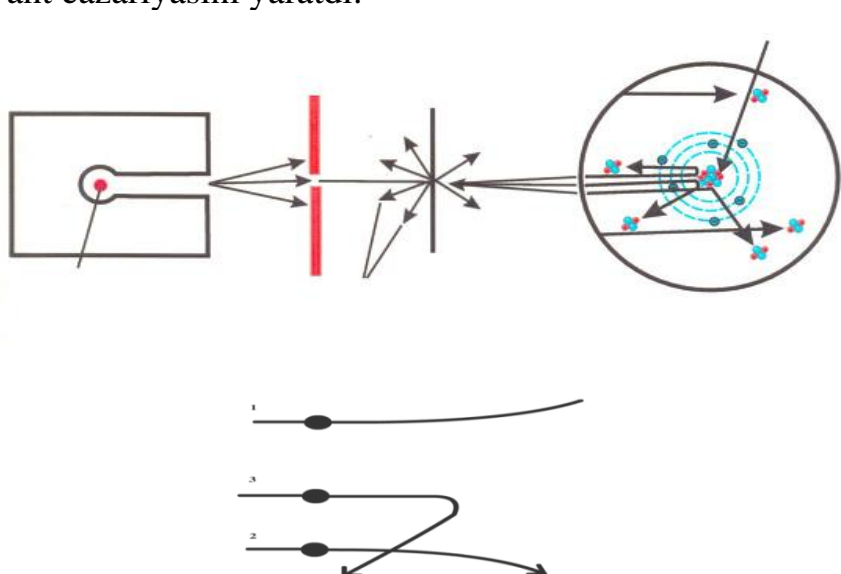
2. Atomning nur chiqarishi. Elektron yadroga, ya'ni orbitada $n=1$ da harakatlangan ($W = -13,55 \text{ e.v.}$) minimal energiyaga ega, eng uzoq orbita $n=\infty$ harakatlanganda maksimal energiya $W=0$ bo'ladi.

Masalan: Elektron ikkinchi orbitadan $n=2$ da birinchi orbitaga o'tsa $n=1$ $W = h\nu_{2-1} = -3,38 - (-13,55) = 10,17 \text{ e.v.}$

10,77 ev energiya kvanti chiqaradi va hokoza. Elektron uzoqroq orbitaga oʻz – oʻzidan oʻtish mumkin emas. Teskari 10,77 ev energiya yutsa, elektron 1-2 orbita oʻtadi. demak atom tamomila aniq, chastotada toʻlqinlarini chiqarish va yutish mumkin chiziqli spektor chiqaradi. Atamlarning nurlanishi va nur yutish spektrlarning chiziqli harakteri, atomning energiyani istalgan miqdorda emas, balki aniq, porsiyalar kvantlardagina chiqarishni yoki yutishni bildiradi.

Bundan – atom aniq /diskret/ energetik holatlardagina boʻla oladi. Atom bir energetik holatda boshqa energetik holatga oʻtishdan boshlanGʻich va oxirgi holatlardagi energiyalarning ayirmasiga teng kvant energiya nurlantirishi yoki yutishi mumkin.

1913 yilda daniyalik fizik N.Bor Rezerfordning atom modelini takomillashtirib, atom tuzilishining kvant eazariyasini yaratdi.



2-rasm

Bor postulatları.

1. Elektronlar atomda ixtiyoriy orbitalar boʻyicha emas, balki aniq radiusli orbitalar boʻyicha harakatlana oladi.
2. Elektronlarning statsionar orbitalarda harakatlanishidan energiya chiqarish /yutish/ ruy bermaydi.
3. Elektronning bir statsionar orbitadan boshqasiga oʻtishi aniq kvant energiyaning chiqarish /yoki yutish/ bilansodir boʻladi.

$$h\nu = W_1 - W_2$$

Bu munosabat chastotalar sharti deyiladi.

SHunday qilib, atom chiqariladigan elektromagnit toʻlqinlar chastotasi elektronlarning aylanish tezligi bilan emas, balkim atamlarning statsionar holatlari energiyalarning ayirmasi bilan aniqlanadi.

Pauli prinsipi: Bir – biriga chekli masofada boʻlgan elektr zaryadlarning turGʻun statistik taqsimoti boʻlishi mumkin emas. Bu qoida Irinshou teoremasi bundan atomning turGʻunligi uning zaryadlari elektronlarning uzluksiz harakati tufayli mavjud ekanligidan kelib chiqadi.

Vodorod spektrida yana bir necha seriya bor, ya'ni spektorning ultrabinafsha qismida 1906 yilida ingliz fizigi Layman topgan seriya va spektrning infraqizil qismida 1908 yili nemis fizigi Pashen topgan seriya bor.

Layman seriyasi

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); n = 2, 3, 4.$$

Pashen seriyasi

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); n = 2, 3, 4.$$

$$\lambda = 0,656 \text{ mk} \text{ ++++++++++++}$$

$$\nu = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ Å} \quad \nu = 6,9 \cdot 10^{14} \text{ mk}$$

$$\lambda = 0,48 \quad \lambda = 0,410$$

$$\nu = 6,2 \cdot 10^{14} \text{ Å} \quad \nu = 7,3 \cdot 10^{14} \text{ Å}$$

H α - ga qizil ranga ega, Balmer formulasida - $n = 3$

1885 yil SHvetsariyalik fizik Balmer olgan seriyal formulasi boshqacha bo'lgan.

SHvetsariyalik fizik Ridberg (8) ga kurish mumkin.

Asrimizning boshidayoq atom tarkibiga elektronlar kirish aniq tasdiqlangan edi. SHu bilan birga atom zaryad jihatidan neytral zarracha ekanligi. Atom statistik tizimi sifatida turG'un bo'lishi mumkin emas degan Irnshou teoremasiga ko'ra. Bunda elektron (-) zaryadi, atom tarkibidagi (+) zarracha bilan kompsiyalanish kelib chiqadi.

1911 yil ingliz fizigi Rezerford atom tuzilishining yadroviy (planetar) modelini taklif qildi.

Radioaktiv modda chiqargan – zarracha vakuumdan harakatlanib yupqa zar (folga) – F (qalinligi - mk) orqali o'tib, lyuminessensiyalanadigan ekranga urilishi Q – ga tushadi. Har bir α -zarrachaning ekranga urilishi qisqa vaqtli chaknash ssintilyasiyani ruyobga chiqarib, uni M – mikroskopda kuzatiladi.

α - zarrachaning harakat yo'nalishi turlicha bo'ladi λ - zarrachalarning oG'ishi atomning massiv yadrosi bilan o'zaro ta'siridan ruyobga chiqadi, chunki engil elektronlar nisbatan oG'ir va tez – zarrachalarning harakatini sezilarli darajada o'zgartira olmaydi. YAdro yaqinidan o'tgan zarrachalar keskin oG'adi. Rezerford tajribalari yadroning o'lchami – 10^{-13} sm ni va yadro zaryadining kattaligini aniqlashga imkon berdi. Bunda yadroning zaryadi

E – elementar zaryad

$$Q = e \cdot z$$

Z - ximiyaviy element tartib nomerga va atomning elektron qobiG'idagi elektronlar soniga ham teng.

Klassik elektrodinamika qonunlariga muvofiq elektron yadro atrofida aylanib (tezlanish) elektronning aylanish chastotasiga teng chastotali elektromagnit to'lqinlarini uzluksiz nurlantirish kerak. Bundan harakatlanib asta – sekin yadroga qulab tushishi kerak, u klassik fizika nuqtai nazaridan atom tutash nurlanish spektrini beradigan turG'unmas (uzoq yashamaydigan) tizimdan iboratdir. Xaqiqatda esa atom nurlanishlarning chiziqli spektrlarni harakatlovchi juda turG'in tizimidan iborat.

Siyraklashtirilgan turli xil gazlarning spektrini sinchiklab tekshirganda, xar qaysi gazga muayyan chiziqli spektr tegishlidir.

Bundan tashqari spektral chiziqlarni grupp (seriya) larga taqsimlash mumkin. Biror seriyaga tegishli chiziqlar o'zaro ma'lum qonuniyatlar bilan bo'lgan. Masalan: Balmer vodorodning nurlanish spektrining ko'rinadigan qismida chastota si quydagi empirik formula bilan ifodalanadigan chiziqlar seriyasi borligini payqagan.

Bu ifoda Ridberg formulasi deyiladi.

Bundan $n = 3, 4, 5, 6,$

$$R - \text{Ridberg doimiysi} = 3,28985 \cdot 10^{15} \text{C}^{-1}$$

$$H_a \{ \lambda = 0,656 \text{mk} \} \quad H\gamma \{ \lambda = 0,454 \text{mk} \}$$

$$\{ \nu = 4,6 \cdot 10^{14} \text{Åö} \} \quad \{ \nu = 6,9 \cdot 10^{14} \text{Åö} \}$$

$$H\beta \{ \lambda = 0,48 \text{mk} \} \quad H\delta \{ \lambda = 0,410 \text{mk} \}$$

$$\{ \nu = 6,2 \cdot 10^{14} \text{Åö} \} \quad \{ \nu = 7,3 \cdot 10^{14} \text{Åö} \}$$

3. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi.

Bir atomdan harakat holati bir – biriga uxshash ikkita yoki bir nechta elektronlarning bo'lishi mumkin emas.

Bir qatlamda bo'ladigan elektronlarning eng ko'p miqdori ushbu kvant munosabati bilan aniqlanadi.

$$M = 2n^2$$

M = boshqa kvant soni

$$n = 1, 2, 3, 4, 5$$

K = qatlamda $n = 1 \quad M = 2$ elektron bo'ladi.

L = qatlamda $n = 1 \quad M = 8$ elektron bo'ladi.

M = qatlamda $n = 1 \quad M = 1$ elektron bo'ladi.

Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari

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

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

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

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

Lyuminissensiyaning qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar lyuminiforlar deyiladi.

Lyuminissensiyaning uygotish usullariga qarab bir necha turlarga bo'linadi:

1. Fotolyuminissensiya – ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlar bilan uygotiladi. Masalan: soat siferblati va strelkalari.
2. Rentgenolyuminissensiya – rengen nurlari bilan uyG' otiladi. Masalan: rentgen apparati ekranidagi tasvir.
3. Radiolyuminissensiya – radiaktiv nurlanish uyG' otadi. Masalan: ssinsillyasion schyetchik ekranida kuzatish mumkin.

4. Katodolyuminissensiya – elektron dastali uyG‘ otadi. Masalan: ossilograflar, televizor, radiolakator ekranlarida kuzatiladi.

5. Elektrolyuminissensiya – elektr maydon uyG‘ otadi. Masalan : gaz razryadi trubkalarida kuzatiladi.

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

Lyuminissensiya spektori 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 spektori 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 spektorining yoruG‘ lik to‘lqinlarining uzunligiga boG‘ liq bo‘lmasligidan iborat. Shu tufayli fotolyuminissensiya spektoriga qarab suyuq va qattiq lyuminaforlarning tabiati to‘g‘risida fikr yuritish mumkin.

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

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

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

Lazer nurlari, ularning xossalari va biologik ta’siri .

Fotolyuminissensiyada lyuminissensiyalanuvchi moddaning atomlari mutlaqo tartibsiz nurlaydi. Ular har xil vaqtda nurlaydi, chastotalari va fazalar ayirmasi turlicha bo‘ladi, yo‘nalishlar ham har xil. Ammo keyingi vaqtlarda bir xil yo‘nalishli yoruG‘

likning ingichka dastasini hosil qiluvchi monoxromatik nur hosil qiluvchi qurilmalar paydo bo'ldi. Bularga optik kvant generatorlar deyiladi.

«**Lazer**» degan nom quyidagi inglizcha so'zlarning birinchi harflaridan tuzilgan. Light Amplification by Stymulated 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 metastabil holatlarga o'tishi kerak. Unda atom nisbatan uzoq vaqt yashaydi (10^{-8}). Buning uchun ishchi moddaga maxsus manbadan yetarlicha katta elektromagnit energiya beriladi, metastabil holdan barcha atomlar deyarli bir vaqtda normal holatga o'tadi. Shu masalani to'laroq qarab chiqaylik. Kvant o'tishlar 2 ga bo'lanadi.

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

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

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

Bunday moddada yoruG'lik tarqalsa uning intensivligi oshadi, ya'ni yutilish kam bo'ladi. Bu degani Buger qonunida ($I = I_0 e^{-X}$). $X < 0$ ya'ni yutish koeffitsiyenti manfiy inversiya neselyonnost holati maxsus uyG' otiladi (elektr yoki yoruG'lik bilan). O'z - o'zidan manfiy temperaturali holat ko'p vaqt tura olmaydi. Bu 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.

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- gloukmani davolashda ishlatiladi

20-mavzu: Yadro fizikasi.

Reja:

1. Atom yadrosi va uning tuzilishi.
2. Massa defekti. Bog'lanish energiyasi.
3. Radioaktivlik. Nurlanish dozasi va uning o'lchov birliklari.
4. Radioaktiv yemirilish va uning asosiy qonuni.
5. Nishonlangan atom usulidan qishloqxo'jaligidada foydalanish.
6. Radioaktiv nurlardan veterinariyada foydalanish.

Yadro fizikasi eng yosh fanlardan hisoblanib, atom yadrosining tuzilishi, xususiyatlari va yadroda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganadi.

XX asrgacha atom yadrosi haqida hech narsa ma'lum bo'lmasdan, atom moddaning kichik bo'linmas zarrachasi deb hisoblanar edi.

1896 yil A.Bekkerel (1852-1908) radioaktivlikni kashf etib, radioaktiv nurlanishlarning fotoplastinkaga ta'sir etishini va ionlatish xususiyatlarini aniqladi. Radioaktivlik vaqtida uch xil (α , β , γ) nurlanish vujudga kelib, nurlanish intensivligi tashqi ta'sirlarga (temperatura, elektromagnit maydon ta'siri, deformatsiya) bog'liq emasligi aniqlandi.

1900 yili Kyuri, E.Rezerford, F.Soddilar radioaktiv namunalardan chiquvchi α -ikki marta ionlashgan geliy atomi, β -tez elektron, γ -esa qisqa elektromagnit to'lqin ekanligini aniqladilar. Shuning uchun, radioaktivlikni atom, molekulalarda bo'ladigan jarayonlar deb tushuntirib bo'lmaydi, balki yangi bir soha – yadroda deyishlikni taqozo etadi.

Geyzenberg noaniqlik printsipini, Shredenger kvant fizikasiga ko'ra to'lqin funktsiyalarini ishlab chiqdi. 1919 yil Aston mass-spektrograf yaratdi va bu esa atom massalarini aniq o'lchash imkoniyatini berdi. Element massalari har xil bo'lgan izotoplari aniqlandi. Rezerford birinchi marotaba alfa-zarralar bilan azot N^{14}_7 yadrosini bombardimon qilib, $\alpha^4_2 + N^{14}_7 \rightarrow O^{17}_8 + H^1_1$ yadro reaksiyasini amalga oshirdi. Bu hodisa insoniyatning tabiat kuchlari ustidan erishilgan dastlabki G'alabasi edi.

Reaksiyada vujudga kelgan vodorod atomining yadrosi barcha yadrolar tarkibiga kiruvchi elementar zarra ekanligi aniqlandi va proton (p) deb nom berildi. Proton birinchi degan (yadro tarkibiga kiruvchi birinchi zarra) ma'noni anglatadi. Proton massasi $m_p = 1836,1 m_e$, zaryadi $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl elektron zaryadiga teng, ishorasi esa qarama-qarshi.

Proton kashf etilgandan so'ng yadroning proton-elektron modeli yaratildi, lekin bu model yadro momentlarini tushuntira olmadi.

Yadro ichki sirlarini o'rganish uchun yuqori energiyali tezlatgichlar qurila boshlandi. Shu maqsadda elektrostatik generator Van-de-Graf, E.Lourens tomonidan siklotron yaratildi.

1932 yili D.Chedvik (1891-1974) zaryadsiz massasi proton massasiga yaqin $m_n=1838,6 m_e$ neytral zarra neytronni kashf etdi.

Neytron kashf etilgach, D.D.Ivanenko, Geyzenberglar atom yadrosining proton-neytron modelini tavsiya etishdilar. Bu modelga ko'ra, atom yadrolari proton va neytronlardan tashkil topgan deb qaraladi. Hozirgi kungacha ham shunday tasavvur saqlanib kelmoqda.

Yadro fizikasi tez rivojlanib borayotgan sohadir. Ayniqsa, keyingi yillarda texnika taraqqiyoti ko'p yo'nalishlar bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borish, bu bilan barcha oblast yadrolari kvant xususiyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Hozirgi vaqtda yadro fizikasi fani oldida yadro kuchlar tabiatini, elementar zarralar xususiyatlarini hamda termoyadro reaksiyasini boshqarish kabi eng muhim muammolar turibdi. Shuning uchun hozirgi yaratilayotgan nazariyalar tajriba natijalarini umumlashuviga asoslangan fenomenologik xususiyatga egadir. Atom yadrosi ikki xil zarra – proton va neytronlardan iboratdir.

Proton massasi taxminan (m_p), neytron massasi (m_n) ga teng, elektron massasi (m_e) dan ~2000 marta katta:

$$m_p = 1836,15 m_e = 1,67265 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

$$m_n = 1838,68 m_e = 1,67495 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

Proton musbat zaryadli, zaryad miqdori elektron zaryadiga teng, ammo ishorasi qarama-qarshi.

Neytron zaryadsiz neytral zarra.

Proton va neytronlar xususiy momentga, spinga ega $S=1/2$. Fermi-Dirak statistikasiga bo'ysunuvchi fermionlardir.

Atom fizikasidan ma'lumki, zaryadli, massali elektron mexanik momentga ega bo'lish bilan bir vaqtda magnit momentga ham ega bo'lish kerak.

$$\mu_p = \frac{eh}{2m_p c} = 9,27 \cdot 10^{-21} \text{ erg / gs} \quad (\text{Bor magnetoni})$$

Protonning ham spini elektron zaryadi va spiniga teng, massasi esa katta bo'lgani uchun magnit momenti

$$\mu_B = \frac{eh}{2m_p c} = 5,05 \cdot 10^{-24} \text{ erg / gs}$$

(yadro magnetoni)ga teng bo'lishi kerak edi.

$$\mu_B = 1836,1 \mu_{yam}$$

Lekin proton magnit momenti kutilgan qiymatdan ($1\mu_{yam}$) dan katta $2,79 \mu_{yam}$ ekanligini ko'rsatadi.

Neytron ham neytral zarra bo'lishiga qaramasdan, magnit momentga ega ekan. Neytron magnit momenti $\mu_n = -1,91 \mu_{yam}$. Magnit momentining ishorasi manfiyligi spin yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda ekanligini bildiradi.

Proton va neytronlarning magnit momentlarining boshqacha bo'lishligi bu zarralarning murakkab tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi.

Yadro kuchlari ta'sirida proton va neytronlar birikib turli yadrolarni hosil qiladilar. *Atom yadrosi proton va neytrondan tashkil topganligi aniqlangan, protonlar soni Z va neytronlar soni N birgalikda massa soni A deb atala boshlandi. $A = Z + N$. Barcha yadroviy reaksiyalarda massa soni saqlanadi. Bunga nuklonlar yoki barion soni saqlanishi deb ham ataladi.*

Masalan: ${}_Z^AX$ - **X** - ximiyaviy belgisi,
A - atom massa soni,
Z - yadro zaryadi

${}_2^4He, {}_8^{16}O, {}_{92}^{235}U$ - Geliyning massa soni 4, zaryadi 2, neytronlar soni 2 ga, kislorodning massa soni 16, zaryadi 8, neytronlar soni 8 ga va uranning massa soni 235, zaryadi 92, neytronlar soni 143 ga teng.

Massa soni, massa atom birligida hisoblangan yadro massasidan ~1% largacha farq qilishi mumkin.

Atom yadrosining yana muhim xususiyati zaryaddir. Yadro zaryadi yadroni tashkil etgan zarralar zaryadlari yiG' indisiga teng bo'lishi kerak.

Yadro proton va neytronlardan iborat ekan, neytron zaryadsiz – neytral zarra. U holda yadro zaryadi protonlar zaryadlari yiG' indisiga teng bo'ladi. Proton zaryadi musbat miqdor jihatdan elektron zaryadiga teng: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl. Shunday qilib, tartib nomeri Z bo'lgan biror element atomining yadrosi Z_e zaryadga ega.

M: ${}_1^1H$ - vodorod yadrosi uchun $Z=1$ zaryad miqdori $+e$,

${}_2^4He$ - geliy yadrosi uchun $Z=2$ zaryad miqdori $+2e$,

${}_8^{16}O$ - kislorod yadrosi uchun $Z=8$ zaryad miqdori $+8e$,

${}_{92}^{235}U$ - uran yadrosi uchun $Z=92$ zaryad miqdori $+92e$ ga teng.

Yadro zaryadi yadroda protonlar sonini xarakterlaydi, lekin yadroda zaryad taqsimotini anglatmaydi.

Yadro zaryadi yadrodagi protonlar soniga yoki Mendeleevning elementlar davriy sistemasidagi elementning tartib raqamiga teng.

1). Zaryadni aniqlashning ko'pgina usullari mavjud. Jumladan, 1913 yilda ingliz olimi Mozli qonuniga ko'ra. Bunda yadro zaryadini yadro atomi qobiG' idan chiqayotgan xarakteristik rentgen nurlar chastotasi orasidagi boG' lanish $\sqrt{\nu} = AZ - B$ ga ko'ra aniqlash mumkin.

Xarakteristik rentgen nurlanishi atomning ichki (masalan, K,L,M va h.k.) qobiqlarida hosil bo'lgan bo'sh o'rinlarni yuqori qobiqdagi elektronlar egallaganda hosil bo'ladi. Nurlanish seriyalardan iborat bo'lib, berilgan nurlanish seriyasi uchun A va B o'zgarmas koeffitsientlar bo'lib element turiga bog'liq emas. Demak, A va B koeffitsientlar ma'lum bo'lsa, xarakteristik rentgen nurlanish chastotasini (ν) tajribada o'lchab, elementning tartib nomeri Z ni aniqlash mumkin.2). Atom yadrosining zaryadini 1920 yilda Chedvik qo'llagan usuli bilan ham aniqlash mumkin. Bunda α -zarralarning yupqa metall tasma(plyonka)lardan sochilishi uchun Rezerford keltirib chiqargan formuladan foydalaniladi:

$$\frac{dN}{N} = nd \left\{ \frac{Ze^2}{m_a g} \right\}^2 \frac{d\Omega}{\sin^4 \frac{\theta}{2}} \quad (1.3)$$

bunda: dN - θ burchak yo'nalishidagi $d\Omega$ fazoviy burchak ichida sochilgan α -zarralar soni.

N_α - zarralarning dastlabki soni,

n - muhitning hajm birligidagi yadrolar soni

d - muhit qalinligi.

Berilgan radioaktiv preparat uchun α -zarralarning tezligi g -ma'lum. Rezerford tajribasi (1.3) yordamida sochilgan α -zarrachalarni hisoblab, sochuvchi yadro zaryadini topish mumkin. 3). Elektr zaryadining miqdori barcha yadro jarayonlarida saqlanadi. Bunga elektr zaryadining saqlanish qonuni deb ataladi. Shunga ko'ra yadro reaksiyalari va yemirilishlarida zaryad balansiga ko'ra aniqlash mumkin.

Yadro massasi. Massa $m_{a.b} = \frac{1}{12} {}^{12}\text{C} = \frac{1}{12} \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6,025 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}.$

moddiy ob'ektning eng muhim xususiyatlaridan biri bo'lib, jismning inertsia, gravitatsiya va energiya o'lchamlari bo'lib xizmat qiladi. Yadro massasi atom massasi birligida o'lchanadi. Ma'lumki, atom neytral holatda bo'ladi. Bir massa atom birligi- ${}^{12}\text{C}$ massasining 1/12 qismi olingan.

Eynshteyn qarashiga ko'ra massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniga asosan har qanday M massali ob'ektga shu massaga mos $E=mc^2$ energiya va aksincha, E energiyaga $m=E/c^2$ tenglik bilan ifodalanuvchi massa to'g'ri keladi.

1m.a.b.ga mos keluvchi energiya

$$E = mc^2 = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} \cdot 9 \cdot 10^{20} \frac{\text{sm}^2}{\text{s}^2} = 14,94 \cdot 10^{-4} \text{ erg} = 931,5 \text{ MeV}$$

Yadro fizikasida massa va energiya eV (elektronvolt)larda o'lchaniladi.

$$1\text{eV} = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ CGSE} \frac{1}{300} \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ erg} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{yoki}$$

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 1\text{V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

1eV-dan katta birliklari keV, MeV, GeV va TeV.

$$1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

$$1 \text{ TeV} = 10^{12} \text{ eV mavjud.}$$

Nisbiylik nazariyasiga asosan massa bilan tezlik orasidagi bog'lanish

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} \quad (1.4)$$

Bu yerda m va m_0 - g tezlik bilan harakat qilayotgan va tinch holatdagi jismlar massasi.

Relyativistik mexanikaga asosan g tezlik bilan harakat qilayotgan jismning to'la energiyasi

$$E = m_0 c^2 + T \quad (1.5)$$

bo'ladi, bunda $m_0 c^2$ jismning tinch holatdagi energiyasi, T -uning kinetik energiyasi.

Ikkinchi tomondan

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} \quad \text{bo'lgani uchun harakatdagi jismning}$$

kinetik energiyasi

$$T = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right\} \quad (1.6)$$

Yadro fizikasida yana quyidagi formula ham ishlatiladi.

$$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2} \quad (1.7)$$

Bu formulada $p = m g = \frac{m_0 \beta c}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ m -massali jismning relyativistik impulsidir, uni

$E = mc^2$ dan keltirib chiqarish mumkin.

Haqiqatan

$$\begin{aligned} E^2 &= m^2 c^4 = \frac{m_0^2 c^4}{1 - \beta^2} = \frac{m_0^2 c^4 + m_0^2 \beta^2 c^4 - m_0^2 \beta^2 c^4}{1 - \beta^2} = \\ &= \frac{m_0^2 c^4 (1 - \beta^2) + m_0^2 \beta^2 c^4}{1 - \beta^2} = m_0^2 c^4 + p^2 c^2 \end{aligned}$$

Relyativistik holat uchun kinetik energiya T va impulsi p orasidagi bog'lanishni (1.5), (1.7) formulalarga ko'ra keltirib chiqarish mumkin

$$m_0 c^2 + T = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$$

kvadratga ko'tarsak

$$T(2m_0 c^2 + T) = p^2 c^2 \quad (1.8)$$

Atom yadrosi nuklonlardan iborat murakkab sistema bo'lgani uchun uning energiyasi nuklonlar ichki harakat energiyasi bilan belgilanadi. Nuklonlar ichki harakat energiyasi qancha katta bo'lsa, shuncha tinch holat massasi $m_0 = E/c^2$ katta bo'ladi. Yadro asosiy tinch holatida massaning va energiyaning eng minimal qiymatiga mos keladi. Ya'ni nuklonlar harakatining minimum harakati (chastotasi) asosiy holat deyiladi. Yadro tashqaridan energiya qabul qilsa, energiyasi oshadi, yadro diskret uyg'ongan $E_1, E_2, \dots$, holatlarga o'tadi, mos ravishda massasi ham $\Delta m = E_1/c^2$ ga oshadi.

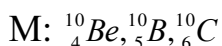
Barcha yadro jarayonlarida energiya saqlanishi ro'y beradi.

Atom massalarining aniq qiymati mass-spektrometrik qurilmasi yordamida tajribada aniqlanadi. Mass-spektrometrlarning har xil turlari mavjud. Odatda musbat zaryadlangan ionlar zaryadining ularning massasiga bo'lgan nisbati e/m , magnit va elektr maydonlarning umumiy ta'siri natijasida ionlar dastasining o'g'ish kattaligi orqali aniqlanadilar.

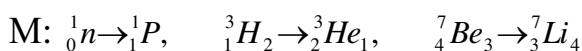
Hozirgi zamon mass-spektrometrlari vodoroddan tortib hamma elementlarning massalarini millionning 0,02 ulushi qadar aniqlikda o'lchash imkonini beradi.

Atom yadrolari massasini boshqa usullarda ham yuqori aniqlikda o'lchash mumkin. Masalan, yadroviy reaksiyalar, radioaktiv yemirilishlarda energiya balansini tahlil qilishlik va radiospektroskopik, mikroto'lqin va boshqa usullar bilan. Yadrodagi nuklonlar miqdorlariga qarab **izotop, izobar, izoton, ko'zguli yadrolar** deb ataladilar.

Bir xil zaryadga (Ze) ya'ni bir xil sonli protonga, ammo har xil massa soniga A ega bo'lgan yadrolarga **izotoplar** deb ataladi. Masalan, $^{16}_8O, ^{17}_8O, ^{18}_8O$, protonlar soni bir xil, neytronlar soni turlicha, elementlar davriy sistemasida bir joyda joylashadi. Izotoplar bir xil ximiyaviy va optik xususiyatlarga egadirlar. Lekin fizik xususiyatlari massa soni, toq-juftliklari va hokazolar turlichadir. Massa soni A bir xil, zaryadlari har xil yadrolarga **izobar** yadrolar deb ataladi.



Izobarlar ximiyaviy xususiyatlari turlicha, fizik xususiyatlari, nuklon soni bir xil bo'ladi. Lekin bir xil A -bo'lganda ham izobar yadrolar massalari birmuncha farq qiladilar. Birinchi yadroning protonlari ikkinchi yadroning neytronlariga, ikkinchi yadroning protonlari birinchi yadroni neytronlariga teng bo'lsa **ko'zguli** yadrolar deb ataladi.



Ko'zguli yadrolardan biri radioaktiv bo'ladi. Har qanday o'zgarishlardan so'ng bir-biriga o'tishadilar. Bu yadro xususiyatlari bir-biriga ancha yaqin. Ko'zguli yadrolar, yadro kuchlar tabiatini va yadro kuchlariga elektromagnit maydonining hissasini aniqlashda keng qo'llaniladi. Neytronlari bir xil bo'lgan yadrolarga **izotonlar** deb ataladi.

$$M: {}^{15}_7N, {}^{16}_8O, {}^{17}_9F$$

Yadro o'lchami – yadroning mavjudlik sohasi yoki yadro kuchlarining ta'sir sferasidir.

Yadro o'lchami (radiusi) $R \sim 10^{-15}$ m bo'lib, atom radiusidan 10^5 marotabalar kichikdir.

Yadro o'lchamini tajribada aniqlashning ko'pgina usullari bor. Masalan, elektron va neytronlarning atom yadrosidan sochilishiga ko'ra, undan tashqari yadro radiusini «ko'zgu» yadrolarga, protonlarning elektrostatik ta'sir energiyasini o'rganish, μ -mezonlar rentgen nurlanishni o'rganish va alfa radioaktiv yadrolarning yemirilish qonunini o'rganish yo'li bilan ham aniqlash mumkin. Yuqorida sanab o'tilgan usullar yadroviiy kuchning o'zaro ta'sir sohasini yoki elektromagnit o'zaro ta'sir sohasini aniqlashga asoslangan. Turli usullar yadro taxminan shar shaklida ekanligi va aniq chegaraga ega ekanligini hamda radiusi massa soniga bo'lgan ravishda oshib borishligini ko'rsatadi.

$$R = R_0 A^{1/3} \quad (1.9)$$

Bu yerda R_0 – doimiy kattalik bo'lib, uning qiymati yadro radiusini aniqlash usuliga bo'lgan ravishda (1,2÷1,4) F. (1 Fermi = 10^{-13} sm).

Tez neytronlarning sochilishiga oid tajribalardan $R_0 = 1,4F$, α - parchalanish natijalarini $R_0 = 1,3 F$, zaryadli zarralar ta'sirida bo'ladigan yadro reaksiyalari natijalarga ko'ra $R_0 = 1,6 F$.

(1.9) ifodadan yadroni shar shaklida deb qarab, hajm birligidagi zarralar sonini topamiz.

$$n = \frac{A}{V} = \frac{A}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A} = \frac{3}{4\pi R_0^3} = \frac{3}{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-39} \text{ sm}^3} \approx 10^{38} \frac{\text{nuklon}}{\text{sm}^3}$$

Yadro zichligi hajm birligidagi nuklonlar massasi m_N

$$\rho = n m_N = 10^{38} \frac{\text{nuklon}}{\text{sm}^3} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} g = 10^{14} \frac{g}{\text{sm}^3} = 100 \cdot 10^6 \frac{t}{\text{sm}^3}$$

Nuklonlar orasidagi masofa

$$\delta = \sqrt{\frac{V}{A}} = \sqrt{\frac{4\pi R^3}{3A}} = \sqrt{\frac{4\pi_0^3 A}{3A}} = \sqrt{\frac{4\pi}{3}} \cdot R_0 = 2,3 \cdot 10^{-13} \text{ sm}$$

Ko'rinib turibdiki, yadro hajm birligidagi nuklonlar soni, yadro zichligi, nuklonlar orasidagi masofa ham o'zgarmas, yadro turiga bo'lgan emas.

Demak, yadro nuklonlar orasidagi masofa barcha yadrolar uchun o'zgarmas ekan, yadro siqilmaydi, massa soni ortishi bilan hajmi oshib boradi. Yadro kuchlari qisqa masofada katta kuch bilan ta'sir etadi.

Yadro bog‘lanish kuchlari tufayli A nuklondan, ya'ni Z-proton va N=A-Z neytrondan tashkil topgan sistemadan iborat. Agar yadroni uni tashkil qiluvchi nuklonlarga ajratmoqchi bo‘lsak, bog‘lash kuchining ta'siriga qarshi ish bajarish kerak. Bu ishning kattaligi bog‘lanish energiyasi yoki yadro barqarorligining o‘lchamidir.

Bog‘lanish energiyasi – nuklonlarga kinetik energiya bermasdan nuklonlar orasidagi bog‘lanishni (o‘zaro aloqani) uzish uchun kerak bo‘lgan energiyaga aytiladi. Bu energiyani yadrodagi nuklonlarning o‘zaro ta'sir (yadro kuchlar) qonuniyati hozircha noma'lum bo‘lsa ham, energiyaning saqlanish qonuni va nisbiylik nazariyasining massa bilan energiyani bog‘laydigan $E=mc^2$ ifodasidan topish mumkin.

Agar yadroning massasi $m(N,Z)$ ni uni tashkil qilgan nuklonlar massa soniga to‘g‘ri keluvchi massalari yig‘indisi $[Zm_p + Nm_n]$ ga solishtirsak, birinchi massa ikkinchisidan bir oz kichik, farq Δm ekanligini ko‘ramiz. Bu massalarning farqi massa defekti deb ataladi.

$$\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n - M(A,Z)]$$

Bu yerda Zm_p - protonlar massasi, $(A-Z)m_n$ - neytronlar massasi, $M(A,Z)$ - yadroning massasi. Massa defekti nuklonlarning jipslashib, yadro hosil qilish natijasida ajralib chiqqan E boG‘lanish energiyasining kattaligini ifodalaydi.

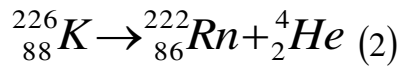
$$E_{\text{boG}} = \Delta mc^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - M(A,Z)]c^2$$

Alfa (γ) yemirilish.

α -yemirilish hodisasi shundan iboratki, ayrim elementlarning radioaktiv yadrolari o‘z-o‘zidan α -zarralar chiqaradi. Tajribalarda α -yemirilish bilan boG‘liq quyidagi dalillar aniqlangan:

- a) Alfa-yemirilish faqat oG‘ir yadrolar uchun o‘rinli;
 - b) α -aktiv yadrolarning yarim yemirilish davri 10^{-6} s dan 10^{17} yilgacha,
 - B) Bir moddaning yadrolaridan uchib chiquvchi α -zarralarning hammasi bir xil energiyali (2 MeV dan 9MeV gacha) bo‘ladi;
 - g) Yarim yemirilish davri uchib chiquvchi α -zarralar energiyasiga boG‘liq. α -zarralar energiyasi qancha kichik bo‘lsa, yarim yemirilish davri shuncha katta bo‘ladi.
- Nima sababdan atomlarning yadrolari α -zarralar chiqarib yemirilishini tushuntirish uchun α -zarralar faqat ko‘p sonli proton va neytronlar (nuklonlar) ga ega bo‘lgan oG‘ir yadrolar tomonidan chiqarilishiga etiborni qaratamiz.
- Ma'lumki, yadrodagi nuklonlar orasidagi tortishish kuchlari yaqindan ta'sir qiluvchi, elektrostatik itarishish kuchlari esa, uzoqdan ta'sir qiluvchi kuchlardir. Barcha kimyoviy elementlarda yadro moddasining zichligi deyarli bir xil bo‘lgani sababli, oG‘ir yadrolarning o‘lchamlari yengil yadrolarga qaraganda katta bo‘ladi (ularda nuklonlar soni ko‘p). Shuning uchun oG‘ir yadrolarning yadroviy tortishish kuchlari tufayli hosil bo‘lgan mustahkamligi kichik bo‘ladi. OG‘ir yadro ichida yuz beruvchi jarayonlar natijasida uning α -zarralar chiqarish bilan yemirilishiga qulay sharoit yuzaga keladi. α -yemirilishdan yadro katta mustahkamlikka ega bo‘lib qoladi. Ammo

nima sababdan o'g'ir yadrolar proton yoki neytron chiqarmasdan α -zarra chiqaradi? Yadrodan chiqib ketishi uchun nuklon yadrovoy tortishish kuchlarini yengishi kerak, buning uchun esa u yetarli energiyaga ega bo'lishi zarur. Bundan energiyaning manbai yadro nuklonlarining α -zarraga birikishida ajraluvchi energiya bo'lishi mumkin.. Misol uchun, radiy yadrosining yemirilish reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

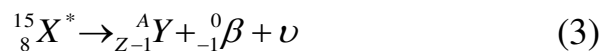


Betta (β) yemirilish.

β -yemirilish hodisasi shundan iboratki, ayrim elementlarning yadrolari o'z-o'zidan elektronlar va juda kichik massali neytral zarra antineytrina chiqaradi. Qizig'i shundaki, radioaktiv yemirilish jarayonida yadrolar o'zida bo'lmagan elektronlarni chiqaradi (yadrolar proton va neytronlardan tuzilgan). Bu juda oson tushuntiriladi. Aniq sharoitlarda yadroda neytronning proton va elektronga aylanishi yuz beradi. Paydo bo'lgan elektron yadrodan uchib chiqadi. Yadro neytronning proton va elektronga aylanish jarayoni neytronlari ko'p bo'lgan yadrolarda kuzatitadi. Yadrodan uchib chiquvchi elektron m massalar farqiga ekvivalent bo'lgan ΔE kinetik energiyaga ega bo'ladi.

Keyinchalik β -yemirilishda ishtirok etuvchi ikki xil neytrino mayjudligi aniqlangan: neytrino n bilan belgilanadi va antineytrino $\bar{n}$ bilan belgilanadi.

β -yemirilish natijasida massa soni oldingidek, ammo atom nomeri (zaryad soni) birga ortik, bo'lgan yangi yadro hosil bo'ladi:



Masalan, ushbu reaksiya bo'lishi mumkin:

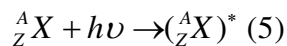


Yadrolardan β -yemirilish jarayonida chiquvchi elektronlar energiyasi n dan berilgan yadro uchun mumkin bo'lgan maksimal qiymatgacha uzluksiz ravishda o'zgarib turishi tajribalarda aniqlangan.

Ammo faqat ahyon-ahyondagina maksimal energiyali elektronlar nurlanadi.

Yadrolarning gamma (γ)-nurlanishi.

Yadro, xuddi atom singari. eng kichik energiyali holatda va qo'zg'algan holatda bo'lishi mumkin. Yadroning eng kichik energiyali holatdan qo'zg'algan holatga o'tishi uni zarralar yoki fotonlar bilan bombardimon qilish orqali amalga oshiriladi. Misol uchun, element yadrosi n chastotasi fotonlar bilan bombardimon qilinganda u () qo'zg'algan holatga o'tishi mumkin:



O'zining asosiy holatiga qaytib, yadro γ -kvantlar chiqaradi:



Shunday qilib, γ -kvantning chiqishi atomning buzilishi bilan bog'liq emas, ular atomlar tomonidan emas, balki yadrolar, tomonidan nurlanadi. γ -nurlanish radioaktiv yemirilish bilan birgalikda yuz beradi, masalan, natriyning radioaktiv yemirilishi β - va γ -nurlanish bilan birgalikda sodir bo'ladi:



γ -nurlanishning asosiy xossalari bilan tanishaylik. Eng avvalo uning nihoyatda yuqori chastotali ekanini ta'kidlash kerak. Shuning uchun uning to'liq xossalari zaif bo'lib, birinchi o'ringa korpuskulyar xossalari chiqadi.

γ -nurlanish, fotonlari elektr zaryadiga va tinchlikdagi massaga ega emas.

Shuning uchun moddadan o'tishda g-kvantlar yadro va elektronlar bilan juda kam to'qnashadi. Ammo onda-sonda to'qnashishlar natijasida ular o'zlarining dastlabki yo'nalishidan keskin o'g'adi. Bunda γ -kvantlar energiyasi deyarli o'zgarmaydi, ammo γ -kvantlarning bir qismi moddada yutiladi. γ -nurlanishning katta o'tuvchanlik qobiliyati ularni inson uchun xavfli qilib qo'yadi.

Radioaktiv yemirilish qonuni. Elementar zarralar va ularning xossalari.

Aytaylik, ixtiyoriy t_0 vaqt momentida N_0 ta yemirilmagan atomlari bo'lgan radioaktiv modda berilgan bo'lsin. Chekli t vaqt o'tgandan keyin moddada qolgan radioaktiv yadrolar sonini topaylik

Ravshanki, t vaqt momentidagi yemirilgan atomlar soni dN shu momentdagi yemirilmagan atomlar soni N ga proporsional bo'ladi. Radioaktiv atomlarning umumiy N soni qancha ko'p bo'lsa, yemirilganlarining soni ham shuncha ko'p bo'ladi:

$$dN = -\lambda N dt \quad (8)$$

Radioaktiv atomlarning yemirilishi o'z-o'zidan va xaotik bo'lgani sababli, t dan $t+dt$ gacha bo'lgan vaqt intervalida yemirilgan atomlar soni dN vaqt oraliG'iga proporsional bo'ladi deb hisoblash mumkin:

$$dN = -\lambda N dt \quad (9).$$

Shunday qilib, $dN = -\lambda N dt$ yoki

$$dN = -\lambda N dt \quad (10)$$

bo'ladi, bu yerdagi λ -proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, radioaktiv yemirilish doimiysi deyiladi. Uning qiymati har xil moddalar uchun har xil. Tenglikning o'ng tomonidagi « - » ishora yemirilmagan atomlar soni N kamayishi sababli, dN manfiy kattalik bo'lishini ko'rsatadi.

Yemirilmagan atomlar sonini topish uchun yuqoridagi tenglikni

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad (11)$$

ko'inishda yozib, so'ngra integrallaymiz:

$$\int_0^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \quad (12)$$

Bundan

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \quad (13)$$

yoki

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (14)$$

natija topiladi.

Bu formula radioaktiv yemirilish qonunining matematik ifodadir:

yemirilmagan radioaktiv yadrolar soni vaqt o'tishi bilan eksponensial ravishda kamayadi.

quyidagi rasmda bu bog'lanishning grafigi keltiriladi. Grafikdan, radioaktiv yemirilish aktivligi o'zgarishining umumiy xarakteri va vaqtga bog'liq bo'lmagan holda, yarim yemirilish vaqti ichida moddaning aktivligi ikki barobar kamayishi ko'rinib turibdi.

Radioaktiv nurlarning tirik organizmga ta'siri. Dozimetriya. Yadro energiyasidan foydalanish sohalari.

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

Nurlanishning bir xil dozasi hujayraning turli qismlarining sezgirligi turlichadir, nurlanishning ta'siriga hujayralarning yadrosi eng sezgirdir. Bo'linish qobiliyati hujayralarning eng nozik funksiyasi bo'lgani uchun nurlanishda eng avval o'suvchi to'qimalar jarohatlanadi. Demak nurlanish eng avval bola organizmi uchun (embrionologik davridan boshlab) xavflidir. Odam va hayvon organizmi doimiy yoki davriy bo'linib turadigan hujayralardan tashkil topgan to'qimaga, M: oshqozon va ichakning shilimshiq pardasiga, qon hosil qiluvchi to'qimalarga, jinsiy hujayralarga nurlanish halokatli ta'sir qiladi.

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

Radioaktiv izotoplar meditsinada 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 yordamida to'planishiga qarab diagnostika qilish mumkin. Xuddi 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/x 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.

„Fizika 1,2” fanidan amaliy mashg‘ulotlar

1-Mavzu: Mexanikaning fizik asoslari. Energiya va ish.

Topshiriqlar.

- 1.1.** Avtomobil o‘z harakati vaqtining birinchi yarmida 80 km/soat tezlik bilan, qolgan vaqtda esa 40 km/soat tezlik bilan harakatlangan. Avtomobil harakatining o‘rtacha tezligi topilsin.
- 1.2.** Avtomobil yo‘lining birinchi yarmini 80 km/soat tezlik bilan, qolgan yo‘lni esa 40 km/soat tezlik bilan bosib o‘tgan. Avtomobil harakatining o‘rtacha tezligi topilsin.
- 1.3.** Paroxod daryoda A punktdan B punktga $v_1 = 10 \text{ km/soat}$ tezlik bilan, qaytishda esa $v_2 = 16 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanadi. 1) Paroxodning o‘rtacha tezligi, 2) daryoning oqim tezligi topilsin.
- 1.4.** $v_1 = 1 \text{ m/sek}$ tezlik bilan oqayotgan daryoda suvga nisbatan $v_2 = 2 \text{ m/sek}$ tezlik bilan harakatlanayotgan qayiqning quyidagi hollarda qirG‘ oqqa nisbatan tezligi topilsin: 1) qayiq oqim bo‘yicha suzganda, 2) qayiq oqimga qarshi suzganda, 3) qayiq oqimga $\alpha = 90$ burchak hosil qilib suzganda.
- 1.5.** Samolyot havoga nisbatan $v_1 = 800 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchmoqda. G‘ arbdan sharqqa tomoni $v_2 = 15 \text{ m/sek}$ tezlik bilan shamol esib turibdi. Samolyot yerga nisbatan qanday tezlik bilan uchishi va 1) janubga, 2) shimolga, 3) G‘ arbgaga, 4) sharqqa siljishi uchun meridianga nisbatan qanday uchburchak tashkil qilib uchishi topilsin.
- 1.6.** Samolyot A punktdan sharq tomondagi 300 km uzoqlikda joylashgan B punktga uchmoqda. Quyidagi hollarda samolyotning bu masofani uchib o‘tish vaqti topilsin: 1) shamol bo‘lmaganda, 2) shamol janubdan shimolga esganda va 3) shamol G‘ arbdan sharqqa esganda. Shamolning tezligi $v_1 = 20 \text{ m/sek}$, samolyotning tezligi $v_2 = 600 \text{ km/soat}$.
- 1.7.** Qayiq suvga nisbatan $7,2 \text{ km/soat}$ tezlik bilan qirG‘ oqqa tik yo‘nalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni 150 m pastga sudradi. Daryoning kengligi $0,5 \text{ km}$. 1) Daryo oqimining tezligi va 2) Qayiqning daryodan o‘tishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin.
- 1.8.** Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sek dan keyin yerga qaytib tushdi. 1) Jismning boshlanG‘ ich tezligi qanday bo‘lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko‘tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
- 1.9.** Tosh 10 m balandlikka otilgan. 1) Tosh qancha vaqtdan keyin yerga qaytib tushadi? 2) Agar toshning boshlanG‘ ich tezligi ikki marta oshirilsa, u qancha balandlikka ko‘tariladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
- 1.10.** 300 m balandlikdagi aerostatdan tosh tashlangan. 1) Aerostat 5 m/sek tezlik bilan yuqoriga ko‘tarilayotganda, 2) 5 m/sek tezlik bilan pastga

tushayotganda, 3) aerostat bir joyda turgandagi hollarda toshning yerga tushguncha o'tadigan vaqtni hisoblang. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.11. $9,8 \text{ m/s}^2$ boshlanG' ich tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan jism h balandligi va v tezligining t vaqtga bo'lgan o'lanish grafigi chizilsin. Grafik 0 dan 2 sek gacha, ya'ni $0 \leq t \leq 2$ sek gacha bo'lgan intervalda $0,2 \text{ sek}$ dan oralab tuzilsin.

1.12. Jism $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan boshlanG' ich tezliksiz tushmoqda.

1) Jism o'z harakatining birinchi 0,1 sekundida qancha yo'l o'tadi? 2) Oxirgi 0,1 sekundda-chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.13. Jism $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan boshlanG' ich tezliksiz tushmoqda.

1) Jism o'z yo'lining birinchi 1 metrini qancha vaqtda bosib o'tadi? 2) Yo'lning oxirgi 1 metrini-chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.14. Erkin tushayotgan jism o'z harakatining oxirgi sekundida butun yo'lning yarmini o'tadi. 1) Jismning qanday h balandlikdan tushayotgani va 2) yerga tushguncha ketgan vaqt topilsin.

1.15. A jism v_1 boshlanG' ich tezlik bilan yuqoriga otilgan vaqtda, h balandlikdan $v_2=0$ boshlanG' ich tezlik bilan B jism pastga tushib keladi. Agar 19 jismlar bir vaqtda harakatlangan bo'lsa, A va B jismlar orasidagi x masofaning t vaqtga bo'lgan o'lanishi topilsin.

1.16. Metropoliten ikki stansiyasining oraliG' i $1,5 \text{ km}$. Poyezd bu masofaning birinchi yarmida tekis tezlanuvchan, qolgan ikkinchi yarmida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi. Poyezdning maksimal tezligi 50 km/soat ga teng. Bu tezlanuvchan va sekinlanuvchan harakatning tezlanishlarini miqdor jihatdan teng deb hisoblab, uning kattaligi, 2) poyezdning ikki stansiya orasidagi harakat vaqti topilsin.

1.17. Poyezd 36 km/soat tezlikda harakat qilmoqda. Agar buG' berish to'xtatilsa, poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 20 sek dan keyin to'xtaydi. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi topilsin. 2) To'xtash joyidan necha metr narida buG' berishni to'xtatish kerak.

1.18. Tormozlangan poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 min da o'z tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat kamaytirgan. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi va 2) Tormozlanish vaqtida o'tgan yo'li topilsin.

1.19. Vagon - $0,5 \text{ m/s}^2$ manfiy tezlanish bilan va tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlanG' ich tezligi 54 km/soat . Vagon qancha vaqtdan keyin va boshlanG' ich nuqtadan qancha uzoqlikda to'xtaydi?

1.20. A jism $v_0=2 \text{ m/s}$ boshlanG' ich tezlik va o'zgarmas a_1 tezlanish bilan harakat qiladi. A jism $v_0=12 \text{ m/s}$ boshlanG' ich tezlik va o'zgarmas manfiy a

tezlanish bilan harakat

qiladi. harakat boshlangandan keyin qancha vaqt o'tgach ikkala jismning tezligi bir xil bo'ladi?

2-Mavzu: Qattiq jimlar mexanikasi. Suyuqliklar mexanikasi.
Topshiriqlar.

4.8.1. 2 k/mol muz eriganda entropiyaning o'zgarishi 22,2 kJ/grad ga teng. Tashqi bosim $1 \cdot 10^5$ N/m² ga ko'tarilsa, muz erish haroratining qanchaga o'zgarishi topilsin.

4.8.2. 105 N/m² bosimda qalayning erish harorati 231,9 0C ga, 107 N/m² bosimda esa u 232,2 0C ga teng. Suyuq qalayning zichligi 7,0 g/sm³. 1 kmol qalay eriganda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

4.8.3. Bosim 1 kG/sm² ga o'zgarganda temirning erish harorati 0,012 0C ga o'zgarsa, temir eriganda bir kilomol hajmining o'zgarishi topilsin.

4.8.4. Dyulong va Pti qonunidan foydalanib: 1) misning, 2) temirning, 3) aluminiyning solishtirma issiqlik siG' imi topilsin.

4.8.5. Agar 0,025 kG oG' irlikdagi metall sharchani 100C dan 300C gacha isitish uchun 117 J issiqlik sarflangan bo'lsa, Dyulong va Pti qonunidan foydalanib, sharcha qanday materialdan yasalganligi topilsin.

4.8.6. Dyulong va Pti qonunidan foydalanib, aluminiyning solishtirma issiqlik siG' imi platinaning solishtirma issiqlik siG' imidan necha marta ko'pligi topilsin.

4.8.7. 400 m/sek tezlik bilan qo'rG' oshin o'q devorga uriladi va unda tiqilib qoladi. O'q kinetik energiyasining 10 % uni isitishga sarf bo'ladi deb hisoblab, o'qning necha gradusga isiganligi topilsin. Qo'rG' oshining solishtirma issiqlik siG' imi Dyulong va Pti qonunidan topilsin.

4.8.8. Mis (qalinligi $d_1 = 9$ mm) va temir (qalinligi $d_2 = 3$ mm) plastinkalar ustma-ust taxlangan. Mis plastinkaning tashqi sirti $t_1 = 500C$ o'zgarmas haroratda, temirning tashqi sirti esa $t_1 = 00C$ haroratda saqlanadi. Plastinkalar bir-biriga tegib turgan sirtning t_X harorati topilsin.

Plastinkalarning yuzi qalinligiga nisbatan juda katta. 94

4.8.9. Devor tashqi sirtining harorati $t_1 = -20$ 0C ichki sirtining harorati esa $t_2 = +200C$ va uning qalinligi 40 sm. Agar devorning har 1 m² yuzidan 1 soatda 110 kkal issiqlik o'tib tursa, devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti topilsin.

4.8.10. Polining yuzi 4 x 5 m va balandligi 3 m bo'lgan xona to'rtta G' isht devori orqali bir minutda qancha issiqlik yo'qotadi? Xonaning harorati $t_1 = 150C$ tashqi harorat esa $t_2 = -200C$. G' ishtning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 0,002 kal/grad·sm·sek, devorning qalinligi 50 sm. Pol va ship orqali yo'qotilgan issiqlik hisobga olinmasin.

4.8.11. Temir sterjenning bir uchi 100°C haroratda saqlanadi, ikkinchi uchi esa muzga tegib turadi. Sterjenning uzunligi 14 sm ko'ndalang kesimining yuzi esa 2 sm^2 . Sterjen shunday izolyatsiyalanganki, uning aylanma sirti orqali yo'qolgan issiqlik miqdorini nazarga olinmasa ham bo'ladi. 1) Sterjen bo'ylab issiqlikning oqish tezligi, 2) 40 minutda erigan muzning miqdori topilsin.

4.8.12. Uzunligi 50 sm , ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan mis sterjen uchlaridagi haroratlarning farqi 150°C bo'lsa, 1 sek da undan o'tgan issiqlik miqdori topilsin. Issiqlikning isrofi nazarga olinmasin.

4.8.13. Suv to'ldirilgan 15 sm diametrli aluminiy kastrulka plitaga qo'yilgan. Suv qaynab har minutda 300 g suv bug' i hosil bo'ladi. Agar kastrulka tubining qalinligi 2 mm bo'lsa, kastrulka tubi tashqi sirtining harorati topilsin. Issiqlikning isrofi nazarga olinmasin..

4.8.15. Ko'ndalang kesimining yuzi $S=10\text{ sm}^2$ bo'lgan sterjenni $t_1=0^{\circ}\text{C}$ dan $t_2 = 300^{\circ}\text{C}$ gacha isitganda cho'zilmasligi uchun, uning uchlariga qanday kuch qo'yilishi kerak?

4.8.16. 1 mm radiusli po'lat simga yuk osilgan. Sim 200°C da qancha cho'zilgan bo'lsa bu yuk ta'sirida ham shuncha cho'ziladi. Yukning o'g'irligi topilsin.

4.8.17. 1500°C haroratli mis sim ikkita qo'zgalmas devor orasiga tarang qilib tortilgan. Soviganda sim qanday haroratda uziladi? Guk qonuni simning uzilishiga qadar o'rinli deb hisoblansin.

SUYUQLIKLAR MEXANIKASI

Topshiriqlar.

5.4.2. Silindrsimon idishning asosida $d=1\text{ sm}$ diametrli doiraviy teshik bor. Idishning diametri $D=0,5\text{ m}$. Idishdagi suv sathining pasayish tezligi v ning suv sathining balandligi h ga bog'lanishi topilsin. $H=0,2\text{ m}$ balandlik uchun bu tezlikning son qiymati topilsin.

5.4.3. Stol ustidagi suvli idishning yon sirtida idishning asosidan h_1 masofada va suvning sathidan h_2 masofada joylashgan teshigi bor. Idishdagi suvning sathi har doim o'zgarmas saqlanadi. Suv jarayoni stolga (gorizontal bo'ylab) qanday masofada tushadi? Masala 1) $h_1 = 25\text{ sm}$ va $h_2 = 16\text{ sm}$, 2) $h_1=16\text{ sm}$ va $h_2 = 25\text{ sm}$ hollar uchun yechilsin.

5.4.4. Suv to'ldirilgan A idish (Mariott idishi) o'g' ziga mahkamlangan a shisha naycha orqali atmosfera bilan tutashtirilgan (5-rasm). Tubidan $h_2 = 2\text{ sm}$ balandlikda idishning K jo'mragi bor. Truba a ning pastki uchi idish tubidan: 1) $h_1 = 2\text{ sm}$, 2) $h_1 = 7,5\text{ sm}$ va 3) $h_1 = 10\text{ sm}$ ga teng oraliqda bo'lgan hollarda K jo'mrakdan oqib chiqayotgan suvning tezligi topilsin.

5.4.5. Balandligi $h = 1\text{ m}$ bo'lgan silindrsimon

bakka suv to'ldirilgan. 1) Bakning tubidagi teshikdan qancha vaqtda suv to'liq oqib chiqadi? Teshikning ko'ndalang kesim yuzi bakning ko'ndalang kesim yuzidan 400 marta kichik. 2) Bu topilgan vaqtni, bakdagi suvning sathi teshikdan $h=1\text{ m}$ balandlikda o'zgarmas holda saqlanganda (suv to'ldirib turilganda) teshikdan o'shancha suv oqib tushgungacha ketgan vaqt bilan solishtiring.

5.4.6. Idishga har 1 sek da 0,2 l suv quyila boriladi. Bunda idishdagi suvning sathi $h = 8,3\text{ sm}$, balandlikda o'zgarmasdan qolishi uchun idish tubidagi teshikning d diametri qanday bo'lishi kerak?

5.4.7. Agar bo'yoq pultidan 25 m/sek tezlik bilan suyuq bo'yoq oqib chiqayotgan bo'lsa, kompressor bo'yoq pultida qanday bosim hosil qiladi? Bo'yoqning zichligi 0,8 g/sm³ ga teng.

5.4.8 AB gorizontal turubadan (6-rasm) suyuqlik oqmoqda. Diametrlari bir xil bo'lgan a va b trubalardagi bu suyuqlik sathining farqi $\Delta h=10\text{sm}$ ga teng. AB turubadagi suyuqlik oqimining tezligi topilsin.

5.4.9. AB trubadan har minutda 15 l havo oqib o'tmoqda (7-rasm). AB truba keng joyining ko'ndalang kesimi yuzi 2sm² ga teng, tor joyining va abs trubaning ko'ndalang kesim yuzi esa 0,5 sm² ga teng. Abs trubaga quyilgan suv sathining Δh farqi topilsin. Havoning zichligi 1,32 kg/m³ ga teng deb olinsin.

5.4.10. Sharcha zichligi materialining zichligidan 4 marta katta zichlikli suyuqlikning ichidan o'zgarmas tezlik bilan chiqib kelmoqda. Chiqib kelayotgan sharchaga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi, bu sharchaning o'g'irligidan necha marta katta?

5.4.11. Dinamik yopishqoqligi $1,2 \cdot 10^{-4}\text{ g/sm}\cdot\text{sek}$, ga teng havodagi $d=0,3\text{mm}$ diametrli yomG'ir tomchisi eng ko'pi bilan qanday tezlikka erishadi?

5.4.12. 1mm diametrli po'lat sharcha katta idishda kanakunjut moyiga 0,185 sm/sek o'zgarmas tezlik bilan tusha boradi. Kanakunjut moyining dinamik yopishqoqligi topilsin.

3-Mavzu: Ideal gaz molekulyar –kinetik nazariyasi. Termodinamika asoslari. Topshiriqlar.

6.5.1. 2 g azot 2 atm bosim ostida 820 sm³ hajmni egallasa, uning harorati qanday bo'ladi?

6.5.2. 200C haroratda 750 mm sim. Ust. Bosimda 10 g kislorod qanday hajmni egallaydi?

6.5.3. Sig'imi 12 l bo'lgan ballonda 8,1·10⁶ N/m² bosim va 170C haroratda azot to'ldirilgan. Ballonda qancha azot bor?

6.5.4. Og'zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning 70C haroratda bosimi 1atm. Shisha isitilganda havo bosimi 1,3 atm ga yetganda tiqin otilgan. Shisha qanday haroratgacha isitilganligi topilsin.

6.5.5. 6,4 kG kislorod sig'adigan ballon devori 200C haroratda 160 kG/sm² bosimga chidasa, uning eng kichik hajmi qanday bo'ladi?

6.5.6. Ballonda 107N/m² bosimli 10 kg gaz bo'lgan. Ballondagi bosim 2,5·10⁶ n/m² ga teng bo'lishi uchun ballondan qancha miqdor azotni olish kerak? Azotni harorati o'zgarmas deb hisoblansin.

6.5.7. 27 0 C haroratda 760 mm sim. Ust. Bosimli 25 l oltingugurt gazi (SO₂) ning massasi topilsin.

6.5.8. Balandagi 5m va polining yuzi 200 m² bo'lgan auditoriyadagi havoning massasi topilsin. Binoning harorati 17 o C, bosimi 750 mm. Sim.ust.ga teng. (Bir kilomol havoning massasi 2,9 kg/mol deb olinsin.)

6.5.9. Binoni to'ldirib turgan qishdagi (7 0C) havoning oG' irligi yozdagi (37 ° C) havoning oG' irligidan necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.

6.5.12. Gaz solingan 10 m³ hajmli ballonga 17 0C harorat va 720 mm sim.ust.bosimga qancha miqdorda kilomol'gaz bo'ladi?

6.5.13. 4 l hajmli yopiq idishni 20 0C haroratli 5g azot 40 0C haroratgacha isitilgan. Gazning isitilishidan oldingi va keyingi bosim topilsin.

6.5.18. 150C harorat va 730mm sim.ust. bosimdagi vodorodning zichligi topilsin.

6.5.19. 100C harorat va 2·10⁵N/m² bosimdagi biror gazning zichligi 0,34 kg/m³ga teng. Bu gaz bir kilomolining massasi nimaga teng?

6.5.21. 70C haroratli 12g gaz 4·10⁻³ m³ hajmni egallaydi. Gaz o'zgarmas bosimga isitilganda uning zichligi 6·10⁻⁴g/sm³ ga teng bo'lib, qolgan. Gaz qanday haroratgacha isitilgan?

6.5.23. Kavsharlangan idish hajmining yarmigacha suv to'ldirilgan. 4000C haroratda suvning to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu haroratda suv bug'ining bosimi va zichligi topilsin.

6.5.25. Sig'imi 1m³ bo'lgan berk idish 0,9 kg suv va 1,6kg kislorod bor. 5000C haroratda suv to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu haroratda

idishdagi bosim topilsin.

6.5.26. $V_1=3$ l siG‘ imli A idishda $p_0 = 2$ atm bosimda gaz bor. $V_2=4$ l siG‘ imli B idishda $p_0=1$ atm bosimda xuddi shuncha gaz bor. Ikkala idishda ham haroratlar bir xil. Ikkala idish naycha bilan tutashtirilsa, gaz bosimi qancha bo‘ladi?

6.5.27. $2 \cdot 10^{-3}$ m³ hajmli idish 6g karbonat angidrit (CO₂) va 5g azot (1)-oksidi (N₂O) bilan to‘ldirildan. 1270C haroratda idishdagi umumiy bosim qanday?

6.5.28. Idishda 100C haroratda va 106N/m² bosimda 14 g azot va 9g vodorod bor. 1) aralashma bir kilomolning massasi, 2) idishning hajmi topilsin.

6.5.33. Idishda 10 g karbonat angidrid gazdan va 15 g azotdan iborat aralashma bor. Bu aralashmaning 270 C harorat va $1,5 \cdot 10^5$ N/m² bosimda zichligi topilsin.

6.5.34. 1) Vodorod 2) geliy atomining massasi topilsin.

6.5.37. 430 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan azot molekulasining harakat miqdori topilsin.

6.5.38. 1g suv buG‘ ida qancha molekula bo‘ladi.

6.5.39. 4 l siG‘ imli idishda 1g vodorod bor. Bu idishning har 1sm³ hajmida qancha molekula bo‘ladi.

6.5.40. 170 C haroratva 750 mm sin. Ust. Bosimda 80m³ hajmli uyda qancha havo molekulasini bo‘ladi.

6.5.43. Agar yodning dissotsiatsiya darajasi 50% bo‘lsa, uning 1g buG‘ ida qancha zarracha bo‘ladi. Yod J₂ ning bir kilomol massasi 254 kg/kmol ga teng.

6.5.46. Havoni bir kilomolining massasi $\mu=29$ kg/kilomolga teng bo‘lgan bir jinsli gaz deb hisoblab, 170C haroratda havo molekulalarining o‘rtacha kvadratik tezligi topilsin.

6.5.47. Bir xil haroratdagi geliy va azot molekulalari o‘rtacha kvadratik tezliklarning nisbati topilsin.

6.5.50. Biror gazning zichligi $6 \cdot 10^{-2}$ kg/m³ ga, molekulalarning o‘rtacha kvadratik tezligi esa 500 m/sek ga teng. Gazning idish devoriga ta’sir qilgan bosimi topilsin.

Termodinamika qonunlari.

Topshiriqlar.

7.5.79. 100C temperaturada 10g kislorod $3 \cdot 10^5$ N/m² o‘zgarmas bosimda isitilgandan keyin gaz kengayib, 10 l hajmni egallaydi. 1) gazning olingan issiqlik miqdori 2) gaz molekulalarining oldingi va keyingi harakat energiyasi topilsin.

- 7.5.80.** Ikki l hajmli yopiq idishda 100C haroratda 12 g azot bor. Isitilgandan keyin bosim 104 mm.sim.ust. ga teng bo'lgan. Isitishda gazga qancha issiqlik miqdori berilgan.
- 7.5.82.** Yopiq idishda 270C haroratda va 105 N/m² bosimda 14 g azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim 5 marta ortgan. 1) gazning qanday haroratgacha isitilganligi 2) idishning hajmi 3) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.
- 7.5.83.** 12 g kislorodni o'zgarmas bosimda 500C ga isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarflash kerak.
- 7.5.84.** 40 g kislorodni 160C dan 400C gacha isitish uchun 150 kal issiqlik sarf bo'lgan. Gaz qanday sharoitda isitilgan? (o'zgarmas hajmdami yoki o'zgarmas bosimdami).
- 7.5.85.** Yopiq idishda 105N/m² bosimda 10 l havo bor. Idishdagi bosimni 5 marta orttirish uchun havoga qancha issiqlik berish kerak.
- 7.5.86.** 1) 0,053 kkal issiqlik miqdori berib, karbonat angidridning qancha miqdori 200C dan 1000C gacha isitish mumkin. Bunda bitta molekulaning kinetik energiyasi qancha ortadi? Isitish vaqtida gaz $p = \text{const}$ bosimda kengayadi.
- 7.5.87.** $V = 2$ l hajmli yopiq idishda zichligi $\rho = 1,4$ kg /m³ga teng azot bor. Shu sharoitda azotni $\Delta t = 100^\circ$ ga isitish uchun unga qancha Q issiqlik miqdori berish kerak.
- 7.5.88.** 3 l hajmli yopiq idishda 3 atm bosimda 270C haroratli azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim 25 atm ga ko'tarilgan 1) isitilgandan keyingi azotning harorati, 2) azotga berilgan issiqlik miqdori topilsin.
- 7.5.90.** Yopiq idishda 70C haroratli 10g azot bor. 1) azot molekulasi o'rtacha kvadratik tezligini ikki barabar orttirish uchun unga qancha issiqlik berish kerak? 2) bunda harorat necha marta ortadi? 3) bunda gazning idish devoriga bergan bosimi necha marta oshadi?
- 7.5.92.** Normal sharoitda ikki litr hajmli yopiq idishda m g azot va m g argon bor. u gaz aralashmasini 100o isitish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak.
- 7.5.159.** 3.105 N/m² bosimda bo'lgan 100C haroratli 10g kislorodni o'zgarmas bosimda isitish natijasida u kengayib, 10 l hajmni egallaydi. 1) gazning olgan issiqlik miqdori 2) gaz ichki energiyasining o'zgarishi 3) gaz kengayishida bajarilgan ish topilsin.
- 7.5.160.** Harorati 27 0C bo'lgan 6,5 g vodorod $p = \text{const}$ bosimda tashqaridan berilayotgan issiqlik hisobiga ikki marta kengaygan. 1) gazning kegayish ishi 2) gazning ichki energiyasining o'zgarish 3) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin..

4-Mavzu: Elektrostatika. Elektr maydoni. Doimiy va o'zgaruvchan tok. Topshiriqlar.

- 9.1.** Vodorod atomning yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi $0,50 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$, yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishorali.
- 9.2.** Havoda bir-biridan 20 sm uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. YoG' da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda joylashtirish kerak?
- 9.3.** Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga boG' lanish grafigi chizilsin. Grafik $2 \leq r \leq 10 \text{ sm}$ intervalda 2 sm oraliq bilan chizilsin. Zaryadlar miqdoriy mos ravishda $2 \cdot 10^8 \text{ Kl}$ va $3 \cdot 10^{-8} \text{ Kl}$.
- 9.4.** Ikkita protonning Nyuton tortishish kuchi ularning kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi son jihatdan elektron zaryadiga teng.
- 9.5.** Natriy atomini bombardimon qilayotgan proton uning yadrosiga $6 \cdot 10^{-12} \text{ sm}$ gacha yaqin keldi deb hisoblab, proton bilan natriy yadrosining elektrostatik itarishish kuchi topilsin. Natriy yadrosining zaryadi proton zaryadidan 11 marta ko'p. Natriy atomi elektron qobiG' ining ta'siri hisobga olinmasin.
- 9.6.** Har birining og'irligi $0,2 \text{ kG}$ bo'lgan ikkita zaryadlangan metall sharcha bir-biridan biror oraliqda turibdi. Agar shu oraliqda ularning elektrostatik energiyasi o'zaro gravitasion ta'sir energiyasidan million marta kattaligi ma'lum bo'lsa, sharchalarning zaryadi topilsin.
- 9.7.** Zaryadi q va massasi m bo'lgan ikkita zarrachaning elektrostatik o'zaro ta'sir energiyasi ularning gravitasion o'zaro ta'sir energiyasidan necha marta katta? Masalani: 1) elektronlar uchun, 2) protonlar uchun yechilsin.
- 9.8.** Ikkita nuqtaviy zaryad potensial elektrostatik energiyasining ular oraliG' iga boG' lanish grafigi $2 \leq r \leq 10 \text{ sm}$ intervalda har 2 sm oraliqda qilib chizilsin. Zaryadlar $q_1 = 10^{-9} \text{ Kl}$ va $q_2 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$; $\epsilon = 1$. Grafik ikki hol uchun chizilsin: 1) zaryadlar bir xil ishorali, 2) zaryadlar turli xil ishorali.
- 9.9.** Ikkita $q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ va $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{ Kl}$ nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oraliG' i $r = 10 \text{ sm}$; $\epsilon = 1$.
- 9.10.** Har bir uchida 7 SGSq zaryad turgan kvadratning markaziga manfiy zaryad joylashtirilgan. Agar har zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa, markazdagi zaryadning miqdori qancha?
- 9.11.** Muntazam oltiburchakning uchlariga uchta musbat va uchta manfiy zaryad joylashtirilgan. Har bir zaryadning miqdori $q = 4,5 \text{ SGSq}$. 101

Oltiburchakning tomoni 3 sm. Bu zaryadlarni turli kombinatsiyalarda joylashtirib, oltiburchak markazidagi elektr maydoni kuchlanganligi topilsin.

O'zgarmas tok qonunlari.

Topshiriqlar.

12.9.60. 2,22.10-10 Kl zaryadga ega bo'lgan sovun pufakchasi gorizontall yassi kondensatorning maydonida muallaq turibdi. Pufakchani massasi 0,01 g va plastinkalar oralig'i 5 sm. Kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi topilsin.

12. 9.61. Yassi kondensator Plastinkalarining oralig'i 4 sm. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda harakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi?

12. 9.62. Yassi kondensator plastinkalarining oralig'i 1 sm ga teng. Plastinkalarning biridan bir vaqtda proton va α -zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastinkadan ikkinchisigacha bo'lgan yo'lni bosib o'tgan vaqt oralig'ida α -zarracha qanday masofani bosib o'tadi?

12.9.63. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisigacha bo'lgan oralig'ini o'tganda 108 sm/sek tezlikka erishgan. Plastinkalarning oralig'i 5,3 mm. 1) Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi, 2) kondensator ichidagi elektr maydon kuchlanganligi, 3) plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

12.9.64. Bir-biridan 2 sm uzoqlikda turgan, potentsiallari ayirmasi 120 V bo'lgan ikkita parallel plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektron bu maydon ta'sirida maydon kuch chiziqlari bo'ylab 3 mm masofani o'tganda qanday tezlikka erishadi?

12.9.65. Bir jinsli elektr maydonida elektron 4 sm/sek 2 tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektronning 10⁻⁶ sek da olgan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potentsiallar ayirmasi topilsin.

12.9.66. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisiga uchayotir. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi 3 kV, plastinkalar oralig'i 5 mm. 1) Elektronga ta'sir etuvchi kuch, 2) elektronning tezlanishi, 3) elektronning ikkinchi plastinkaga uchib kelish tezligi, 4) kondensator plastinkalaridagi zaryadlarning sirt zichligi topilsin.

12. 9.67. Elektron yassi kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda va har biridan bir xil uzoqlikda qandaydir tezlik bilan uchib kiradi. Kondensator plastinkalari potentsiallarining ayirmasi 300 V ga teng. Plastinkalar oralig'i $d=2$ sm; kondensatorning uzunligi $L=10$ sm. Elektron 107 kondensatordan uchib chiqib ketmasligi uchun maksimal boshlang'ich tezligi v_0 qanday bo'lishi kerak? Bu masala α -zarracha uchun ham yechilsin.

5-Mavzu:Moddalarning magnit xususiyatlari. Elektr tokining ishi, quvvati va issiqlik ta'siri

Topshiriqlar.

10.3. Qarshiligi 40 Om bo'lgan pech yasash uchun, radiusi 2,5 sm li chinni silindrga diametri 1 mm li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak?

10.4. Mis sim o'ralgan g'altakniig qarshiligi $R=10,8$ Om, mis simning og'irligi $P=3,41$ kG. G'altakka o'ralgan simning uzunligi va diametri d topilsin.

10.5. Diametri 1 sm, og'irligi 1 kG bo'lgan temir sterjenning qarshiligi topilsin. 10.6. Mis va aluminiydan qilingan ikki silindrik o'tkazgichning uzunligi va qarshiligi bir xil bo'lsa, mis sim aluminiy simdan necha marta og'ir bo'ladi?

10.7. Elektr lampochkasi volfram ipining qarshiligi 20°C da 35,8 Om ga teng. 120 V kuchlanishli elektr tarmog'iga ulangan lampochka tolasidan 0,33 A tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koeffitsienti $4,6 \cdot 10^{-3}$ grad $^{-1}$ ga teng.

10.8. Temir simli reostat, milliampermetr va tok generatori ketma-ket ulangan. Reostatning qarshiligi 0°C da 120 Om ga, milliampermetrning qarshiligi esa 20 Om ga teng. Milliampermetr 22 mA ni ko'rsatib turibdi. Reostat 50°C gacha qiziganda milliampermetr qanchani ko'rsatadi? Temir qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $6 \cdot 10^{-3}$ grad $^{-1}$ ga teng. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin. 10.9. Mis simli g'altak chulg'aming qarshiligi 14°C da 10 Om ga teng. Tokka ulangandan keyin cho'lg'amning qarshiligi 12,2 Om ga teng bo'lib qoladi. Cho'lg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $4,15 \cdot 10^{-3}$ grad $^{-1}$ ga teng.

10.10. Uzunligi 500 m va diametri 2 mm bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2 A ga teng bo'lsa, undagi potentsialiing tushishi topilsin.

10.11. Ampermetr 3 A ni ko'rsatadi; $R_1=4$ Om, $R_2=2$ Om, $R_a=4$ Om (19-rasm); R_1 R_2 va R_3 qarshiliklarida potentsialning tushishi hamda R_2 va R_3 qarshiliklardan o'tayotgan tokning kuchi topilsin. (19-rasm)

10.12. Elektr yurituvchi kuchi 1,1 V, ichki qarshiligi 1 Om bo'lgan element 9 Om li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi zanjirdagi potentsialning tushishi, 3) elementning ichidagi potentsialning tuzilishi, 4) element qanday foydali ish koeffisient bilan ishlashi topilsin.

10.13. Oldingi masaladagi zanjir uchun tashqi zanjirdagi potentsial tushishining tashqi qarshilikka bog'liqlik grafigi chizilsnn. Tashqi qarshilik $0 \leq R \leq 10$ Om intervalda har 2 Om dan olinsin.

10.14. Elektr yurituvchi kuchi 2 V bo'lgan elementning ichki qarshiligi 0,5 Om. Zanjirdagi tok kuchi 0.25 A bo'lganda element ichidagi potentsialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin.

10.15. Elementning elektr yurituvchi kuchi $1,6 \text{ V}$ ta, ichki qarshigi $0,5 \text{ Ohm}$ ga teng.

Tok kuchi $2,4 \text{ A}$ bo'lganda elementning f.i.k. qancha bo'ladi?

10.16. Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 V ga teng, tashqi qarshilik $1,1 \text{ Ohm}$ bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potensialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

6-Mavzu: Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.

Topshiriqlar.

14.1. Tebranish konturi 800 SGSs sig'imli kondensator hamda $32 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$, induktivlikka ega g'altakdan iborat. Kontur qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

14.2. Induktivligi $32 \cdot 10^{-3} \text{ Gn}$, sig'imi 62 dan 480 SGSs gacha o'zgara oladigan tebranish konturini qanday to'lqin diapozonga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda oz.

14.3. 2 mkF sig'imda 1000 Hz tovush chastotasini olish uchun tebranish konturiga qanday induktivlik ulash kerak? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

14.4. Induktivligi $L \text{ Gn}$ $53 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ bo'lgan g'altak plastinkalarining sathi $S=10 \text{ sm}^2$ va ular oraliqlari $d=0,1 \text{ mm}$ bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar kontur 750 m uzunlikdagi to'lqinga rezonanslashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektirik singdiruvchanligi nimaga teng?

14.5. Tebranish konturi $0,025 \text{ mkF}$ sig'imli konturdan hamda $1,025 \text{ Gn}$ induktivlikka ega g'altakdan iborat. Zanjirning om qarshiligini hisobga olmaymiz. Kondensator $62,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}$ elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) Bu tebranma kontur uchun kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining (sonli koeffitsiyentlar bilan) va zanjirdagi tok kuchining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarish tenglamasi yozilsin. 2) 4 T , 8 T va 2 T sek ga teng vaqtdagi kondensator qoplamalarida potentsiallar ayirmasining qiymati va zanjirdagi tok kuchi topilsin. 3) Bir davr chegarasida bu bog'lanishlarning grafiklari chizilsin.

14.6. Oldingi masaladagi tebranish konturi uchun: 1) elektr maydonning energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiyaning vaqtga qarab o'zgarish tenglamalari (son koeffisientlari bilan yozilsin). 2) 4 T , 8 T va 2 T sek ga teng vaqtdagi elektr maydoni energiyasi, magnit maydoni energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiya qiymatalri topilsin. 3) bir davr chegarasida bu bog'lanishlarning grafiklari chizilsin.

14.7. Tebranish konturi kondensatori qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining vaqtga qarab o'zgarish tenglamasi $U=50\cos 104\pi t$ ko'rinishida berilgan. Kondensatorning sig'imi 10^{-7} F ga teng. 1) Tebranish davri, 2) kontur induktivligi, 3) vaqt bo'yicha zanjirdagi tok kuchining o'zgarish qonuni. 4) shu konturga muvofiq keluvchi to'lqin uzunligi topilsin.

14.8. Tebranish konturidagi tok kuchining vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi quyidagi ko'rinishda berilgan: $I = -0,02 \sin 400\pi t$. Konturning induktivligi 1 gn. 1) tebranish davri, 2) kontur sig'imi, 3) kondensator qoplamalaridagi maksimal potentsiallar ayirmasi, 4) magnit maydonining maksimal energiyasi, 5) elektr maydonining maksimal energiyasi topilsin.

14.9. 8 T sek vaqt payti uchun tebranish konturi magnit maydoni energiyasining elektr maydoni energiyasiga nisbati nimaga teng?

14.10. Tebranish konturi 7 mkF sig'imli kondensator hamda induktivligi 0,23 Gn va qarshiligi 40 Om bo'lgan g'altakdan iborat. Kondensator $5,6 \cdot 10^{-4}$ Kl elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) konturning tebranish davri topilsin. 2) tebranishning so'nish logarifmik dekrementi aniqlansin. 3) Kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining o'zgarishini vaqtga bog'lanish tenglamasi yozilsin. 4) T T T 2 3 , 2 va 2T sek ga teng vaqt paytida potentsiallar ayirmasining qiymati topilsin. Ikki davr chegarasida $U = f(t)$ grafigi chizilsin. 14.11. Tebranish konturi 0,2 mkF sig'imli kondensator va $35,07 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikli g'altakdan iborat. 1) Kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi qanday so'nish logarifmik dekrementida 10-3 sek ichida 3 baravar kamayib ketadi. 2) Bunda kontur qarshiligi qanchaga teng?

14.12. Tebranish konturi 10-2 Gn induktivlik, 0,405 mkF sig'im va 2 Om qarshilikdan iborat. Bir davrda kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi necha marta kamayishi topilsin.

14.13. Tebranish konturi $C = 2,22 \cdot 10^{-9}$ F sig'imli kondensator va 0,5 mm diametrli mis simdan o'ralgan g'altakdan iborat. G'altakning uzunligi 20 sm. Tebranishning so'nish logarifmik dekrementi topilsin.

14.14. Tebranish konturi $1,1 \cdot 10^{-9}$ F sig'imga va $5 \cdot 10^{-3}$ Gn induktivlikka ega. So'nish logarifmik dekrementi 0,005 ga teng. So'nish tufayli konturning 99% energiyasi qancha vaqtda yo'qoladi?

14.15. Tebranish konturi kondensator va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 0,1 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simdan o'ralgan uzun g'altakdan iborat. G'altakning uzunligi $l = 40 \text{ sm}$. Konturning tebranish davrini $T = 2\pi LC$ taxminiy formula bo'yicha hisoblab chiqishda yo'l qo'yiladigan xatolik $\varepsilon = 1\%$ ga teng bo'lsa, kondensatorning sig'imi C nimaga teng bo'ladi?

7-Mavzu: Geometrik optika. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. Topshiriqlar.

19.15.1. Gorizontall yorug'lik nuri vertikal joylashgan ko'zguga tushadi.

Ko'zgu o'z o'qi atrofida α burchakka buriladi. Qaytgan nur qancha burchakka buriladi?

19.15.2. Botiq sferik ko'zguning egrilik radiusi 20 sm. Ko'zgudan 30 sm uzoqlikda balandligi 1 sm bo'lgan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va

balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

19.15.3. Agar buyum egrilik radiusi 40 sm bo'lgan qavariq sferik ko'zgudan 30 sm uzoqlikka joylashtirilgan bo'lsa, ko'zgudagi buyumning tasviri qanday masofada hosil bo'ladi? Buyum 2 sm kattalikda bo'lsa, tasvirning kattaligi qanday bo'ladi? Hisoblash millimetrli qo'G' ozda grafik yo'l bilan tekshirilsin.

19.15.4. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 sm . Ko'zgudan 10 sm uzoqlikda balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

19.15.5. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qayerga qo'yish kerak va tasvir qayerda olinadi?

19.15.6. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa 15 sm . Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

19.15.8. Egrilik radiusi 16 m ga teng sfepik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qayerda va qanday kattalikda bo'ladi?

19.15.10. Teshigining diametri 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 sm . Bosh o'qqa parallel bo'lgan chetki nurlarning bo'ylama va ko'ndalang sferik aberratsiyalari topilsin.

19.15.11. Fokus masofasi 20 sm botiq sferik ko'zgu berilgan. Bo'ylama sferik aberratsiya fokus masofaning ko'pi bilan 2% ini tashkil etishi uchun buyum optik o'qdan qanday h eng uzoq masofada turishi kerak?

19.15.12. YoruG' lik nuri yassi-parallel shisha plastinkaga 300 burchak bilan tushib, undan dastlabki nurga parallel holda chiqadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,5$. Agar nurlar o'rtasidagi masofa $1,94\text{ sm}$ bo'lsa, plastinkaning d qalinligi qancha?

19.15.13. Yassi-parallel sirtli qalinligi 1 sm shisha plastinkaga (shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,73$) 600 burchak bilan nur tushib, uning bir qismi qaytadi, ikkinchi qismi esa sinib, shisha orasiga o'tadi; bu qism plastinkaning ostki sirtidan qaytadi va ikkinchi marta sinib, yana havoga birinchi qaytgan nurga parallel holda chiqadi. Nurlar o'rtasidagi l masofa topilsin.

19.15.14. YoruG' lik nuri sindirish ko'rsatikichi n bo'lgan jismga i burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun i va n o'zaro qanday bo'G' lanishi kerak?

19.15.15. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,52$. 1) shisha-havo, 2) suvhavo, 3) shisha-suv, bo'linish sirlari uchun to'liq ichki qaytishning limit burchaklari topilsin.

19.15.16. Suvga shoʻngʻigan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yoʻnalishida koʻradi?

19.15.17. YoruGʻlik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun toʻla ichki qaytishning limit burchagi $420^{\circ}23'$. Skipidardagi yoruGʻlikning tarqalish tezligi qancha?

19.15.18. Suv toʻldirilgan stakan ustiga qalin shisha plastinka qoʻyilgan. Suv bilan shishaning boʻlinish sirtidan toʻla ichki qaytish roʻy berishi uchun yoruGʻlik nuri plastinkaga qanday burchak bilan tushishi kerak? Shishaning sindirish koʻrsatkichi 1,5.

19.15.19. 10 sm balandlikka qadar suv bilan toʻldirilgan idishning tubiga nuqtaviy yoruGʻlik manbai joylashtirilgan. Suv ustida tiniq boʻlmagan doiraviy plastinka markazi yoruGʻlik manbai ustida turadigan holda suzib yuribdi. Bironta ham nur suv sirtidan chiqmasligi uchun mazkur plastinka qanday eng kichik radiusga ega boʻlishi kerak? 175

19.15.21. Baʼzi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun sindirish koʻrsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha–havo chegarasiga tushganida toʻla ichki qaytish limit burchaklari topilsin.

19.15.23. Monoxromatik nur sindirish burchagi 400° boʻlgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun prizma materialining sindirish koʻrsatkichi 1,5. Prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yoʻnalshidan oʻgʻishi topilsin.

19.15.24. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 250° ga oʻgʻib chiqadi. Bu nur uchun prizma materialining sindirish koʻrsatkichi 1,7. Prizmaning sindirish burchagi topilsin.

8-Mavzu: Yorugʻlikning qutblanishi. Yorugʻlikning moddalar bilan oʻzaro tasiri. Topshiriqlar.

1. Tabiiy yorugʻlik dielektrik koʻzgudan qaytganda Frenel formulasi oʻrinli boʻladi:

$$I_{\perp} = 0,5 I_0 [\sin(i-r)/\sin(i+r)]^2,$$

va

$$I_{\parallel} = 0,5 I_0 [\operatorname{tg}(i-r)/\operatorname{tg}(i+r)]^2.$$

Bunda $I_{\perp}$ --qaytgan nurlarning yorugʻlik tushish tekisligiga perpendikulyar yoʻnalishdagi tebranishining intensivligi; $I_{\parallel}$ --qaytgan nurlarning yorugʻlik tushish tekisligiga parallel yoʻnalishdagi tebranishining intensivligi; I_0 --tushaytgan tabiiy yorugʻlik intensivligi; i --tushish burchagi va r --sinish burchagi.

2. Agar $i+r=90^{\circ}$ boʻlsa, $I_{\parallel}=0$ boʻladi. Bu holda dielektrik koʻzguning i tushish burchagi n sindirish koʻrsatkichi bilan $\operatorname{tgi}=n$ munosabatda bogʻlangan (Bryuster qonuni).

3. Polyarizator va analizator orqali o'tuvchi yorug'lik intensivligi quyidagiga teng (Malyos qonuni):

$$I=I_0 \cos^2\varphi,$$

bunda φ -polarizator bilan analizator bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak, I_0 -polarizator orqali o'tgan yorug'lik intensivligi.

1. Sindirish ko'rsatkichi 1,57 bo'lgan shishadan qaytgan yorug'likning to'la qutblanish burchagi aniqlansin.

2. Biror modda uchun to'la ichki qaytish limit burchagi 45° ga teng. Bu modda uchun to'la qutblanish burchagi nimaga teng?

3. Ko'l sirtidan qaytgan Quyosh nurlari eng to'la qutblanish uchun u gorizontga nisbatan qanday burchak ostida turishi kerak?

4. Shishadan qaytgan nurning 30° sindirish burchagida to'la qutblanishi uchun shishaning sindirish ko'rsatkichi nimaga teng bo'lishi kerak?

5. Yorug'lik nuri shisha ($n=1,5$) idishga quyilgan suyuqlikdan o'tib, uning tubidan qaytadi. Qaytgan nur idish tubiga $42^\circ 37'$ burchak bilan tushayotganida batamom qutblanadi. 1) Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi toping, 2) to'la ichki qaytish sodir bo'lishi uchun mazkur suyuqlikdan o'tuvchi yorug'lik nuri idish tubiga qanday burchak bilan tushishi kerak?

6. Bo'shliqdagi to'lqin uzunligi $5890\text{\AA}$ bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik dastasi island shpati plastinkasining optik o'qiga perpendikulyar ravishda tushadi. Agar oddiy va murakkab nurlar uchun island shpatining sindirish ko'rsatkichi $n_o=1,66$ va $n_e=1,49$ bo'lsa, kristalldagi oddiy va murakkab nurlarning to'lqin uzunliklari topilsin.

7. Polyarizator va analizator orqali o'tgan tabiiy yorug'likning intensivligi to'rt marta kamayishi uchun poliarizator bilan analizatorning bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak nimaga teng? Yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

8. Tabiiy yorug'lik polarizator va analizator orqali o'tadi. Polyarizator bilan analizator shunday qo'yilganki, ularning bosh tekisliklari orasidagi burchak α ga teng. Polyarizator shuningdek analizator ham o'zlariga tushayotgan yorug'lik intensivligining 8 foizini yutadi va qaytaradi. Ma'lum bo'lishicha, analizatoridan chiqqan nur polarizatorga tushgan tabiiy yorug'likning 9 foiz intensivligiga teng ekan. α burchagi topilsin.

9. Shishaga ($n=1,54$) to'la qutblanish burchagi bilan tushuvchi tabiiy yorug'likning qaytish koeffitsiyenti aniqlansin. Shisha ichiga o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. Shishadan yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

10. To'la qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plastinkadan o'tgan. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1,54$. Plastinkadan o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin.

11. Tabiiy yorug'lik shishaga ($n=1,54$) 45^0 burchak bilan tushayotganda 1) qaytish koeffitsiyenti va qaytgan nurlarning qutblanish darajasi, 2) singan nurlarning qutblanish darajasi aniqlansin.

9-Mavzu: Linzalar va optik asboblari

Topshiriqlar.

1. Sferik ko'zgu uchun optik kuch D

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} = \frac{1}{F} = D$$

bunda a_1, a_2 – buyumdan va tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa, R – ko'zguning egrilik radiusi va F -ko'zguning fokus masofasi.

Ko'zgudan chiqqan nur bo'yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari – manfiy hisoblanadi. Agar F metrda ifodalansa, unda D dioptriya ifodalanadi.

2. Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganda yorug'likning sinish qonuni:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v_1}{v_2},$$

bunda i – tushish burchagi, r -sinish burchagi, n -ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, v_1 va v_2 –yorug'likning birinchi va ikkinchi muhitlardagi tarqalish tezligi.

3. Bir jinsli muhitga joylashtirilgan yupqa linza uchun optik kuch.

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

bunda a_1, a_2 – buyumdan va tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa, n - linza, materialining nisbiy sindirish ko'rsatkichi, R_1 va R_2 –linzalarning egrilik radiuslar. Linzalar uchun ishoralar qoidasi ko'zgularniki singaridir.

4. Bitta qilib qo'shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi:

$$D = D_1 + D_2,$$

bunda D_1 va D_2 – lizalarning optik kuchlari.

5. Ko'zgular va linzalardagi ko'ndalang kattalashtirish

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{a_2}{a_1}$$

bunda y -buyumning balandligi va y' -tasvirning balandligi.

6. Lupaning kattalashtirishi

$$k = \frac{L}{F},$$

bunda L-eng yaxshi ko'rish masofasi va F-lupaning bosh fokus masofasi.

7. Mikroskopning kattalashtirishi

$$k = LdD_1D_2$$

bunda L-eng yaxshi ko'rish masofasi, d-ob'yektiv bilan okulyar fokuslari o'rtasidagi masofa, D_1 va D_2 – ob'yektiv bilan okulyarning optik kuchlari.

8. Teleskopning kattalashtirishi

$$k = \frac{F_1}{F_2}$$

bunda F_1 -ob'yektivning fokus masofasi va F_2 –okulyarning fokus masofasi.

1. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 sm. Ko'zgudan 10 sm uzoqlikda balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

2. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qayerga qo'yish kerak va tasvir qayerda olinadi?

3. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa 15 sm. Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

4. Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan jismga i burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun i va n o'zaro qanday bog'lanishi kerak?

5. Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,52. 1) shisha-havo, 2) suv-havo, 3) shisha-suv, bo'linish sirtlari uchun to'liq ichki qaytishning limit burchaklari topilsin.

6. Suvga sho'ng'igan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yo'nalishida ko'radi?

7. Yorug'lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to'la ichki qaytishning limit burchagi $42^{\circ}23'$. Skipidardagi yorug'likning tarqalish tezligi qancha?

10-Mavzu: Atom va Yadro fizikasi.

Topshiriqlar.

24.19.1. 1) Qizil yorug'lik nurlari ($\lambda=7 \cdot 10^{-5}$ sm), 2) rentgen nurlari ($\lambda=0,25$ Å) va 3) gamma – nurlari ($\lambda=1,24 \cdot 10^{-2}$ Å) fotonining massasini toping.

24.19.2. Fotonga muvofiq keladigan to'lqin uzunlik 0,016 Å bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

24.19.3. Simob yoyining quvvat 125 Vt. Quyidagi to'lqin uzunlikka ega nurlanishdan har sekundda necha kvant yorug'lik chiqadi: 1) $\lambda=6123$ Å, 2) $\lambda=5791$ Å, 3) $\lambda=5461$ Å, 4) $\lambda=4047$ Å 5) $\lambda=3655$ Å 6) $\lambda=2537$ Å? Bu chiziqlarning intensivligi mos holda 1) 2%, 2) 4%, 3) 4%, 4) 2,9%, 5) 2,5% va 6) 4% ga teng. 80 % quvvat nurlanishga ketadi deb hisoblansin.

- 24.19.4.** Elektronning kinetik energiyasi to'liq uzunligi $\lambda=5200\text{\AA}$ bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun elektron qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?
- 24.19.5.** Elektronning harakat miqdori to'liq uzunligi $\lambda=5200\text{\AA}$ bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?
- 24.19.6.** Foton massasi tinch turgan elektron massasiga teng bo'lishi uchun uning energiyasi qancha bo'lishi kerak?
- 24.19.7.** Monoxromatik fotonlar dastasini $t=0,5\text{ min}$ vaqt ichida $S=2\text{ sm}^2$ maydonchadan olib o'tadigan harakat miqdori $P\phi=3\cdot10^{-4}\text{ g}\cdot\text{sm}/\text{sek}$. Bu dasta uchun maydon birligiga vaqt birligida tushadigan energiyani toping.
- 24.19.8.** Ikki atomli gaz molekulasining kinetik energiyasi qanday haroratda to'liq uzunligi $\lambda=5,89\cdot10^{-4}\text{ mm}$ bo'lgan foton energiyasiga baravar bo'ladi?
- 24.19.9.** Yuqori energiyalarda rentgen va gamma – nurlanish dozalarini rentgen bilan o'lchash uchun sharoit vujudga keltirish qiyin bo'lganligidan, GOST 8848-63 da kvantlar energiyasi 3 MeV gacha bo'lgan nurlanishlar uchun rentgendan doza birligi sifatida foydalanishga yo'l qo'yadi. Rentgen nurlanishining qanday chegaradagi to'liq uzunligiga rentgen o'lchov birligini qo'llash mumkinligini aniqlang.
- 24.19.10.** Harakat miqdori 200C haroratdagi vodorod molekulasining harakat miqdoriga teng bo'lgan foton massasini toping. Molekula tezligini o'rtacha kvadrat tezlikka baravar deb hisoblang.
- 24.19.12.** Litiy, natriy, kaliy va seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping.
- 24.19.13.** Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $2750\text{\AA}$. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng?
- 24.19.14.** Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $2750\text{\AA}$ ga teng. 1) Shu metall dan elektron chiqayotganda bajarilgan ish, 2) to'liq uzunligi $1800\text{\AA}$ bo'lgan yorug'lik bilan shu metall dan ajratib olinadigan elektronlarning maksimal tezligi, 3) mazkur elektronlarning maksimal energiyasi topilsin.
- 24.19.15.** Metall sirtidan 3 V teskari potensial bilan butunlay ushlanadigan elektronlarni ajratuvchi yorug'likning chastotasi topilsin. Mazkur metallning fotoeffekti tushayotgan yorug'lik chastotasi $6\cdot10^{14}\text{ sek}^{-1}$ bo'lganda boshlanadi. Bu metall dan elektron chiqayotganda bajariladigan ish topilsin.

Yadro fizikasi.

Topshiriqlar.

25.20.1. 1) Vodorod atomidagi birinchi uchta bor elektron orbitalarining radiuslarini, 2) ulardagi elektron tezligini toping.

25.20.2. Birinchi bor orbitasidagi elektronning kinetik, potensial va to'la energiyasi son qiymatini toping.

25.20.3. Vodorod atomidagi n -orbitasida turgan elektronning kinetik energiyasini hisoblab chiqaring. Masalani $n=1,2,3$, va ∞ uchun hal qiling.

25.20.4. 1) Birinchi bor orbitasidagi vodorod atomi elektronining aylanish davrini; 2) uning burchak tezligini toping.

25.20.5. Spektrning ko'rinadigan sohasidagi vodorod spectral chiziqlarining eng kichik va eng katta to'lqin uzunliklarini toping.

25.20.6. 1) Vodorod spektrining ultrabinafsha seriyasidagi eng katta to'lqin uzunligini toping, 2) elektron urilishidan vodorod atomlari G'alayonlanishida chiziq paydo bo'lishi uchun elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak? **25.20.7.** Vodorod atomining ionlanish potensialini aniqlang.

25.20.8. Vodorod atomining dastlabki G'alayonlanish potensialini aniqlang.

25.20.9. 1) Vodorod atomlari elektronlar urilishidan G'alayonlanishda vodorod spektri seriyalarining barcha chiziqlari paydo bo'lishi uchun bu elektronlar qancha eng kichik energiyaga (elektron-volt hisobida) ega bo'lishi kerak? 2) bu elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

25.20.10. Vodorod atomlari elektronlar urilishidan G'alayonlanishda vodorod spektri faqat bitta spektral chiziqqa ega bo'lishi uchun bombardimon qiluvchi elektronlarning energiyasi qanday chegarada bo'lishi kerak?

25.20.11. Vodorod atomlari elektronlar urilishidan G'alayonlanishda vodorod spektri uchta spektral chiziqlarga ega bo'lishi uchun bu elektronlar (elektron – volt hisobida) qanday eng kichik energiyaga ega bo'lishi kerak? Bu liniyalarning to'lqin uzunligini toping.

25.20.12. Vodorod atomlari monoxromatik yoruG'lik kvantlardan G'alayonlanishda uchta spektral chiziq kuzatilgan bo'lsa, bu yoruG'likning to'lqin uzunliklari qanday chegarada yotishi kerak?

25.20.13. To'lqin uzunligi $\lambda=4860\text{\AA}$ bo'lgan foton atomni nurlantirganida vodorod atomida elektronning kinetik energiyasi qanchaga o'zgargan?

25.20.14. Vodorod atomlari monoxromatik yoruG'lik kvantlari bilan G'alayonlanishda elektronning orbita radiusi 9 marta kattalashish uchun bu yoruG'lik to'lqin uzunligi qanday chegarada yotishi kerak?

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 qoidalarini 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 qoidalarini 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-uskunalarini va elektr jihozlaridan foydalangan holda tajriba o'tkazishni boshlash yoki dars mavzusiga aloqador bo'lmagan tajribalar o'tkazish taqiqlanadi.
- 1.10. O'qituvchining ko'rsatmasiz 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 asboblarni 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 jihozlarining 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 himoyalanmagan 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. 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 voltmetr 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'priksda (masalan, Uitsen ko'priksida) 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'priks sxemada o'lchashni ko'rsatish mumkin. U holda noma'lum qarshilik ko'priks 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'priks 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.

7. Xatoliklarning turlari va ularni aniqlash

7.1. 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.

7.1.1. 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 qonuniyat bo'yicha o'zgarib turadi. O'zgarmay qoladigan xatolik o'lchash natijasini faqat bir tomonga oshiradi yoki kamaytiradi.

Yuqoridagi aytilganlarga asosan, o'lchashlar sonini oshirish bilan sistemali xatoliklardan qutilib bo'lmaydi, degan xulosaga kelish mumkin. O'lchash asboblari va tajriba usuli nazariyasini mukammallashtirish, tajriba qurilmasini eng qulay o'rnatib va katta e'tibor bilan tajriba o'tkazilsa, nihoyat o'lchash natijalariga mos tuzatishlar kiritish yo'li bilan sistemali xatoliklardan qutilish yoki ularni kamaytirish mumkin.

7.1.2. Tasodifiy xatoliklar. Oldindan hisobga olinishi qiyin bo'lgan va takroriy o'lchash natijalariga turlicha ta'sir qiladigan tasodifiy sabablarga ko'ra yuz beradigan xatoliklar **tasodifiy xatoliklardir**. Masalan, elektr o'lchashlarda elektr tarmog'idagi kuchlanishning tebranib turishi paytida o'lchash olib borilganda yuz beradigan xatolik shunday xatolik hisoblanadi.

Tasodifiy xatoliklar tufayli biror fizik kattalik uchun takror o'lchashlarda har xil qiymatlar olinadi. Bular o'lchash natijasini ikki tomonlama o'zgartiradi: o'lchanuvchi kattalikning qiymatini tasodifiy ravishda oshiradi yoki kamaytiradi.

Tasodifiy xatoliklarni o'lchashlarda yo'qotib bo'lmaydi. Ammo, tasodifiy xatoliklarga ehtimollar nazariyasi qonunlarini qo'llash mumkinligi tufayli, o'lchashlarning oxirgi natijasiga bu xatoliklarning ta'sirini hisoblash uchun zarur bo'lgan ifodani aniqlash mumkin.

Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun o'lchanuvchi fizik kattalikning qiymatini bir marta emas, bir necha marta takror o'lchash kerak. Demak, tasodifiy xatoliklar sistemali xatoliklardan subyektiv xarakterga ega bo'lishi bilan farq qilgan ekan.

Shuni aytish kerakki, sistemali va tasodifiy xatoliklardan tashqari **qo'pol xatoliklar** ham bo'ladi. Bu xatolik kuzatish va o'lchash noto'g'ri bajarilishi (masalan, asbob shkalasini beparvo kuzatish va uning ko'rsatishini pala-partish yozib olish) tufayli yuz beradi. Bunday xatolikni yo'qotish uchun o'lchashlarni katta e'tibor bilan bajarish va ularning natijalarini qayta o'lchab tekshirib ko'rilishi kerak.

7.2. Bevosita o'lchash xatoliklarini aniqlash

O'lchash xatoliklarini hisoblash nazariyasi - xatolar nazariyasiga bag'ishlangan adabiyotlar juda ko'p. Bu masala bilan batafsil tanishishni hohlangan talabalarga [1-4]

adabiyotlarni tavsiya qilish mumkin. Biz quyida o'quv laboratoriyalarida o'tkaziladigan tajriba natijalarining absolyut va nisbiy xatoliklarini hisoblash uchun zarur bo'lgan ifodalarni qisqacha qarab chiqamiz.

Dastlab bevosita o'lchash xatoliklarini qaraymiz. Faraz qilamiz, X – kattalikni o'lchashda $X_1, X_2, \dots, X_N$ ta qiymat olingan bo'lsin. Shu kattalikning haqiqiy X_0 qiymatiga, xatolar nazariyasida isbot qilinishicha, quyidagicha aniqlanadigan uning **o'rtacha arifmetik qiymati** eng yaqin bular ekan:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (1)$$

O'lchashlar soni eng katta bo'lganda ($N \rightarrow \infty$) $\bar{X} \xrightarrow{0} X_0$ ga yaqinlashadi.

Har bir o'lchashning absolyut xatoligi quyidagicha topiladi:

$$\Delta \bar{X}_1 = |\bar{X} - X_1|, \Delta \bar{X}_2 = |\bar{X} - X_2|, \dots, \Delta \bar{X}_N = |\bar{X} - X_N|$$

Quyidagicha aniqlanadigan kattalikka o'rtacha **absolyut xatolik** deyiladi:

$$\Delta \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta X_i \quad (2)$$

Xatolar nazariyasida o'rtacha absolyut xatolik $\Delta \bar{X}$ – o'rniga, quyidagicha aniqlanadigan **o'rtacha arifmetik qiymatning o'rtacha kvadratik absolyut xatoligi** deb ataladigan xatolikni hisoblash maqsadga muvofiq deb topilgan:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta X_i)^2}{N(N-1)}} \quad (3)$$

Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$X = \bar{X} \pm S_{\bar{X}} \quad (4)$$

Bundan o'lchanadigan kattalik X ning qiymati $\bar{X} - S_{\bar{X}}$ dan $\bar{X} + S_{\bar{X}}$ gacha bo'lgan oraliqda yotadi degan xulosa kelib chiqadi. Shu oraliqqa **ishonch oraliq'i** deyiladi. O'lchangan kattaliklarning shu ishonch oraliq'ida mavjud bo'lish ehtimoliyatiga **ishonch ehtimoliyati** (Z) yoki qiqacha **ishonchlilik** deyiladi.

Ishonch oraliq'ini topish ifodasi (4) o'lchashlar soni yetarlicha katta ($N > 30$) bo'lgan holda o'rinli ekan. O'quv laboratoriyalaridagi tajribalarida o'lchashlar soni $3 \leq N \leq 10$ bo'ladi. Bunday holda absolyut xatolik **Styudent koeffitsiyenti** (t_{PN}) deb ataladigan koeffitsiyentdan ham foydalanib topiladi:

$$\Delta \bar{X}_t = t_{PN} \cdot S_{\bar{X}} = t_{PN} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta X_i)^2}{N(N-1)}} \quad (5)$$

Endi oxirgi natija (4) quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$X = \bar{X} \pm \Delta \bar{X}_t \quad (6)$$

O‘lchashning aniqligini baholash maqsadida, quyidagicha aniqlanadigan **nisbiy xatolik** tushunchasidan foydalaniladi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{X}_t}{\bar{X}} = \frac{t_{PN} S_{\bar{X}}}{\bar{X}}$$

Nisbiy xatolik o‘lchanuvchi kattalikning qancha ulushini (yoki foizini) absolyut xatolik tashkil qilishini bildiradi. Odatda, nisbiy xatolik foizlarda hisoblanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{X}_t}{\bar{X}} 100\% \quad (7)$$

Laboratoriya ishi №2.

Turli moddalarning konsentratsiyasini aniqlash.

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

Ishning qisqacha nazaryasi.

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

Eritmalar fanda, texnikada va hayotda katta ahamiyatga ega. Kimyoviy reaksiyalar eritmalarda intensivroq boradi. Hamma asosiy fiziologik suyuqliklar (qon, linfa, sekretlar, leykositlar, eritrositlar va hokazolar) eritmalaridan iboratdir. Odam va hayvonlarda ovqatni hazm qilish jarayoni ozuqa moddalarni eritmalarga o‘tkazishdan iboratdir. O‘simliklar yer qatlamidan ozuqa moddalarni faqat eritma holatida qabul qiladi. Eritmalarning konsentratsiyasi odatda eritma oG‘ irligining 100 qismida erigan modda oG‘ irligi miqdorini ko‘rsatadi. Eritma zichligi SI sistemasida kg/m³, SGS da g/sm³ larda o‘lchanadi. Eritma zichligini bilgan holda uning konsentratsiyasini aniqlash uchun jadval yoki grafikdan foydalaniladi.

Mashq 1. Eritma konsentratsiyasini piknometr yordamida aniqlash.

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

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

Piknometr hajmi temperaturaga bogʻliq holda oʻzgarishi mumkin. Shuning uchun bu idishda tekshirilayotgan suyuqlik zichligi distirlangan suv zichligi orqali topiladi. Buning uchun piknometr avval suv bilan, soʻngra tekshirilayotgan suyuqlik bilan uning belgisiga qadar toʻldirilib, massasi oʻlchanadi. Agar boʻsh piknometr massasi m , suyuqlik solingan piknometr massasi m_2 , suv solingan piknometr massasi m_1 boʻlsa, piknometrdagi suyuqlik massasi $m_2 - m$, suvning massasi $m_1 - m$ boʻladi. Piknometrga solingan suv va suyuqlik hajmlari bir xil boʻlgani uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

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

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

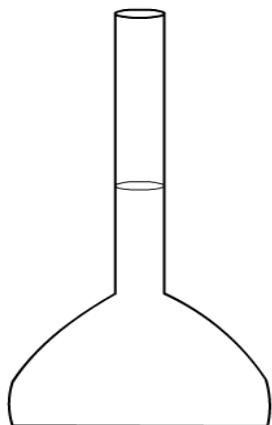
chiqaramiz :

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

Ishni bajarish tartibi.

1. Boʻsh piknometr massasi m aniqlanadi. Piknometr toza va quruq boʻlishiga eʼtibor bering.

- Piknometr boʻynidagi belgiga qadar distirlangan suv bilan toʻldirilib m_1 massasini oʻlchang.



- Navbat bilan maʼlum konsentratsiyali eritmalar (5%, 10%, 15%, 20% va X% li mis kuporosi eritmaları) solingan piknometrning massasi m_2 aniqlanadi.
- Suvning temperaturasi oʻlchanib, uning zichligi ρ_1 aniqlanadi.
- (3) formuladan turli konsentratsiyali eritmalarining zichligi hisoblanadi. Oʻlchash va hisoblash natijalari 1-jadvalga yoziladi.

1 – jadval

T / r	m	m_1	t	ρ_1	Konsentratsiya									
					5%		10%		15%		20%		X%	
					m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2
1														
2														
3														

6. Absstissa oʻqiga konsentratsiyalarni, ordinata oʻqiga eritmalarining zichliklarini qoʻyib, zichlikning konsentratsiyaga bogʻlanish grafigi chiziladi.

7. Grafik yordamida maʼlum zichlikka qarab suyuqlikning nomaʼlum konsentratsiyasi aniqlanadi

Mashq 2. kartoshkada kraxmal konsentratsiyasini aniqlash.

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

2 – jadval

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

Ishni bajarish tartibi

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

3 – jadval

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

Sinov savollari

1. Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi ?
2. Eritma konsentratsiyasi va zichligi orasida qanday bog'lanish bor ?
3. Eritmaning konsentratsiyasi piknometr yordamida qanday aniqlanadi?
 1. . Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasi qanday aniqlanadi ?
 2. . Eritmalarning qishloq xo'jaligida qanday ahamiyati bor ?
6. Kraxmal xalq xo'jaligining qaysi sohalarida ishlatiladi ?

№ 3 LABORATORIYA ISHI

QATTIQ JISMLAR ZICHLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Jismning massasi va hajmini o'lchash orqali qattiq jismning zichligini aniqlashni organish.

Kerakli asbob-uskunalar: aniq geometrik shaklga (kub, shar, silindr) va geometrik shaklga ega bo'lmagan jismlar, shtangensirkul yoki mikrometr, elektron tarozi.

I. Nazariy ma'lumotlar

"Bir kilogramm paxta og'irimi yoki bir kilogramm temirmi?" – degan bolalarning hazil savoli bor. Agar ular massa tushunchasi bilan tanish bo'lsa, teng massaga ega deb javob beradi (1-rasm). Agar ular og'irlik (kuch) tushunchasi bilan tanish bo'lsa, turli og'irlikka ega deb javob berishi shart.

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} = \frac{1}{F} = D$$

Agar jism biror oddiy geometrik shaklga ega bo'lsa, jismning hajmining chiziqli o'lchamlarini o'lchash orqali aniqlanadi.



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

1. Kub shaklidagi jismning zichligi

Qirralarining uzunligi a bo'lgan kub (2-rasm) jismning hajmi $V = a^3$ bo'lganligi uchun uning



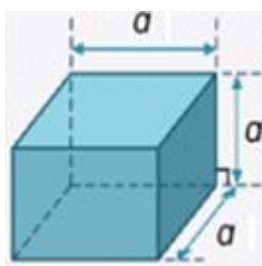
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} \quad (2)$$

bo'ladi.

3 – rasm

2. Parallelopiped shaklidagi jismlarning zichligi.

Parallelopiped (3-rasm) uzunligi b eni a va balandligi c bo'lsin, bunday shaklga ega bo'lgan jismning hajmi $V = a \cdot b \cdot c$ bo'ladi. Agar massasi m bo'lsa u holda jismning zichligi quyidagi ifodadan topiladi.



2 – rasm

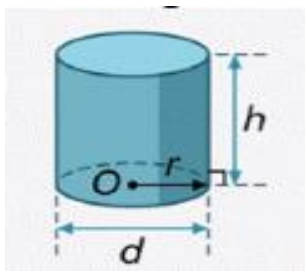
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a \cdot b \cdot c} \quad (3)$$

ifodadan topiladi.

3. Slindr shaklidagi jismning zichligi

Balandligi – h ; diametric – d ; bo'lgan slindr (4-rasm) shaklidagi jismning hajmi

$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h$ bo'ladi; Binobarin, uning zichligi quyidagicha topiladi.



4 – rasm

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h} = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot h} \quad (4)$$

4. Shar shaklidagi jismning zichligi.

Radiusi R bo'lgan shar (5-rasm) shaklidagi jismning hajmi

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3} = \frac{24 \cdot m}{4 \cdot \pi \cdot d^3} = \frac{6 \cdot m}{\pi \cdot d^3} \quad (5)$$

Jismlarning chiziqli o'lchamlari shtangelsirkul va mikrometr yordamida bir necha marotaba o'lchanadi.

Jismning massasi shu jismdagi modda miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi. Turli jismlarning masalalarini taqqoslash uchun modda zichligi tushunchasidan foydalaniladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI:

1. Berilgan jismlarning massasini elektron tarozi yordamida 4-5 marta 0,0001 kg aniqlikkacha tortib aniqlanadi.
2. Jismning chiziqli o'lchamlari shtangelsirkul va mikrometr yordamida (ularning o'lchash aniqligicha aniqlikda) 4-5 marta o'lchanadi.
3. (2), (3), (4) va (5) formulalardan foydalanib, berilgan jismlarning zichliklari hisoblab topiladi.
4. Har bir jism uchun zichlikning ortacha qiymatini toping va jadvaldan foydalanib jismlar qanday moddadan yasalganligini aniqlanadi.

Jism	π ,	a, [sm]	b, [sm]	c, [sm]	d, [sm]	h, [sm]	V, [sm ³]	m, [g]	ρ , [g/sm ³]
Kub									
Parallelo- piped									
Silindr	3.14								
Shar	3.14								

To'g'ri geometrik shaklga ega bo'lmagan jismlardan birining massasi m jism tarozida tortib olinadi.

1. Menzurkaga jism solinganda suv sathi o'lchov chizig'idan o'tib ketmaydigan

darajada suv quyiladi. Dastlabki suv sathi V_1 yozib olinadi.

2. Massasi aniqlangan jismni ipga bog‘lab, menzurkaga tushiriladi. Bunda suv sathi ko‘tariladi. Suvning jism botirilgandagi sathi V_2 o‘lchab olinadi.

3. $V_{jism} = V_2 - V_1$ formuladan jism hajmi hisoblanadi.

5. $\rho = \frac{m_{jism}}{V_{jism}}$ dan jism zichligi hisoblab topiladi.

6. Tajriba boshqa jism bilan takrorlanadi va natijalar jadvalga yoziladi

Jism	$V_1,$ [sm ³]	$V_2,$ [sm ³]	$V_{jism},$ [sm ³]	m, [g]	$\rho,$ [g/sm ³]
1					
2					
3					

Nazorat savollari.

1. Zichlik deb nimaga aytiladi? Zichlikning formulasini va o‘lchov birliklarini yozing.
2. Zichlikning temperaturaga bog‘liqligi formulasini keltirib chiqaring.
3. Shtangensirkul tuzilishini tushuntiring. Nonius nima?
4. Shtangensirkulning o‘lchash aniqligi nimaga teng?
5. Bu ishda xatoliklar qanday hisoblanadi?

№ 4 – LABORATORIYA ISHI

JISMLARNING INERSIYA MOMENTINI TRIFILYAR OSMAN USULI YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: Trifilyar osmaning tebranish davrini aniqlash orqali, shakli murakkab bo‘lgan qattiq jismlarning inersiya momentini aniqlash.

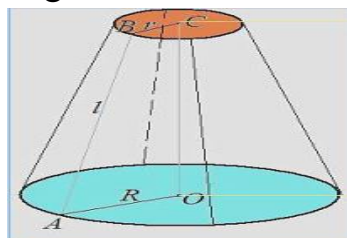
Kerakli asboblari va materiallar: Trifilyar osma, sekundomer, shtangensirkul, inersiya momenti aniqlanadigan jism.

NAZARIY MA’LUMOTLAR

Mexanikadan ma’lumki, aylanma harakatda bo‘lgan har qanday jismda inersiya momenti bo‘ladi. Bu ishda jismning inersiya momenti trifilyar osma yordamida

aniqlanadi.

Trifilyar osma (1-rasm) R radiusli doira shaklidagi diskdan iborat bo'lib (bu disk ba'zan platforma ham deyiladi), chetidagi simmetrik nuqtalarga bog'langan uch ip yordamida r radiusli ($R > r$) ikkinchi diskga osilgan bo'ladi. Platforma o'zining markazidan o'tadigan vertikal o'q atrofida buralma tebranish qila oladi; bunda uning og'irlik markazi aylanish o'qi bo'ylab vertikal yo'nalishda ko'chadi. Platformaning tebranish davri uning inersiya momentiga bog'liq bo'ladi; agar platformaga biror yuk (jism) qo'yilsa, tebranish davri o'zgaradi. Bu ishda ana shu holdan foydalaniladi.



1-rasm.

Massasi m bo'lgan platforma bir tomonga buralma tebranish qilsa, uning og'irlik markazi h balandlikka ko'tariladi, natijada platformaning potensial energiyasi

$$E_1 = m \cdot g \cdot h \quad (1)$$

miqdorga ortadi. Endi platforma teskari tomonga aylanib, muvozanat vaziyatidan o'tayotganda bu potensial energiyaning bir qismi quyidagiga teng bo'lgan aylanma harakat kinetik energiyasiga aylanadi:

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega_0^2 \quad (2)$$

bu yerda I - platformaning markazidan o'tgan vertikal o'qqa nisbatan inersiya momenti, ω_0 - platformaning muvozanat vaziyatga kelgan paytdagi burchak tezligi.

E_1 potensial energiyaning ikkinchi qismi esa ishqalanish kuchlarini yengish ishiga sarflanadi.

Agar ishqalanishga sarf bo'lgan ishni juda kam deb hisoblasak, energiyaning saqlanish qonuniga asosan: $E_1 = E_2$, ya'ni

$$\frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega_0^2 = m \cdot g \cdot h \quad (3)$$

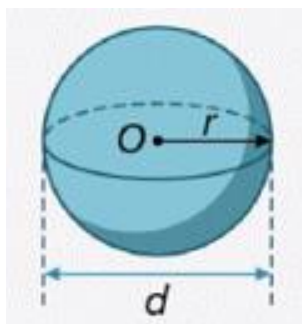
Platforma tebranishini garmonik tebranish desak, uning siljish burchagining vaqtga qarab o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t \quad (4)$$

bu yerda α -
siljishi, α_0 - burilish

davri, t - tebranish vaqti.

α ning vaqt bo'yicha
platformaning burchak
ya'ni:



platformaning burchak
amplitudasi, T - tebranish

birinchi hosilasi
tezligi ω ga teng bo'ladi,

5 - rasm

$$\omega = \alpha'_t = \left(\alpha_0 \cdot \sin \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t \right)'_t = \frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha_0}{T} \cdot \cos \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t$$

Platforma muvozanat holatidan o'tayotgan paytlarida ($t=0, T/2, T, 3T/2, 2T$ va h.k. larda) burchak tezligining absolyut qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha_0}{T} \quad (5)$$

(5) ni (3) ifodaga qo'yib, quyidagi tenglikni yozamiz:

$$\frac{1}{2} \cdot I \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha_0}{T} \right)^2 = m \cdot g \cdot h \quad (6)$$

Trifilyar osmadagi bitta ipning uzunligini l bilan, platforma radiusini R bilan, yuqoridagi diskning radiusini r bilan belgilasak, trifilyar osma markazining ko'tarilish balandligi h ni quyidagicha topamiz (2-rasm):

$$\frac{1}{2} \cdot I \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha_0}{T} \right)^2 = m \cdot g \cdot \frac{R \cdot r \cdot \alpha_0^2}{2 \cdot l} \quad (7)$$

Bundan ustiga yuk qo'yilmagan platformaning inersiya momenti:

$$I = m \cdot g \cdot \frac{R \cdot r}{4 \cdot \pi^2 \cdot l} T^2$$

Ustiga yuk qo'yilmagan platformaning inersiya momentini I_0 bilan belgilasak:

$$I_0 = m \cdot g \cdot \frac{R \cdot r}{4 \cdot \pi^2 \cdot l} T_0^2 \quad (8)$$

bu yerda T_0 – ustiga yuk qo'yilmagan platformaning tebranish davri.

Ustiga yuk qo'yilgan platformaning inersiya momenti:

$$I_1 = (m_{yuk} + m) \cdot g \cdot \frac{R \cdot r}{4 \cdot \pi^2 \cdot l} T_1^2 \quad (9)$$

bu yerda T_1 – platformaning ustida yuki bo'lgandagi tebranish davri.

(8) va (9) dan platformaga qo'yilgan yukning inersiya momentini topish mumkin:

$$I = I_1 - I_0 \quad (10)$$

Jismlarning inersiya momentlari aniqroq chiqishi uchun ($I_1 - I_0$) ayirma I ga qaraganda ancha katta bo'lishi kerak.

Ishni bajarish tartibi

1. Dastlab (8) formula yordamida yuksiz platformaning inersiya momenti topiladi. Bunda R , r , l va m lar mazkur qurilma uchun o'zgarmas va ma'lumdir, faqat yuksiz platformaning tebranish davri T_0 ni topish kerak. Platforma burib tebratiladi va $N=(50-100)$ marta tebranish uchun ketgan t vaqt sekundomer bilan o'lchanib, $T_0=t/N$ dan T_0 ning ancha aniq qiymati topiladi.
2. Platformaga massasi oldindan tarozida tortib aniqlangan jism (yuk) ni qo'yib, sistemaning tebranish davri T_1 aniqlanadi (xuddi 1-punktdagiday).
3. (8) va (9) formulalardan foydalanib, sistemalarning inersiya momentlari topiladi.
4. (10) formuladan foydalanib, jism (yuk) ning inersiya momenti I topiladi.
5. Natijalar quyidagidek jadvalga yoziladi.

N_0	$T_0,$ s	$I_0,$ kg·m ²	$T_1,$ s	$I_1,$ kg·m ²	$I,$ kg·m ²	$I_{o'rt},$ kg·m ²	$\Delta I,$ kg·m ²	$\Delta I_{o'rt},$ kg·m ²	$N,$ %
1									
2									
3									

Xulosa: $I = I_{o'rt} \pm \Delta I_{o'rt}$.

Nazorat savollari

1. Ishni bajarish tartibi.
2. Qattiq jismlarning aylanma harakati va uni xarakterlovchi kattaliklar.
3. Qattiq jismlarning inersiya momenti.
4. Gyuygens-Shteyner teoremasi.

Laboratoriya ishi № 5

Matematik mayatnik yordamida jismlarning erkin tushish tezlanishni aniqlash

Kerakli asbob va materiyallar: matematik mayatnik, sekundomer.

Ishning qisqacha nazariyasi

Ma'lum bir fizik kattalik X ning vaqt birligida

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

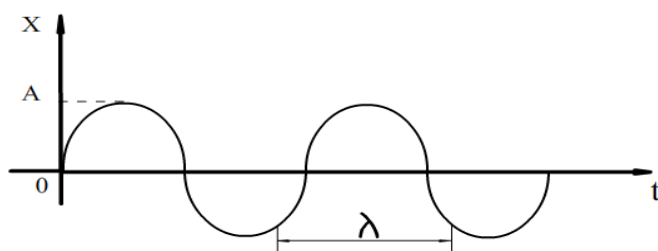
qonun bo'yicha o'zgarish jarayoniga shu kattalikning **garmonik tebranishi** deyiladi.

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

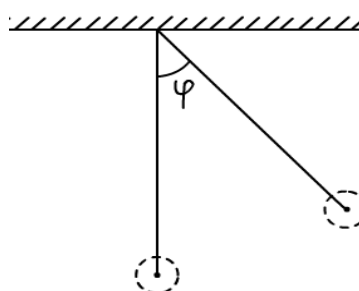
Haqiqatdan ham

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

Bunda $t = T$ bo'lganda bir marta to'liq tebranish sodir bo'ladi. Chunki sinusning argumenti 4π ga tengdir. Bu vaqtda tebranish amplitudasi A X ning katta (maksimal) qiymati bo'ladi. Shuning uchun $t = 0$ da φ_0 ga boshlang'ich faza deyiladi. $\frac{2\pi}{T} = \omega$ bo'lib, bu davriy (siklik) chastota deyiladi. Garmonik tebranishning chastotasi deb vaqt birligi ichidagi tebranishlar soniga aytiladi



1 – rasm



2 – rasm

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

Ma'lumki, matematik mayatnikning osilgan nuqtaga nisbatan inersiya momenti

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

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}} \quad (4)$$

qo'yamiz, u holda (5)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m\ell^2}{mg\ell}} \quad (5)$$

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

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

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

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

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}} \quad (7)$$

Ikkinchi hol uchun

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}} \quad (8)$$

U holda erkin tushish tezlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g = \frac{4\pi^2(\ell_1 - \ell_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (9)$$

Demak, yer tortish kuchi tezlanishini topish uchun 2 xil uzunlikdagi matematik mayatnikning tebrtanish davrini (T_1 va T_2) va ular uzunliklarining farqini ($\ell_1 - \ell_2$) bilish kifoya ekan.

Ishni bajarish tartibi.

1. Taxtadagi belgilar yordamida mayatnikning uzunligini o'lchab oling.

Matematik mayatnik muvozanat holatidan $10^\circ - 15^\circ$ burchakka oG' diriladi, bir qo'lda mayatnikni ikkinchi qo'lda sekudomer ushlab turilib, ikkalasi bir vaqtda harakatga keltiriladi. 30-40 to'liq tebranishlarni sanab, ketgan t_1 - vaqtni sekundlarda aniqlab olinadi. Shu vaqt ichida n ta tebranish sodir bo'lsa, u holda tebranish davri

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

formuladan aniqlanadi.

2. Mayatnik ipi oʻralgan G altak aylantirilib, uning dastlabki holatiga 10 sm qoʻshiladi. Shundan keyin xuddi yuqoridagidek tebranishlar soni n_2 va t_2 ga ketgan vaqt oʻlchanadi va ℓ_2 uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri

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

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

1-jadval

T/r	ℓ_1	t_1	N	T_1	ℓ_2	t_2	T_2	g	$g_{o'r}$	Δg	$\Delta g_{o'r}$	$\frac{\Delta g_{o'r}}{g_{o'r}} \cdot 100\%$
1												
2												
3												

Sinov savollari.

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

№ 6– LABORATORIYA ISHI

TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINI REZONANS USULI YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: to‘lqin hodisalar, tovush to‘lqinlari, turg‘un to‘lqinlar bilan tanishish. Tovush to‘lqinining uzunligini va tezligini aniqlashni o‘rganish.

Kerakli asbob va materiallar: rezonans truba, chastotalari 400 va 600 Hz ga yaqin bo‘lgan kamerton, kamertonni tebratish uchun rezina bolg‘cha, santimetrli o‘lchov lentasi, uy termometri

NAZARIY MA’LUMOTLAR

Fazoda vaqtga bog‘liq holda tarqaluvchi tebranishlar **to‘lqinlar** deb ataladi. Bir davr yordamida tebranishlar tarqaladigan masofa **to‘lqin uzunligi** deb ataladi.

Bir davr davomida λ masofaga siljishi sabali, uning tezligi

$$g = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

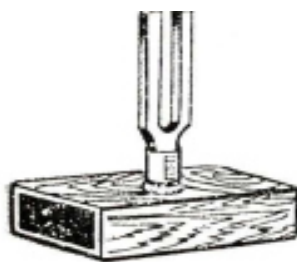
Formula bilan ifodalanadi. Bu yerda T – tebranishlar davri. Quyidagi

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (2)$$

kattalik **to‘lqin chastotasi** deb ataladi.

Chastotasi 17-20 dan 20000 Hz gacha bo‘lgan to‘lqinlar eshitish organlariga ta’sir qiladi. Bunday to‘lqinlar **tovush to‘lqinlar** deb ataladi.

Tovush manbai sifatida kamertondan foydalanaylik (1-rasm).



1 - rasm.

Kamerton shoxchalariga rezina bolg‘acha bilan ursak, ular tebranma harakatga keladi. Tebranuvchi shoxchanning bir tomoni unga yopishib turgan havo qatlamini siqadi, ayni paytda uning ikkinchi tomoni havoni siyraklantiradi. Havoning bunday zichlanishlari va siyraklanishlari vaqt o‘tishi bilan navbatlashib to‘lqin ravishda ikkala tomonga tarqaladi va eshitish organlariga yetib kelgach, unda bosimning davriy tebranishlarini yuzaga keltiradi.

Kamerton shoxchasi bir tomonida porshen bo'lgan trubaning ochiq og'zi yaqinida tebranma harakatga keltirilgan bo'lsin.



2 - rasm.

Kamertondan chiqqan tovush to'liqlari trubaga kirib, porshen devoridan qaytadi. Trubaga kirayotgan va porshendan qaytgan to'liqlar qarama-qarshi yo'nalishda tarqaladi. Natijada porshen ichidagi havo ustunining har bir qismida trubaga kirayotgan va porshendan qaytgan ikki to'liq uchrashadi.

Agar biror nuqtada fazalari bir xil bo'lgan tebranishlar qo'shilsa, tebranishlar amplitudasi ikki marta ortadi (do'nglik), qarama-qarshi tebranishlar qo'shilsa, bu nuqta tinch holatda qoladi (tugun). Tarqalayotgan va qaytgan to'liqlarning qo'shilishi natijasida fazoda soljmaydigan to'liq hosil boadi. Bunday to'liqlar (yoki do'ngliklar) orasidagi masofa tarqalayotgan to'liq uzunligining yarmiga teng. Bu masofa turg'un to'liq uzunligi deyiladi.

Porshenni u yoki bu tomonga surib, trubadagi havo ustunining uzunligini tanlash mumkin. Kamerton tovushi porshenning shunday holatida kuchayadiki, bunda havo ustunining uzunligi turg'un to'liqning toq son yarim to'liq uzunligiga teng bo'ladi. Bu holda trubaning oshiq uchida do'ngli hosil bo'lib, tovush kuchayadi. Porshenning tovushni kuchaytiruvchi ikki ketma-ket kelgan vaziyatida trubadagi havo ustunlarining a_1 va a_2 uzunliklari ayirmasiga bitta turg'un to'liq to'g'ri keladi. Tarqaluvchi to'liqning uzunligi esa ikkita turg'un to'liq uzunligiga teng:

$$\lambda = 2(a_2 - a_1) \quad (3)$$

$$\lambda = a_2 + a_1 \quad (4)$$

Mazkur ishda tovush to'liqining uzunligi va tezligi rezonans truba porshenining vaziyatini tovushni kuchaytiradigan qilib tanlash orqali aniqlanadi.

Rezonans truba yupqa devorli bir uchi ochiq yoki karton truba 1 dan iborat bo'lib, uning diametri 40-50 mm, uzunligi 900 mm bo'ladi (3-rasm).

Truba ichidagi sterjen 3 ga dasta 4 li porshen 2 o'rnatiladi. Porshen yumshoq shaybaga ega bo'lib, truba devorlariga zich tegib turadi va sterjen bilan birgalikda siljiydi. Sterjen o'lchami shunday tanlanganki, porshen trubaning ochiq uchiga borib yetganda sterjen dastasi uning qarama-qarshi tomonga tegadi. Sterjenni siljitib va

dastadan truba chetigacha bo'lgan masofani o'lchash orqali porshendan trubaning ochiq uchigacha bo'lgan havo ustuni uzunligini aniqlash mumkin.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Daftaringizga havoning haroratini yozib qo'ying.
2. Rezonans truba porshenni u trubaning ochiq uchiga kelgancha siljiting. Rezina bolg'acha bilan 600 Hz ga yaqin chastotali kamertonni urib tovush chiqaring.
3. Kamertonni trubaning ochiq uchi yaqiniga keltiring. Porshenni asta-sekin siljitib, birinchi maksimal tovush eshitilishiga erishing. Shu vaziyatda dastadan truba uchigacha bo'lgan a_1 masofani o'choy tasma (lenta)si yordamida aniqlang.
4. Kamertonni rezina bolg'acha bilan uring. Kamerton tovush chiqarishining ikkinchi maksimal holatigacha porshenni siljitishda davom ettiring. Shu vaziyatda dastadan truba uchigacha bo'lgan a_2 masofani o'lchang.
5. (3) va (1) ifodalardan tovushning λ to'qin uzunligini va $\mathcal{V}$ tezligini aniqlang.
6. Tajribani 3-4 marta takrorlang.
7. Xatolikni hisoblang.
8. Natijalarni quyidagi jadvalga yozing:

Tajriba raqami	a_1 , mm	a_2 , mm	λ , mm	λ , mm	$\Delta\lambda$, mm	$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$	v , m/s	v , m/s	Δv , m/s	Δv , m/s	$\frac{\Delta v}{v}$

9. Topilgan kattaliklarni quyidagicha yozing:

$$\mathcal{V} = \mathcal{V} \pm \Delta \mathcal{V};$$

10. 400 Hz ga yaqin chastotali kamerton bilan tajribani takrorlang.

11. Tajribada aniqlangan tovush tezligi kattaligini tajriba o'tkazilgan xona harorati uchun jadvaldagi qiymat bilan taqqoslang.

Nazorat savollar

1. Qanday to'lqinlarga ko'ndalang va bo'lama to'lqinlar deyiladi?
2. to'lqin uzunligi, chastotasi va uning tarqalish tezligi o'rtasidagi bog'lanishni yozing.
3. Qanday to'lqinlar tovush to'lqinlari deyiladi?
4. Tovushning qattiqligi nima? Tonning balandligi qanday baholanadi?

5. Kamertonning tebranish chastotasi 440 Hz. Kamertondan chiqayotgan tovush to'liqlarining havodagi va suvdagi to'liq uzunligi qanday? Havoda tovushning tarqalish tezligi 0°C haroratda 332 m/s, suvda esa 1400 m/s.

№ 7– LABORATORIYA ISHI

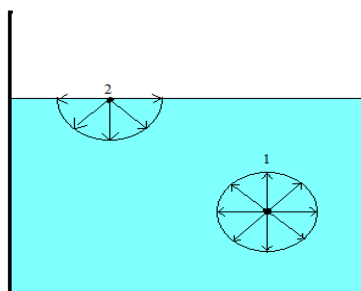
TOMCHI UZULISH USULI YORDAMIDA SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: sirt taranglik kuchi, koefitsienti va ularning molekulyar tabiati to'g'risida hamda bu kattaliklarning qanday parametrlarga bog'liq ekanligi to'g'risida tushuncha hosil qilish va spirtning sirt taranglik koefitsientini aniqlash.

Kerakli asboblari: maxsus shtativ, byuretkalar, 2 ta stakan, tekshiriladigan etalon suyuqlik (moy, glitsirin, spirt), termometr.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

Ma'lumki, suyuqliklarning asosiy xususiyatlaridan biri ularning o'z hajmini saqlash qobiliyati va ularda erkin sirtning mavjud ekanligidir. Suyuqlikning sirtidagi molekulalar uning ichki qismida joylashgan molekularga nisbatan boshqacha sharoitda bo'ladi (1-rasm). Suyuqlik o'rtasidagi molekula bilan uning atrofidagi barcha molekulalar ta'sirlashib, bu molekulyar kuchlar bir-birini kompensasiyalaydi, (1). Suyuqlik ichida joylashgan molekulaga ta'sir etuvchi Van-der-Vaals kuchlarining teng ta'sir etuvchisi nolga teng.



1-rasm

Suyuqlik sirtidagi molekula esa faqat yon va pastki molekulalar bilan ta'sirlashadi. Bundan ta'sirlashuvning teng ta'sir etuvchisi suyuqlik ichiga-pastga tomon yo'nalgan (2). Aslida suyuqlik sirtidan yuqorida o'z bug'i bilan chegaralangan. Lekin u bug' zichligi suyuqlik zichligidan bir necha barobar kichik bo'lganligi tufayli suyuqlik sirtidagi molekulalar bilan bug' molekulari orasidagi o'zaro ta'sirini hisobga olmaslik mumkin. Sirt taranglik koefitsientini temperaturaga, bosimga va suyuqlik

bilan chegaradosh bo'lgan muhitga ham bog'liqdir. Masalan, 0 °C da suvning havo bilan chegarasidagi sirt tarangligi koeffitsienti $75,6 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ ga to'yingan bug'i bilan chegarasida esa $73,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ ga teng. Temperaturaning ortishi bilan σ qiymati kamayib boradi va moddaning kritik temperaturasida nolga teng bo'ladi. Bosimning ortishi bilan sirt taranglik koeffitsienti ma'lum darajada ortadi.

Biz suyuqlik sirtidagi molekulalar suyuqlik hajmidagi molekulalarga nisbatan boshqacha sharoitda bo'ladi deb aytgan edik. Yuqoridagi ta'riflardan ko'rinadiki, suyuqlik sirtidagi molekulalar suyuqlik hajmidagi molekulalarga nisbatan ortiqcha erkin energiyaga, ya'ni potensial energiyaga ega bo'lar ekan. SI sistemasida sirt taranglik koeffitsienti J/m^2 bilan o'lchanadi.



$$\sigma = \frac{dW}{dS} \quad (3)$$

Ingichka naychadan suyuqlik asta-sekin oqib tushayotganda tomchilar hosil bo'ladi. Tomchining hosil bo'lish tezligi 2-rasm. Tomchining suyuqlikning naychadan oqib tushish tezligiga bog'liq. Agar u *uzilishi* kichik bo'lsa, vaqt birligi ichida hosil bo'luvchi tomchilar soni ham kichik bo'ladi. Tomchining hosil bo'lishi suyuqlik sirt taranglik kuchining aniq qiymatiga ega bo'lishi tufaylidir. Suyuqlik naychadan oqib tushib to'plana boradi (tomchi ham hosil bo'la boradi) va tomchining og'irlik kuchi sirt taranglik kuchiga tenglashganda tomchi uzilib tushadi.

Tomchining og'irlik kuchi P sirt taranglik kuchiga tenglashgan paytda tomchi uziladi.

$$P = F = 2\pi r \sigma \quad (4)$$

bu yerda r -tomchining uzilish joyidagi radiusi,
 σ - suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti.

Amalda bir tomchi emas, balki n ta (50-100 ta) tomchining og'irligi tarozida tortilib, keyin bir tomchi uchun P topiladi:

$$P = \frac{P_n}{n} \quad (5)$$

u holda (5) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$2\pi r \sigma = \frac{P_n}{n} \quad (6)$$

Bu formuladagi r ni eksperimental ravishda aniqlash qiyin. Shuning uchun σ (6) bilan topilganda aniqlik kichik bo'ladi.

Quyidagi usuldan foydalanilsa tomchining, radiusini o'lchamasdan ham σ ni aniqlash mumkin. Ikkita byuretkka olinib, (5-rasm) ularning biriga ma'lum hajmdagi sirt taranglik ko'effitsienti ma'lum bo'lgan suyuqlik, ikkinchisiga esa xuddi shu hajmdagi sirt taranglik ko'effitsientini noma'lum bo'lgan suyuqlik solinadi va byuretkadan bir xil hajmdagi suyuqliklar oqib tushishida hosil bo'ladigan tomchilar soni sanaladi.

U holda birinchi suyuqlik uchun:

$$2\pi r_1 \sigma_1 = \frac{1}{n_1} V \rho_1 g \quad (7)$$

ikkinchi suyuqlik uchun:

$$2\pi r_2 \sigma_2 = \frac{1}{n_2} V \rho_2 g \quad (8)$$

(7) va (8) ga hadma-had bo'lsak va $r_1=r_2=r$ deb olsak:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (9)$$

bunda:

$$\sigma_1 = \sigma_2 \frac{n_2}{n_1} \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (10)$$

Ana shu formula orqali σ_2, ρ_1 ba ρ_2 larni bilgan holda, n_1 va n_2 larni sanab olib σ_1 ni aniqlash mumkin.

ISHNING BAJARILISH TARTIBI

1. Dastlab yuvilgan toza byuretkalarga sirt taranglik ko'effitsienti ma'lum va noma'lum bo'lgan suyuqliklar solinadi.
2. Har qaysi suyuqliklar bir xil V hajmdagi suyuqlik oqib o'tganda hosil bo'lgan tomchilar soni (n_1 va n_2) sanab o'tiladi.
3. ρ_1 va ρ_2 larning xona temperaturasidagi qiymatlari jadvaldan olinadi.
4. Olingan natijalardan foydalanib (10) formula yordamida tekshirilayotgan suyuqlik uchun σ ning qiymati aniqlanadi.
5. Tajriba bir necha marta takrorlanib, absolyut va nisbiy xatolar topiladi.
6. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

N _o	σ_2 , N/m	n_2	n_1	ρ_1 , kg/m ³	ρ_2 , kg/m ³	σ_1 , N/m	$\sigma_{o'rt}$, N/m	$\Delta\sigma$, N/m	$\Delta\sigma_{o'rt}$, N/m	$\frac{\Delta\sigma_{o'rt}}{\sigma_{o'rt}} \cdot 100\%$
1										
2										
3										

Nazorat savollari

1. Ishni bajarish tartibi va σ ni hisoblash formulasini tushuntiring.
2. Sirt taranglik kuchining molekulyar tabiatini tushuntiring.
3. Sirt taranglik koeffitsienti nimalarga bog'liq?
4. Sirt tarangligi tufayli hosil bo'lgan bosim, Laplas tenglamasi.
5. Sirt taranglik koeffitsientini o'lchash usullari va ularning xarakteristikasi haqida gapiring.
6. Kapillyarlik va kapillyar naychalardagi qo'shimcha bosimlar.

Laboratoriya ishi № 8

Havoning namligini psixrometr yordamida aniqlash.

MashG' ulotning maqsadi: Namlik haqida ma'lumotlarga ega bo'lish, namlikning ahamiyatini o'rganish va uni amalda o'lchash.

Kerakli asbob va materiallar va jihozlar: psixrometr, noksimon rezina koptok, barometr,

Ishning qisqacha nazariyasi

Hayvonlar gavdasidan suyuqlikning buG' lanish jadalligi havodagi namlik darajasiga boG' liq. BuG' lanish jarayoni hayvon tanasining issiqlikni boshqarish uchun katta ahamiyatga ega. Pilla agrotexnikasiga ko'ra pilla qurti 4 yoshgacha 55%, 5-6 yoshda 60-65% nisbiy namlikni talab qiladi.

O'simlik unib chiqishi, rivojlanishi, hosildorligining oshishi, quyosh radiatsiya bilan birga tuproq va havo namligiga ham bogliqdir. Tuproq namligi o'simliklarni ozuqa sharbati bilan oziqlantiruvchi asosiy faktordir. Havo namligini bilish meteorologiyada ob-havoni oldindan aytish uchun katta ahamiyatga ega. Havoga ko'tarilgan suv buG' lari adiabatik jarayon bo'yicha kengayadi va undan bulutlar paydo bo'ladi va yoG' ingarchilik yuzaga keladi. Havoning namligi shudring, qirov, tuman kabi gidrometrologik holatlarning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Shudring o'simliklarni jonlantiradi. Kuzda go'za barglariga tushgan shudring defolyantlarga yaxshi ta'sir qiladi va defolyatsiyani tezlashtiradi. Qirov sovuq tushishini yuzaga keltiradi. Tuman esa havo namligini oshiradi va sovuq tushishining oldini oladi. Kosmik kemalarda havoning temperaturasi va bosimidan odam uchun zarur bo'lgan nisbiy namlik normada bo'lishi kerak 40%-60%. Binobarin havo namligini o'lchash ahamiyatga ega.

Yer sharini o'rab olgan havoning troposfera qismida hamma vaqt atmosfera havosi tarkibida suv bug'larining mavjud bo'lishi yer planetasi sirtidan ko'tarilib suv bug'idan va ularning kondensati yuzaga keladi. Troposferadagi suv bug'larining miqdori va to'yinish darajasi o'zgarib turadi. Havodagi suv bug'larining bo'lishi, ya'ni namligi bir qator kattaliklar bilan xarakterlanadi: absolyut namlik, maksimal namlik, nisbiy namlik va shudring nuqtasini 1 m³ havodagi grammlar bilan hisoblangan suv

bug`larining massasiga absolyut namlik deyiladi. Uni  $\alpha$  bilan belgilaymiz va mm.sim.ust. da o`lchanadi.

Ma`lum temperaturada  $1\text{ m}^3$  havoni to`yintirish uchun zarur bo`lgan suv bug`larining grammlar bilan hisoblangan massasiga maksimal namlik deyiladi. Absolyut namlikning maksimal namlikka nisbati nisbiy namlik (r) deyiladi va odatda foizlarda hisoblanadi.

$$r = \frac{P_a}{P_m} \cdot 100\% \quad (1)$$

Nisbiy namlik havoning suv bug`iga qanchalik to`yinganligini bildiradi. Berilgan temperatura havoning maksimal namligi bilan nisbiy namligi orasidagi ayirmaga namlik defitsiti deyiladi.

$$D = P_m - P_a \quad (2)$$

$$P_M = D + P_A \quad (3)$$

Havodagi suv buG`larining to`yinishini temperaturasiga yoki kondensatsiyalanish nuqtasiga **shudring nuqtasi** deyiladi.

Havoning nisbiy namligini psixrometrik usul bilan quyidagicha aniqlash mumkin.

Avgust va astman psixrometrlarining asosiy qismlari bo`lib, ikkita bir xil simobli termometrlar hisoblanadi. Bir xil havo oqimi ta`sirida bu termometrlarning ko`rsatishlari birday bo`ladi. Agar termometrlardan birining simob sharchasi mato bilan o`rab, doimo ho`llab turilsa termometrlarning ko`rsatishlari bir-biridan farq qiladi.

Quruq termomertning ko`rsatishiga qaraganda ho`l termometr batistida suvning bug`lanish temperaturasining pasayishiga sabab bo`ladi.

Ho`l va quruq termometrlar ko`rsatishlarning ayirmasi $t_1 - t_2$. Bug`lanish barqaror bo`lganda ho`l termometr ko`rsatishi doimiy bo`ladi va bu paytda atrof-muhitdan keladigan issiqlik miqdori  $Q_1$ , buglanish uchun kerak bo`lgan issiqlik miqdori Q_2 ga teng bo`ladi, ya`ni

$$Q_1 = Q_2 \quad (4)$$

temperaturalar farqi katta bo`lganda atrof-muhitdan oqib kelgan issiqlik miqdori Nyuton qonuniga muvofiq aniqlanadi.

$$Q_1 = K(t_1 - t_2)S \cdot Z \quad (5)$$

$$\text{Dalton qonuniga muvofiq} \quad m = \frac{c \cdot s(P_m - P_a)}{P} \quad (6)$$

$$\text{BuG`lanish issiqligi esa} \quad Q_2 = \lambda m \quad (7)$$

bunda p_a – havoning absolyut namligi, p_m -havoning maksimal namligi, p - atmosfera bosimi, λ – suvning solishtirma buG`lanish issiqligi. (6) ifodani (7) ga qo`yib (1) ni e`tiborga olsak, absolyut namlik:

$$P_A = P_M - A(t_2 - t_1)P \quad (8)$$

bunda $A = \frac{K}{\lambda C}$ kattalik psixrometr doimiysi deyiladi. A – ning bir necha empirik qiymatlarini keltiramiz: harakatsiz uy havosida $A = 0,0012$, havosi biroz harakatda bo`lgan joy uchun  $A = 0,061$ , shamol tezligi 2-3,5 m/s bo`lganda $A = 0,000662$.

Ishni bajarish tartibi.

1. Noksimon rezina koptok yordamida psixrometrdagi batist ho'llanadi.
2. Ventilyator kaliti buralib ishga tushiriladi va ikkala termometrlar ko'rsatishi kuzatiladi. Simob sathi qaror topgandan 5 minut o'tgach, termometrlarining ko'rsatishi yozib olinadi. Bu paytda ventilyator ishlab turishi kerak.
3. Ho'l termometrning ko'rsatishiga qarab, to'yingan suv buG' uning P_m bosimi jadvaldan yozib olinadi.
4. Atmosfera bosimi P barometr (aneroid) ko'rsatishidan aniqlanadi.
5. Absolyut namlik $P_a(5)$ formuladan hisoblanadi. Havoning nisbiy namligi (1) formula asosida aniqlanadi.
6. Psixrometrik jadvaldan havoning nisbiy namligi yozib olinadi.
7. Tajriba asosida olingan va hisoblangan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.
8. Nisbiy namlik r kamida uch marta o'chanib va aniqlanib o'rtacha qiymati topiladi. Bular orqali absolyut va nisbiy namliklar xatoliklari hisoblanadi.

1-jadval

№ T/r	t_1	t_2	P_m	P	P_0	r_{kaz}	r_{taj}
1							
2							
3							

Sinov savollari

1. Absolyut, maksimal va nisbiy namliklar deb nimaga aytiladi?
2. Shudring nuqtasi nima?
3. BuG' lanish va to'yingan buG' hosil qilish hodisalarini tushuntiring.
4. Nima uchun buG' lanish paytida sovush jarayoni yuz beradi $t_2 - t_1$ farqi qachon katta bo'ladi?
5. Psixrometrlar va gigrometrlarda namlikni o'lchash tartibini tushuntiring.
6. Havo namligini o'lchashning qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini ayting.

Laboratoriya ishi № 9.

Mavzu: Stoks usuli yordamida suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.

Ishning maqsadi: Suyuqlik ichida jismlarning harakati bilan bogliq bo'lgan hodisalarni kuzatish va ichki ishqalanish koeffitsiyentni aniqlash.

Kerakli asbob va jihozlar: Balandligi 40-50 sm bo'lgan shisha silindr, sekundomer, 0.5-1 mm radiusli po'lat sharcha, mikrometr, o'lchov chizgichi, tekshirilayotgan suyuqlik, pinset, cho'mich.

Qisqacha nazariya

Ma'lumki suyuqlik molekulalarning zichligi gaz molekulalarnikiga qaraganda bir necha barobar katta. Molekulalar orasidagi masofa taxminan bitta molekula diametriga teng bo'ladi, deb faraz qilish mumkin. Binobarin, suyuqlik molekulalari gazlarniki kabi erkin harakat qila olmaydi. Ular qo'shni molekulalar orasida tebranma

harakat qilib, “o‘troq” xayot kechiradi, vaqti – vaqti bilan tartibsiz ravishda o‘z o‘rinlarini o‘zgartirib turadi. Suyuqlik molekulalarining bunday tabiati ichki ishqalanish hodisasiga ham ta’sir qiladi. Suyuqliklarda ichki ishqalanish vaqti-vaqti bilan o‘z o‘rnini o‘zgartirib, bir qatlamdan ikkinchi qatlamga impul’s olib o‘tadigan molekulalar hisobiga sodir bo‘ladi. Molekulalarning bunday “sakrab” o‘tishi kamroq sodir bo‘lgani uchun suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyenti gazlarnikiga nisbatan ancha katta bo‘ladi. Past temperaturalarda, ayniqsa, bu farq sezilarlidir. Temperatura ko‘tarilishi bilan “sakrab” o‘z holatini o‘zgartiradigan molekulalarning soni ortadi. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti temperatura oshishi bilan tez kamayadi. Tezliklari har-xil bo‘lgan ikki qo‘shni qatlam orasidagi ishqalanish kuchi:

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S, \quad (1)$$

bunda η - ichki ishqalanish koeffitsiyenti, $\frac{dv}{dx}$ -tezlik gradiyenti, S- ishqalanish kuchi ta’sir qilayotgan qatlam yuzi, minus ishora kuch, impul’sining kamayishini tomonga yo‘nalganligini ko‘rsatadi. Yuqorida ko‘rsatilgan m – massali suyuqlik ishqalanish koeffitsiyentidan tashqari uning hajm birligidagi nisbati bilan belgilanadigan kinematik ishqalanish koeffitsiyenti ham ishlatiladi, u quyidagicha yoziladi.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentlari viskozimetrlar yordami bilan o‘lchanadi. Shuningdek, ishqalanish bilan bogliq bo‘lgan yana bir necha usullardan foydalanib ichki ishqalanish koeffitsiyenti tajribada aniqlash mumkin. Ulardan biri kichik sharchalarning suyuqliklardagi harakatiga asoslanadi. Ma’lumki sharcha suyuqlikda vertikal harakatlansa, unga bir vaqtning o‘zida uchta kuch ta’sir qiladi. Sharchaning ogirlik kuchi R , Arximed kuchi F_A va suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi F_{ishk} teng ta’sir etuvchi kuch bu kuchlarning vektor yigindisiga teng.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishk} \quad (3)$$

Harakat yo‘nalishidagi kuchlarning teng ta’sir etuvchisi (1-rasm)

$$F = P - (F_A + F_{uuk}) \quad (4)$$

bilan mos tushadi. Harakat boshida $P > F_A + F_{ishq}$ bo‘lib, jism tezlanuvchan harakat qiladi. Sharchaning tezligi orta borgan sari ishqalanish kuchi orta boradi. Bu kuch Stoks qonuni asosida aniqlanadi. Suyuqlikda xarakatlanayotgan shar shaklidagi jismlar uchun suyuqlikning qarshilik kuchi xarakat tezligiga, shar radiusiga va suyuqlikning ishqalanish koeffitsiyentiga proporsional.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishq}$$

$$F = P - (F_A + F_{ishq}) = 0$$

$$F_{ishq} = 6\pi\eta\nu r \quad (5)$$

Harakat yo‘nalishidagi kuchlarning teng ta’sir etuvchisi (1-rasm)

$$P - (F_A + F_{ishq}) = 0 \quad (6)$$

Shu vaqtdan boshlab sharchaning tezligi o'zgarmay qoladi, u to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Bunday harakat kiladi. Bunday harakat ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash imkoniyatini beradi (6) tenglikga Arximed kuch

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g$$

ogirlik kuchi $P = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_u g$

va Stoks kuchi (5) qiymatlarni qo'yib ichki ishqalanish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2}{9} (\rho_u - \rho_c) \frac{g r^2}{v} = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{g d^2}{v} \quad (7)$$

bu yerda r -sharchaning radiusi, ρ_c va ρ_u mos ravishda suyuqlik va sharcha materialining zichliklari, d -sharchaning diametri.

Sharcha ℓ masofani vaqtda bosib o'tsa, uning o'zgarmas tezligi $v = \frac{\ell}{t}$ bo'ladi, u holda (9) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{g d^2 t}{\ell} C d^2 \cdot t \quad (8)$$

bu yerda $C = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{g}{\ell} \quad (9)$

O'lchash natijalarni hisoblash

1. Shisha idish devorlarga qo'yilgan belgilar orasidagi masofa cho'zgich yordamida o'lchanadi, sharcha va suyuqlikning zichligi qurilmadan yozib olinadi.
2. (11) ifodadan muayyan tajribaga bogliq doimiy "S" hisoblanadi.
3. Suyuqlikka tushiriladigan sharchaning diametri 0.01mm aniqlikda o'lchanadi, bu sharcha pinsent yordamida mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin holatda tashlanadi.
4. Sharchaning suyuqlikdagi belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti aniqlanadi.
5. Tajriba 8-10 ta sharcha uchun takrorlanadi.
6. (10) ifodadan ichki ishqalanish koeffitsiyenti hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

№	$\ell,$ m	$d,$ m	$t,$ s	$\eta,$ $\frac{kg}{c \cdot m}$	$\bar{\eta},$ $\frac{kg}{c \cdot m}$	$\Delta \eta,$ $\frac{kg}{c \cdot m}$	$\Delta \bar{\eta},$ $\frac{kg}{c \cdot m}$	$\frac{\Delta \eta}{\eta} \cdot 100\%$

9. $\delta = \frac{\bar{\eta} - \eta_{\text{ж}}}{\eta_{\text{ж}}} \cdot 100\%$ ifodadan tajriba xatoligi hisoblanadi. $\eta_{\text{ж}}$ - ichki ishqalanish koeffitsiyentining jadvaldan olingan qiymati.

SINOV SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlashda
3. Stoks usulining mohiyatini tushintiring.
4. (10) formulani keltirib chiqaring.
5. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini qanday parametrga bogliq?
6. Yopishqoqlik koeffitsientining tirik organism uchun ahamiyati.
7. Yopishqoqlik koeffitsientining temperaturadan bog'liqligi.

Laboratoriya ishi №10

Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.

Mashg' ulotning maqsadi: Solishtirma issiqlik sig'imini haqida tushunchaga ega bo'lish, uni amalda aniqlash.

Ish rejasi:

1. Tajriba qurulmasini tayyorlash.
2. Solishtirma issiqlik sig'implari aniqlanadigan jismlar to'plamini aniqlash.
3. Jismlar solishtirma issiqlik sig'implarini aniqlash.
4. Solishtirma issiqlik sig'imni bilishning qishloq xo'jaligida ahamiyatini anglash.

Kerakli asbob va materiallar: Kolorimetr, tekshiriladigan jismlar, elektron tarozi, termometr, elektroplitka, menzurka.

Ishning qisqacha nazariyasi

Jismning issiqlik holati uning molekulalari xaotik issiqlik harakati jadalligi bilan xarakterlanadi. Bu harakat jadalligi o'zgarganda jismning ichki energiyasi va uning issiqlik holati o'zgaradi. Bundan 200 yil muqaddam M.V. Lomonosov o'zining "Issiqlik va sovuqlikning sababi haqida fikrlar" degan asarida issiqlik materiya ichki harakatidan iborat bo'lib, materiyaning sezilmaydigan zarralari (molekulalari) o'rni o'zgarishidan iborat deb yozgan edi. Issiqlik holatlari turlicha bo'lgan ikkita jism olaylik. Birinchi jismda molekulalarning xaotik harakati ikkinchi jismdagi molekulalarning xaotik harakatidan jadalroq bo'lsin. Bu jismlarni bir-biriga tegizamiz, ya'ni issiqlik kontakti holatiga keltiramiz. Bu holda jismning molekulalari jismlarning tegish chegarasida ikkinchi jism molekulalariga urilib, ular issiqlik harakati jadalligini oshiradi. Natijada jismlarning issiqlik holatlari o'zgaradi: birinchi jismning ichki energiyasi

kamayadi, ikkinchi jismning ichki energiyasi esa ortadi. Birinchi jismning ikkinchi jismga issiqlik kontaktida bergan ichki energiyasi miqdori bergan issiqlik miqdori deyiladi. Jismning issiqlik xarakteristikasi sifatida temperatura tushunchasi kiritilgan: temperatura jism molekulalari xaotik harakati jadalligini miqdoriy ifodalovchi fizik kattalikdir.

Jismda molekulalarning issiqlik harakati qanchalik jadal bo'lsa, uning temperaturasi shunchalik yuqori bo'ladi. Bizning misolimizda birinchi jismning temperaturasi ikkinchi jism temperaturasidan yuqori edi. Hozir biz ishlaydigan usul issiq va sovuq moddalar o'zaro aralashganda ular o'rtasida issiqlik almashinuviga asoslangandir. Agar qattiq jism massasi M , jismni isitgandan keyingi temperaturasi T bo'lsa, uni kolorimetr ichiga tushirganda quyidagi formula bilan aniqlanuvchi issiqlik miqdorini yutadi.

$$Q = Mc(T - \Theta) \quad (3)$$

bu yerda aralashma temperaturasi Θ harfi bilan belgilangan. Shu issiqlik miqdorini kolorimetr ichidagi suv qabul qilib oladi va mos ravishda quyidagilarni yozish mumkin.

$$Q_1 = m_1 c_1 (\Theta - t) \quad (4)$$

$$Q_2 = m_2 c_2 (\Theta - t) \quad (5)$$

bu yerda Q – kolorimetr olgan issiqlik miqdori, Q_2 – suvning qabul qilgan issiqlik miqdori, m_1 – kolorimetr massasi, m_2 – suvning massasi, t – suvning boshlang'ich temperaturasi, C_1 va C_2 lar kolorimetr va suvning solishtirma issiqlik siG' imlari.

Yuqorida aytilganlarga binoan, issiqlik balansi tenglamasini yozish mumkin:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (6)$$

$$Mc(T - \Theta) = m_1 c_1 (\Theta - t) + m_2 c_2 (\Theta - t) \quad (7)$$

$$Mc(T - \Theta) = (m_1 c_1 + m_2 c_2)(\Theta - t) \quad (8)$$

Bu formuladan tekshiralayotgan qattiq jismning solishtirma issiqlik siG' imi C ni aniqlash mumkin

$$c = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(\Theta - t)}{M(T - \Theta)} \quad (9)$$

$$c_1 = 0,21 \frac{\text{kal}}{\text{g} \cdot \text{grad}}; \quad c_2 = 1 \frac{\text{kal}}{\text{g} \cdot \text{grad}}$$

Ishni bajarish tartibi

1. Elektroplitka manbaga ulanib, unga suv solingan idish qo'yiladi. Bo'sh kolorimetr massasi (m_1) tarozida tortilib aniqlanadi.
2. Menzurka yoki o'lchov stakani bilan $m_2=100\text{gr}$ suv o'lchab olinadi va kolorimetr ichiga solinadi.

3. Termometr yordamida kolorimetr ichidagi sovuq suv temperaturasi o'lanadi.
4. Tekshirish kerak bo'lgan qattiq jism massasi tarozida o'lanib, elektroplitka ustidagi issiq suvga solinadi.
5. Stakandagi suv qaynaganda uning temperaturasi (T) (bu temperatura jism temperaturasi teng bo'ladi) o'lchab olinadi va bu qattiq jism tezda kolorimetrda tushiriladi va aralashtiriladi. Shundan keyin aralashma temperaturasi o'lchab olinadi.
6. Olingan qiymatlar (9) formulaga qo'yilib, qattiq jismning solishtirma issiqlik siG' imi (c) aniqlanadi.
7. Tajriba yuqorida aytilganidek kolorimetr ichiga 125,150 gr suv solingan holda takrorlanadi.
8. Qolgan qattiq jismlarning solishtirma issiqlik siG' imlari ham shu usulda aniqlanadi va olingan natijalar jadvalga yoziladi.
9. Har bir qattiq jism uchun issiqlik siG' imining o'rtacha qiymati aniqlanadi.

1-jadval

Teksh. jismlar	N _o	m_1	m_2	t	Θ	M	T	c	$c_{o'r}$	Δc	$\Delta c_{o'r}$	$\frac{\Delta c_{o'r}}{c_{o'r}} \cdot 100\%$
1-jism	1											
2-jism	2											
3-jism	3											

Sinov savollari

1. Temperatura nima va u qanday o'lanadi?
2. Issiqlik miqdori deb nimaga aytiladi va uning o'lchov birliklari nimaga teng?
3. Issiqlik siG' imi va solishtirma issiqlik siG' imi deb nimaga aytiladi?
4. Issiqlik balansi tenglamasining fizik mohiyati nimadan iborat?
5. Termodinamika qonunlarini tushuntiring?
6. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.

Laboratoriya ishi №11

Suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganish

Mashg'ulotning maqsadi: elektroliz hodisasi yordamida misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash, suyuqliklardan elektr tokining o'tishini o'rganish.

Ish rejasi:

1. Ish qurilmasi bilan tanishish.
2. Mis sulfat eritmasidan 0,5-1A tok o'tkazib modda ajralishini kuzatish.

3.Olingan natijalarni tahlil qilib misning elektrokimiyoviy ekvivalentini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: o'zgarmas tok manbai, elektrolitik vanna, elektron tarozi, ampermetr, sekundomer, elektroplitka, reostat, kalit, mis plastinkalari, PEF - 3 elektroforez qurilmasi, elektrolit eritmasi.

Ishning qisqacha nazariyasi

Suyuqliklar ham qattiq jismlar kabi o'tkazgich, yarim o'tkazgich yoki izolyator bo'lishi mumkin. Biologiya uchun elektr maydoni ta'sirida ionlarning tartibli harakatidan iborat bo'lgan elektr toki hosil bo'ladigan suyuqliklar katta ahamiyatga ega. Bunday suyuqliklar jumlasiga tuz, kislota va ishqorlarning suvdagi va ayrim organik birikmalardagi eritmalari kiradi.

Eritma holda elektr tokni o'tkazuvchi moddalarga elektrolitlar deyiladi. Bu moddalarning molekullari suvda eriganda ionlarga ajraladi, ya'ni dissosatsiyalanadi. Elektr maydoni bo'lmaganda eritmadagi ionlar tartibsiz harakatlanadi. Agar eritmaga tok manbaining qutblari ulansa, suyuqlikda elektr maydoni ta'sirida elektrodlarga qarab ionlar ko'cha boshlaydi, ya'ni kationlar musbat katodga, anionlar manfiy anionga. Shunday qilib eritmalarda tok paydo bo'ladi.

Elektrolitlardagi ionlarga ikkita kuch ta'sir qiladi: elektr maydon kuchi $F_1 = qE$ bunda q – ion zaryadi va elektrolitning qarshilik kuchi F_2 . F_1 kuch ionlarni o'rab turgan molekullar ta'siri natijasidir. Bu ta'sir kuchi ionning tezligiga to'g'ri proporsionaldir:

$$F_2 = \mu g$$

μ - qarshilik koeffitsiyenti

Elektr toki paydo bo'lgan vaqtning boshlanishidan paytida ion tezlanish bilan harakat qiladi, so'ngra F_1 va F_2 kuchlar tenglashgach, ion tekis harakat qila boshlaydi. U holda

$$F_1 = F_2 \text{ yoki } qE = \mu g \text{ bunda } g = \frac{qE}{\mu}$$

$$\text{Agar } \frac{q}{\mu} = b, \quad \text{deb olsak} \quad \vec{g} = b\vec{E} \quad (1)$$

ekanligi kelib chiqadi, bunda b -ionlar harakatchanligi deb ataladi. Maydon kuchlanganligining kuchlanish bilan bog'lanish formulasi.

$$E = \frac{U}{\ell} \quad \text{va tezlik formulasi} \quad g = \frac{x}{t} \quad \text{hisobga olinsa} \quad g = \frac{bU}{\ell} \quad \text{bunda}$$

$$b = \frac{g\ell}{U} = \frac{x\ell}{Ut}$$

bunda x – ionlar harakat qilgan masofa, ℓ – kuchlanish tushuvchi masofasi, t – ionlarning harakatlanish vaqti, U - kuchlanish. Ionlar harakatchanligi ion zaryadidan bog'liq. Zaryad oshishi bilan ion radiusi oshadi, natijada uning suv molekullari orasidagi harakati qiyinlashadi. Shuning uchun ikki valentli ionlar harakatchanligi bir valentli ionlarnikiga nisbatan kichikdir. Musbat va manfiy ionlar harakatchanligi b_+ va b_- orqali belgilasak tok kuchi uchun quyidagi munosabatni olamiz.

$$I = \alpha z n \ell (b_+ + b_-) \cdot E \quad (4)$$

bunga elektrolitlar uchun om qonuni deyiladi.

Elektrolitlar solishtirma qarshiligi uchun quyidagi munosabat to'g'ridir:

$$\frac{1}{\rho} = \alpha z n \ell (b_+ + b_-) \quad (5)$$

Bunda z - ion valentligi e – elektr zaryadi, n -ionlarning eritmadagi konsentratsiyasi, d – eritmani belgilaydigan kattalik.

Shunday qilib elektrolitlarning solishtirma qarshiligi ρ – ionlar konsentratsiyasi va ularning harakatchanligi oshishi bilan kamayadi. Bu ikkala kattalik temperatura oshishi bilan kamayadi. Musbat kationlar katodga borib yetgach, undan yetishmaydigan elektronlarni oladi va katodda neytral atom sifatida ajralib chiqadi. Anionlar anodga ortiqcha elektronlarni beradi va anodda neytral atom yoki radikal holda ajralib chiqadi. Elektrolitlar orqali elektr toki otishida elektrolitlarda moddalar ajralib chiqishiga elektroliz hodisasi deyiladi. Faradey qonuniga binoan, elektrodda ajralib chiqqan modda massasi elektrolitdan o'tayotgan zaryad miqdori to'g'ri proporsionaldir:

$$m = \frac{l}{F} \frac{A}{Z} q \quad (5)$$

bunda m – elektrodda ajralib chiqqan modda massasi, F -Faradey soni deb ataluvchi doimiy kattalik, A -atom massasi, Z -ion valentligi. (5) formulaga binoan Faradey soni elektroliz paytida moddaning 1 ekvivalenti ajralib chiqishi uchun elektrolitdan o'tishi kerak bo'lgan zaryad kattaligiga teng ekanligi kelib chiqadi.

$$\frac{l}{F} \frac{A}{Z} = k$$

deb belgilasak, Faradey qonuni quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$m = kq = kIt \quad (6)$$

bunda I - elektrolit orqali o'tuvchi tok kuchi, t - vaqt, k - moddaning elektrokimyoviy ekvivalentidir. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti elektrolit orqali 1Kl zaryad o'tganda ajralib chiqadigan modda massasini ko'rsatadi. Uning birligi g/Kl yoki mg/Kl.

Ionlar harakatchanligiga qarab ion turini aniqlash yoki ionlar aralashmasi bo'lsa ularni elektr maydonida ajratish mumkin. Qishloq xo'jaligida ionlarning elektr maydon ta'siridagi harakatidan (elektroforezdan) qonning oqsil tarkibini tekshirishda, nuklein kislota, aminokislotalarni ajratishda va hayvonlarni davolashda foydalaniladi.

Mashq – 1.

Misning elektrokimyoviy ekvivalentini, Faradey sonini va elektron zaryadini aniqlash.

1. Mis plastinkaning sirti jilvir qo'g'oz bilan tozalangach, tarozida massasi o'lchanadi.
2. Quyidagi sxema bo'yicha zanjir tuziladi (massasi o'lchangan plastinka tok manbaining manfiy qutbiga ulanadi).
3. O'qituvchi zanjirni tekshirgach kalit bilan zanjir ulanadi va elektroliz jarayoni yuz berishini kuzatish uchun uchun ma'lum vaqt belgilanadi. Reostat bilan tok kuchi 1A qilib qo'yiladi va butun tajriba davomida saqlanadi.
4. 20 - 30 daqiqadan so'ng zanjir uziladi. Katodga ulangan plastinkani eritmadan ohista chiqarib, ventilyator yoki elektroplitka yordamida quritiladi va massasi m_2 o'lchanadi.

5. (6) formulaga binoan $k = \frac{m}{It}$ dan elektrokimyoviy ekvivalent qiymati Kl larda hisoblanadi, bunda $m = m_2 - m_1$ bo'ladi.

6. Misning atom massasi $A = 63,54$ g/mol, valentligi $z = 2$ ekanligini hisobga olib (5) formulaga asosan

$$F = \frac{Aq}{mq} = \frac{AIt}{mz} \quad \text{dan Faradey soni aniqlanadi.}$$

7. Faradey soni F , elektr zaryadi q va Avagadro doimiysi N_A ni bog'lovchi quyidagi munosabatdan:

$$F = q \cdot N_A$$

Elektr zaryadi aniqlanadi $q = \frac{F}{N_A}$

Mashq - 2. Ionlar harakatchanligini elektroforez usuli bilan o'rganish.

1. Elektroforez qurilmasining tuzilishi bilan tanishing.
2. Elektroforez qurilmasining idishini gorizantal holga keltirib, ichiga bufer eritmasini soling.
3. Xromografik qog'ozdan tasma kesib, uni ramka ustiga quying, uchlarini bufer eritmasiga botiring.
4. Mikropipetka yordamida fotoplastinkaga tekshirilayotgan eritmada bir necha tomchi tomizing va fotoplyonka qirrasi bilan xromotografik o'tkazing. Shu joyni qalam bilan belgilang. Shundan so'ng idishni qopqog'i bilan yoping.
4. Tok manbaini ulab ishchi kuchlanishni o'qituvchining nazorati ostida o'rnatib. Soatga qarab 20 - 30 daqiqa vaqt o'tgach, manbani uzib tasmani chiqaring va ionlar ko'chirish X ni shtangensirkul bilan aniqlang. (2) formulaga asosan ionlar harakatchanligini hisoblang. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

1-jadval

T/r	X, mm	ℓ, mm	U, B	t, c	B	ΔB	ε
1							
2							
3							
4							
O'rtacha							

Sinov savollari.

1. Birinchi va ikkinchi tur otkazgichlar deb nimaga aytiladi? Ularning elektr o'tkazuvchanlik tabiatini tushuntiring.
2. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deb nimaga aytiladi?
3. Faradey soni va moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti orasida qanday bog'lanish (qonuniyat) borligini tushuntiring.
4. Elektrolitdan o'zgaruvchan tok o'tganda o'tkazgichda moddaning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash mumkinmi?
5. Elektrolizdan texnikada foydalanish haqida tushuncha bering.
6. Elektroforez va uning qishloq xo'jaligida va biologiyada qo'llanilishini tushuntiring.

№12 LABORATORIYA ISHI

ELEKTR ZANJIRI ELEMENTLARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: O'zgarmas tok zanjirlarida analog va raqamli asboblardan tok va kuchlanishni o'lchash texnikasini o'zlashtirish. O'lchov asboblarining xatoliklari baholash. O'zgarmas tok zanjirlarida chiziqli bo'lmagan elementlarning voltamper xarakteristikasini o'lchash.

Kerakli asbob-uskunalar: O'zgarmas tok manbai, ampermetr, mis kuporosining suvdagi 20% li eritmasi va unga mis elektrodlar botirilgan elektrolitik vanna, kalit, sekundomer, analitik tarozi va uning toshlari, ulash simlari.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

O'zgarmas elektr toki va uning mavjud bo'lish shartlari. Elektr toki - bu zaryadlangan zarralarning uzluksiz bir tomonlama yo'naltirilgan tartibli harakati

Nima uchun elektr toki paydo bo'ladi?

Elektr tokining paydo bo'lishi va mavjudligi uchun uchta shart bajarilishi kerak: 1. *Erkin zaryadli zarralarning mavjudligi $q=q_{erkin}$ (ya'ni, modda o'tkazgich yoki yuqori haroratlarda yarimo'tkazgich bo'lishi kerak);* 2. *Erkin zaryadli zarralarni harakatga keltiruvchi kuch (elektr maydoni) bo'lishi kerak E ;* 3. *Elektr zanjiri berk bo'lishi kerak*

□ **$F=qE$** kuch o'tkazgichdagi erkin zaryadlarga ta'sir qiladi. Natijada, erkin zaryadlarning harakatlanishiga olib keladi.

□ Bu jarayon o'tkazgich yuzasida paydo bo'ladigan zaryadlarning

Musbat erkin zaryadlarning o'z elektr maydoni tashqi maydonni to'liq qoplaganida tugaydi. harakat yo'nalishi elektr tokining yo'nalishi sifatida qabul qilinadi.

O'tkazgich ichidagi hosil bo'lgan elektrostatik maydon nolga teng bo'ladi.

□ Biroq, o'tkazgichlarda, ma'lum sharoitlarda, erkin elektr zaryad tashuvchilarning doimiy tartibli harakati sodir bo'lishi mumkin.

□ Bu harakat elektr toki deb ataladi.

Xulosa: O'tkazuvchilarda elektr tokining mavjud bo'lishi uchun unda elektr maydonini hosil qilish kerak

Doimiy elektr tokining o'tish shartlari

Doimiy elektr toki **faqat yopiq zanjirda hosil bo'ladi**, bunda tok tashuvchi zaryadli zarralar yopiq trayektoriya bo'yicha aylanadi.

Elektr maydon bu zanjirning turli joylarida vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, bu maydonda kuchning bajargan ish nolga teng bo'ladi.

Shuning uchun :

1. Doimiy tokning mavjudligi uchun elektr zanjirida kelib chiqishi elektr bo'lmagan kuchlarning ishi tufayli zanjir qismlari uchlarida potentsiallar farqini yaratishga qodir bo'lgan qurilma –o'zgarmas tok manbai bo'lishi kerak

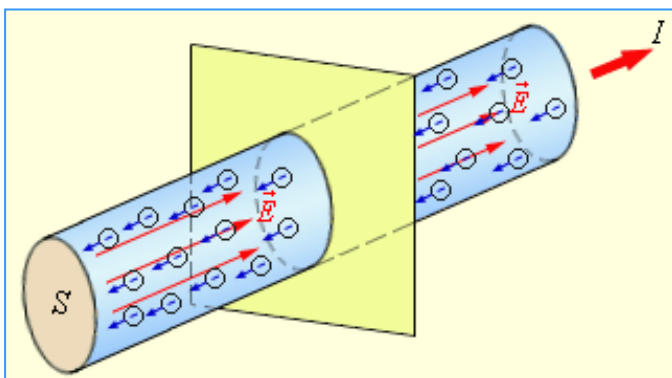
2. **Tok manbalaridan erkin zaryad tashuvchilarga ta'sir etuvchi kelib chiqishi elektr bo'lmagan kuchlar begona (tashqi) kuchlar deyiladi.**

O'zgarmas tok manbalari:

1. Akkumulyatorlar
2. Elektr batareyalar
3. O'zgaruvchan tok to'g'rilagichlar
4. Pezoelektriklar va boshqalar.

Tok kuchi I – skalyar kattalik bo'lib, o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzidan dt vaqt oralig'ida oqib o'tuvchi dq zaryad miqdoriga son jihatdan teng kattalik

$$I = \frac{dq}{dt}, \text{ O'zgarmas tok uchun } I = \frac{q}{t}$$



Tok kuchining fizik ma'nosi, bu zaryad ko'chishining tezligini ifodalab, u **amperlarda** ifodalanadi [A]:

$$[I] = \left[\frac{1 \text{ Kl}}{1 \text{ s}} \right] = [1 \text{ A}] \quad \textbf{Amper} \quad - \text{ bu}$$

juda katta qiymat. Insonning hayoti tugashi uchun $I=200 \text{ mA} = 0,2 \text{ A}$ tokning bir necha sekundlik ta'siri yetarli.

Musbat erkin zaryadlarning harakat yo'nalishi elektr tokining yo'nalishi sifatida qabul qilinadi.

O'zgarmas elektr toki – tok kuchining son qiymati va yo'nalishi vaqt bo'yicha o'zgarmaydi.

O'zgaruvchan tok - tok kuchining son qiymati va yo'nalishi vaqt o'tishi bilan davriy o'zgarib turadi.

Elektr toki zichligi j – bu vektor kattalik bo'lib, o'tkazgichning dS ko'ndalang kesim yuzasidan oqib o'tgan dI tok kuchiga son jihatdan teng, tokka perpendikulyar: $\vec{j} = \frac{I}{S} \vec{n}$

j vektorining yo'nalishi musbat zaryadli zarralarning tartibli harakat **v tezlik vektori yo'nalishi** qabul qilingan (yoki **manfiy zaryadlar harakat yo'nalishiga teskari yo'nalish olinadi**).

Elektr tokinig kinetik tenglamasi:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{q}{tS} = \frac{q_0 N}{tS} = \frac{q_0 n V}{tS} = \frac{q_0 n l S}{tS} = \frac{q_0 n l}{t} = q_0 n \langle u \rangle$$

Om qonuniga ko'ra, o'zgarmas haroratda bir jinsli metall o'tkazgichdagi I tok kuchi uning uchlari orasidagi potentsiallar farqiga $\Delta\varphi$ proporsionaldir: $I \sim \square\square$.

Ta'rifga ko'ra,
$$\frac{\Delta\varphi}{I} = R$$

nisbat Om bilan o'lchanadigan metall o'tkazgichning **elektr qarshiligi** deb ataladi. Bir jinsli o'tkazgichning 1 va 2 nuqtalari orasidagi potentsiallar farqi o'tkazgichdagi elektrostatik maydon kuchlanganligi E bilan quyidagicha bog'langan

$$\Delta\varphi = \int_1^2 E d\ell.$$

Bunday holda, potentsial farq ko'pincha kuchlanish (kuchlanish tushishi) deb ham ataladi.

Agar o'tkazgichdagi zaryadlarga tashqi (elektrostatik bo'lmagan) kuchlar ham ta'sir qilsa, ularning E_{begona} maydoni kuchlanganligi bilan tavsiflanadi, u holda umumlashtirilgan Om qonuniga muvofiq:

$$I \cdot R = \Delta\varphi + \varepsilon$$

Bu yerda ε - elektr yurituvchi kuch:

$$\varepsilon = \int_1^2 E_{\text{begona}} d\ell$$

Elektr zanjirlari o'zgarmas tok (vaqt bo'yicha o'zgarmaydigan) va o'zgaruvchan tok zanjirlariga bo'linadi. **Elektr zanjiri** – bu elektr tokining oqishi uchun mo'ljallangan elementlar va qurilmalar to'plami. Elektr zanjirida elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni taqsimlash va boshqa energiya turlariga aylantirish amalga oshiriladi. Energiya ishlab chiqarish yoki konvertatsiya qilish bilan bog'liq barcha jarayonlar quyidagicha tavsiflanadi amper, kuchlanish va EYuK (*elektr yurituvchi kuch*). Elektr zanjirini tashkil etuvchi alohida qurilmalar simlar yoki uzatish liniyalari orqali bir-biri bilan ulanadi.

Elektr qarshiligi R muhitning elektr zaryadlarining tartibli harakatiga, ya'ni tokka oqishiga qarshilik qiluvchi parametr. Rezistor-bu elektr zanjirining elementi, uning asosiy parametri uning elektr qarshiligi R.

O'tkazgichda tok hosil qilayotgan erkin zaryadli zarralarning tartibli harakatini qiyinlashtiradigan sabablarning majmuasi shu o'tkazgichning **elektr qarshiligini** tashkil qiladi. Xususan, metallarda erkin elektronlarning tartibli harakati quyidagi sabablar tufayli qiyinlashadi (qarshilikning fizik ma'nosi): 1) Metall panjara tugunlaridagi ionlarning tartibsiz tebranma issiqlik harakati $\rho(T)$; 2) Begona aralashmalar (elementlar) atomlarining kristall panjara tugunlariga va tugunlari orasiga

joylashib qolishi (ρ_a); 3) Kristall panajaraning mexanik deformatsiyasi (ρ_d). Har qanday o'tkazgichning elektr qarshiligi quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Bunda ρ – o'tkazgich materialini harakterlovchi kattalik bo'lib, unga **solishtirma elektr qarshilik** deb ataladi, l va S – mos ravishda o'tkazgichning uzunligi va ko'ndalang kesim yuzi. Metallning to'la solishtirma qarshiligi yuqoridagi uchta sabab bo'yicha, quyidagicha additiv hisoblanadi (Mattison qoidasi):

$$\rho = \rho(T) + \rho_a + \rho_d$$

Bunda $\rho(T)$ – metall o'tkazgichlar qarshiligining temperaturaga bo'g'lanishini aniqlash va uchun chiziqli xarakterga ega.

Elektr qarshilikni tajribada aniqlashning eng sodda usuli, voltmetr va ampermetr yordamida aniqlash bo'lib, u zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga asoslangan:

$$R = \frac{U}{J}$$

Bunda U – o'tkazgichning uchlarida hosil qilingan kuchlanish (voltmetr bilan o'lchanadi), J – o'tkazgichdan oqadigan (shu kuchlanishda) tok kuchi (ampermetr bilan o'lchanadi).

Kirxgof qonunlari.

Birinchi qonun: Murakkab(tarmoqlangan) zanjirning elektr tugunida o'chrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng:

$$\sum_{i=1}^N J_i = 0$$

bunda N – toklar soni.

Ikkinchi qonun: Murakkab elektr zanjiridagi ixtiyoriy berk kontur qismlaridagi kuchlanish tushishlarining ($U_i = J_i R_i$) algebraik yig'indisi, shu konturda mavjud bo'lgan tok manbalari EYuK larning algebraik yig'indisiga teng:

$$\sum_{i=1}^N J_i R_i = \sum_{i=1}^M \mathcal{E}_i$$

Bunda M – tok manbalarining soni.

O'tkazgichning voltamper xarakteristikasi (VAX) - bu o'tkazgich orqali o'tayotgan tok kuchining uning uchlari orasidagi kuchlanishga bog'liqligi. Rezistor chiziqli elementdir, chunki doimiy haroratda uning kuchlanish xarakteristikasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, uning burchagi rezistorning qarshiligiga bog'liq.

Chiziqli bo'lmagan elementlar uchun qarshilik doimiy emas. Bunday elementlarning kuchlanish xarakteristikasi chiziqli emas. Chiziqli bo'lmagan elementlarga cho'g'lanma lampalar, yarim o'tkazgichlar va boshqalar misol bo'la oladi.

Ma'lumki, cho'g'lanma chiroqning asosiy elementi volfram toladir. U orqali tok o'tkanda, u yuqori haroratgacha qiziydi va yorug'lik chiqaradi. Bunday holda, harorat oshishi bilan ipning qarshiligi oshadi. Shuning uchun cho'g'lanma chiroqning VAX xarakteristik asi chiziqli bo'lmaydi. Tok kuchi ampermetr yordamida o'lchanadi. Ampermetrlarning ishlashi harakatlanuvchi blokga ulangan indikator ignasining aylanish burchagining qurilmaning o'lchash birligidan o'tadigan tok kattaligiga bog'liqligiga asoslanadi. Ampermetrlar tok kuchini aniqlash uchun elektr zanjiriga ketma-ket ulanadi. amper (A), milliamper (mA) yoki mikroamper (μA). Zanjirning bir



qismidagi kuchlanishni o'lchash uchun (uning uchlaridagi potentsial farq) o'rganilayotgan qismga parallel ravishda ulangan **voltmetrlar** qo'llaniladi. Voltmetr shkalasi kuchlanish birliklarida - voltlarda (V, mV, mV, kV) o'lchanadi.

Eksperimental uskunalar

Ushbu laboratoriya ishini bajarishda quyidagi asboblardan foydalaniladi:



O'zgarmas tok



Raqamli multimetr

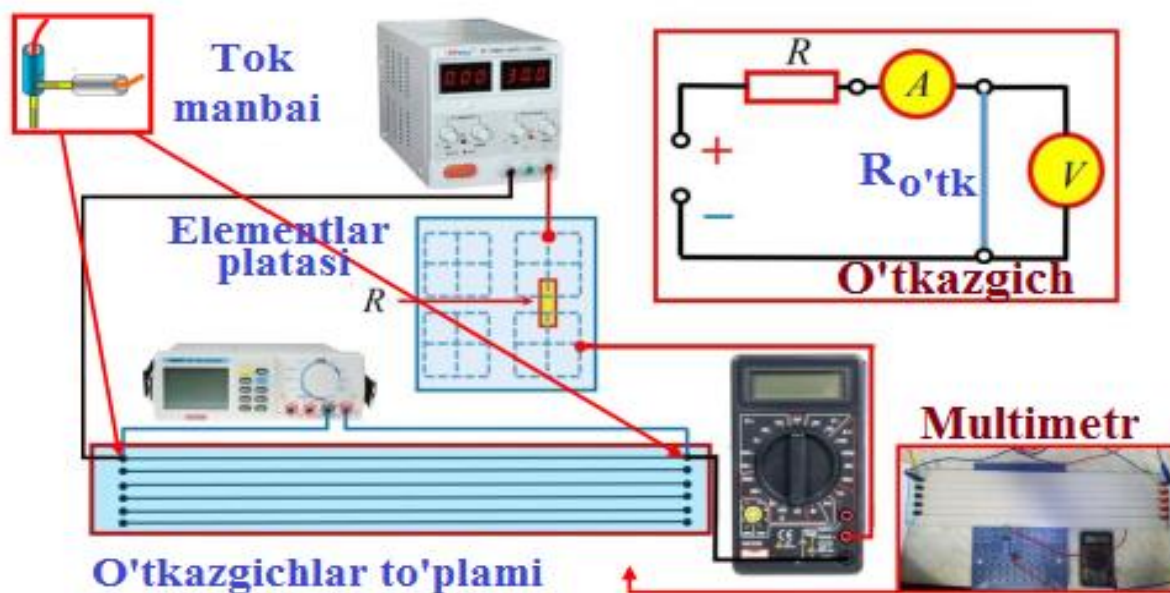


Raqamli multimetr

manbai		
 Raqamli multimetr	 Elementlarni joylashtirish uchun plata	 Elementlar to'plami
 Beshta doimiy simli plata		

ISHNI BAJARISH TARTIBI

Geometrik shaklga ega bo'lgan metalning solishtirma elektr qarshiligini aniqlash



Metalning solishtirma elektr qarshiligini aniqlash blok sxemasi

Elektr sxemani rasmga muvofiq yig'ing. Bu yerda diametri $d = 0,15$ mm bo'lgan konstantan simi va $R = 330$ Om qarshiligini tanlang. Ulanishda to'g'ri sim ranglarini ishlatib: musbat - qizil simlar, manfiy - ko'k.

O'tkazgich (konstantan)ning turli qismlaridagi tok kuchi va kuchlanishlari

L=0.50 m, d=0.15 mm						
№	U, [V]	O'lchash diapazoni U, [V]	σ_U , [V]	I, [mA]	O'lchash diapazoni I, [mA]	σ_I , [mA]
1						
2						
3						
L=0.50 m, d=0.25 mm						
№	U, [V]	O'lchash diapazoni U, [V]	σ_U , [V]	I, [mA]	O'lchash diapazoni I, [mA]	σ_I , [mA]
1						
2						
3						
L=0.50 m, d=0.40 mm						
№	U, [V]	O'lchash diapazoni U, [V]	σ_U , [V]	I, [mA]	O'lchash diapazoni I, [mA]	σ_I , [mA]
1						
2						
3						
L=1.0 m, d=0.15 mm						
№	U, [V]	O'lchash diapazoni U, [V]	σ_U , [V]	I, [mA]	O'lchash diapazoni I, [mA]	σ_I , [mA]
1						
2						
3						

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr qarshilikni o'lchash usullarini ayting. Ularning kamchiliklari va bir-biridan ustunligi qanday?
2. Elektr kattaliklarini (o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjiridagi) o'lchaydigan ko'prikning umumiy tuzilishi va ish printsipini ayting.
3. Elektr qarshilikning fizik ma'nosi qanday?
4. Elektr qarshiliklarni (o'tkazgichlarni) o'zaro ulash qonuniyatlarini ayting.
5. Zanjirning bir jinsli, bir jinsli bo'lmagan qismlari va berk zanjir uchun Om qonunlarini ayting va ularning ifodalarini yozing.

13- LABORATORIYA ISHI

ELEKTRON OSSILLOGRAFNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Ossillografning tuzilishini, ish prinsipini, uni ishlatishni va undagi elektron nur trubkaning kuchlanishga sezgiriligini aniqlashni o'rganish;

Kerakli asbob-uskunalar: Elektron ossillograf (ЭО-7), tovush generatori (Ф578), avtotransformator (JIATP), voltmetr (ACTB) va ulash simlari (6 ta).

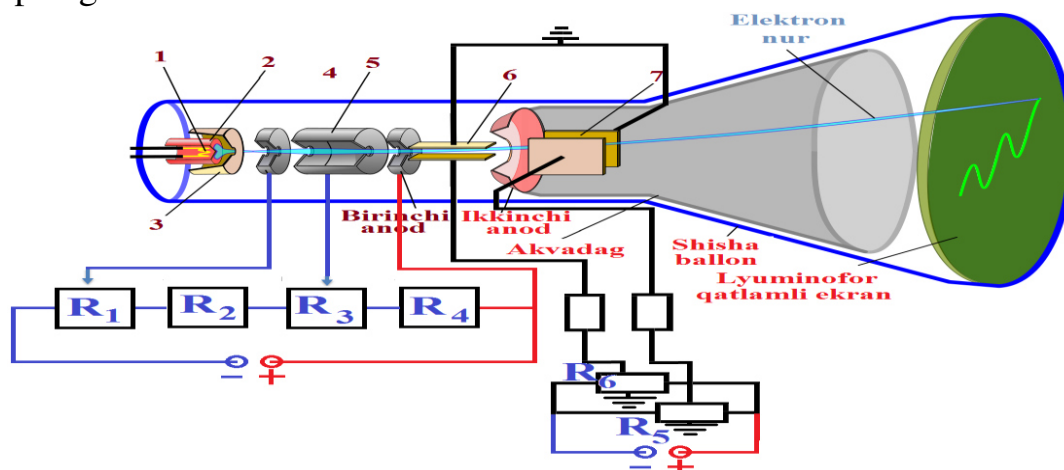
Nazariy ma'lumotlar

1.1 Elektron ossillografning qo'llanishi. Elektron ossillograf asosan tez o'zgaruvchan davriy elektr jarayonlarni o'rganishda qo'llaniladi. Masalan, elektron ossillograf yordamida tok kuchini, kuchlanishni, ular orasidagi fazalar farqini, ularning tebranish chastotalarini o'lchash, ularning vaqt bo'yicha o'zgarishini kuzatish, o'zgaruvchan kuchlanishlarning chastotalarini va ampitudalarini taqqoslash mumkin va h.k.

1.2. Elektron-nur trubka. Ossillografning asosiy qismlaridan biri elektron-nur trubka bo'lib, u ichida havosi 10^{-6} mm sim.ust. bosimgacha so'rib olingan ichida turli xil elektrodlar o'rnatilgan maxsus shakldagi shisha idishdir.

Elektron-nur trubka ikki turga, elektrostatik va magnit trubkalarga bo'linadi. Birinchi turdagi trubkalarda elektronlar dastasini fokuslash va chetlantirish uchun elektr maydonidan, ikkinchi turdagi trubkalarda esa magnit maydonidan foydalalanadi. ЭО-7 rusumli ossillografda elektrostatik turdagi trubka o'rnatilgan.

Elektrostatik elektron-nur trubka (1-rasm) elektron zambarak (rasmda punktir chiziq bilan chizilgan to'rtburchak ichiga olingan), o'zaro tik tekisliklarda joylashgan ikkita og'diruvchi (elektronlar dastasini) 6 va 7-plastinkalar hamda flyuoressensiyalanuvchi 8-ekrandan tashkil topgan. Elektron zambarak o'z navbatida, 1-qizdirgich, 2-katod, 3-boshqaruvchi elektrod, 4-fokuslovchi va 5- tezlashiruvchi anodlardan tashkil topgan bo'lib, u elektronlar dastasini hosil qilish vazifasini bajaradi. Uning katodi sirtiga, elektronning chiqish ishi kichik bo'lgan, oksidlar (BaO, GaO va h.z.) qoplangan bo'ladi.



1 – rasm. Elektrostatik elektron-nur trubka

Elektron zambarakning katodi va tezlashtiruvchi anodi orasiga yuqori kuchlanishli to'g'rilagichdan 1-5 kV kuchlanish beriladi. Bu kuchlanish o'zaro ketma-ket ulangan R_1 , R_2 , R_3 va R_4 rezistorlarga beriladi. Shu yo'l bilan elektron zambarakning turli qismlariga beriladigan kuchlanishlar kattaligini o'zgartirish mumkin bo'ladi. R_1 rezistorning dastasi ossillografning boshqaruv panelidagi "Яркость" yozuvi yoniga chiqarilgan. Uni burash bilan elektron zambarakdan chiqayotgan elektronlar soni va demak ekranning yorug'lanish darajasi o'zgartiriladi. Boshqaruvchi elektrod va fokuslovchi anod orasida hosil bo'ladigan elektrostatik linza elektronlarni dasta holatiga keltiradi. Fokuslovchi va tezlashtiruvchi anodlar orasida hosil bo'ladigan elektrostatik linza bu dastani fokuslaydi. Fokuslash R_3 – rezistor dastasini (paneldagi "Фокус" yozuv yoniga chiqarilgan) burab, ya'ni fokuslovchi anod potensialini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Elektron zambarakdan otilib chiqadigan elektron dasta ikkita boshqaruvchi (1 va 7) juft plastinkalar orasidan o'tadi va flyuoressensiyalanuvchi ekranga tushib, unda yorug'lanish hosil qiladi. Boshqaruvchi plastinkalarda kuchlanish bo'lmaganda dasta ekran markaziga tushib yorug' nuqta hosil qiladi. Agar plastinkalarga doimiy kuchlanish berilsa, ularning orasidagi elektr maydoni ta'sirida dasta dastlabki yo'nalishidan (katta potentsialli plastinka tomon) og'adi.

Elektronlar dastasi og'ishining kattaligiga va yo'nalishi plastinkalarga berilgan kuchlanishning kattaligiga va ishorasiga bog'liq bo'ladi. Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, elektron dastaning (nurning) dastlabki yo'nalishidan gorizonttal va vertikal og'ishi og'diruvchi vertikal va gorizonttal joylashgan plastinkalardagi kuchlanishga to'g'ri proporsional ekan, ya'ni

$$x = \alpha_x \cdot U_x \quad (1)$$

$$y = \alpha_y \cdot U_y \quad (2)$$

bulardagi x , y – elektron nurining gorizonttal va vertikal yo'nalishlar bo'ylab og'ishlari; U_x va U_y – gorizonttal (7) va vertikal (6) og'diruvchi plastinkalarga berilgan kuchlanishlar; α_x va α_y – proporsionallik koeffitsiyentlari, mos ravishda, trubkaning x va y o'qlar bo'ylab kuchlanishga sezgirligi deyiladi. **Trubkaning kuchlanishga sezgirligi deb**, og'diruvchi plastinkalarga U kuchlanish berilganda, elektron nurining dastlabki yo'nalishidan qancha masofaga og'ishini (millimetrlarda) bildiradigan skalyar fizik kattalikka (α) aytiladi. Trubkaning gorizonttal (7) va vertikal (6) plastinkalariga beriladigan kuchlanishlar, mos ravishda, R_5 va R_6 – rezistorlar (1-rasm) yordamida o'zgartiriladi. Ularning dastalari asbob panelidagi "Ось X" va "Ось Y" yozuvlari yoniga chiqarilgan. α_x va α_y sezgirliklar uchun (1) va (2) dan quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\alpha_x = \frac{x}{U_x} \quad (3)$$

$$\alpha_y = \frac{y}{U_y} \quad (4)$$

Sezgirlikni trubka parametrlari orqali ham hisoblash mumkin. Buning uchun zarur bo'lgan ifodani 2-rasmdan foydalanib keltirib chiqarish qiyin emas. Buni [5,14] darsliklardan o'rganish mumkin. Ularda nurining y o'qi bo'yicha og'ishini hisoblash uchun quyidagi ifoda olingan:

$$y = \frac{1}{2} \frac{U_y \cdot l \cdot L}{U_a d} \quad (5)$$

Bundagi U_y – vertikal og'diruvchi 6-plastinkalarga (2-rasm) berilgan kuchlanish; l – plastinkalarning trubka o'qi yo'nalishidagi uzunligi; L – plastinkalar markazidan 8-ekrangacha bo'lgan masofa; d – plastinkalar orasidagi masofa; U_a – tezlantiruvchi 5 – anod va 2 – katod orasiga berilgan kuchlanish. Bu ifodani (3) ifodaga qo'ysak y -o'qi bo'ylab trubkaning kuchlanishga sezgirlikni, uning parametrlari (l, L, d) orqali, hisoblash mumkin bo'lgan quyidagi ifodani olamiz:

$$\alpha_y = \frac{1}{2} \frac{l \cdot L}{U_a d} \quad (6)$$

1.3 Yoyish generatori. Elektron ossillografning ikkinchi muhim qismi yoyish generatoridir. Yoyish generatori yoyish kuchlanishi beradigan radiotexnik qurilmadir. U elektron nurini gorizontaal o'q bo'ylab muvozanat holatda ushlab imkon beradi. Agar tekshiriladigan kuchlanish davriy xarakterga ega bo'lsa, bu kuchlanishning shaklini ekranda tekshirish uchun uni vertikal og'diruvchi 6-plastinkalarga beriladi. Gorizontaal og'diruvchi 7-plastinkalarga esa yoyish kuchlanishi deb ataladigan davriy kuchlanish yoyish generatoridan beriladi. Ossillograflar foydalaniladigan yoyish kuchlanishi vaqtga yoki chiziqli ("arrasimon" kuchlanish deyiladi) yoki sinusoidal qonuni bo'yicha bog'langan bo'ladi. EO-7 rusumli ossillografda arrasimon kuchlanish beradigan yoyish generatori o'rnatilgan.

Tekshiriladigan kuchlanish chastotasi ν ga, yoyish kuchlanish chastotasi esa ν/N ga teng bo'lganda, ekranda tekshiriladigan kuchlanishning N ta davrini kuzatamiz. Agar chastota ν davr soni N ga qoldiqsiz bo'linsa, ya'ni tekshiriladigan va yoyish kuchlanishlarning chastotalari bir-biriga karrali bo'lsa, u holda ekranda qo'zg'almas tasvir hosil bo'ladi. Aks holda, ekranda tasvir turg'un bo'lmaydi (sekin ko'chib turadi). Bu holat ekrandagi tasvirni kuzatishni qiyinlashtiradi. Bu kamchilikni yo'qotish uchun yoyish generatori chastotasi biror stabil kuchlanish manbai chastotasi bilan sinxronlanadi. Generatorni yoki tekshiriladigan kuchlanish chastotasi bilan yoki shahar tarmog'idagi o'zgaruvchan kuchlanish chastotasi bilan yoki tashqi kuchlanish chastotasi bilan sinxronlash mumkin. Shu maqsadda ossillografning boshqaruv paneliga sinxronlash manbaining "Внутр. от внешн." almashlab ulagichi, "Амплитуда синхронизация", "Частота плавно" va "Диапазон частот" dastalari chiqarilgan.



3-rasm

ЭО-7 rusumli ossillografning boshqaruv paneli 3-rasmda keltirilgan.

Shu panelda bayon qilingan boshqarish qismlarining dastalaridan tashqari, yana vertikal kirish kuchaytirgichning “Ослабление” dastasi ham bo‘lib, uning yordamida tekshiriladigan kuchlanishni 1:10 va 1:100 marta susaytirish mumkin. “Усиление по вертик.” va “Усиление по горизонт.” dastalari yordamida ekrandagi nur o‘lchamini mos ravishda vertikal va gorizontal yo‘nalishlar bo‘ylab noldan maksimal qiymatgacha (U_y va U_x larni oshirish bilan) oshirish mumkin.

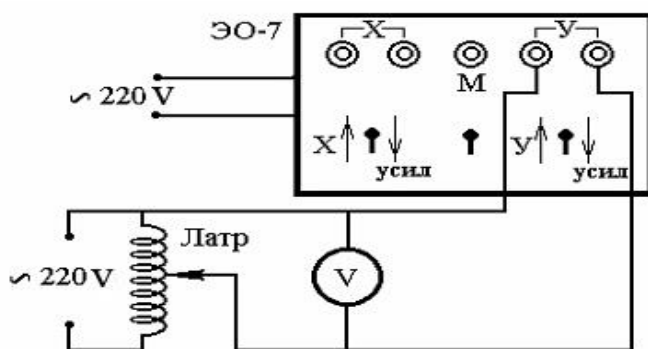
II. O‘lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi

2.1 Ossillograf trubkasi plastinkalarning kuchlanishga sezgirligini aniqlash.

Shu maqsadda foydalaniladigan qurilmaning elektr zanjiri 4-rasmda keltirilgan. U avtotransformator (ЛАТР), voltmetr V va ЭО-7 rusumli elektron ossillografdan (rasmda uning orqa panelidagi “X” va “Y” kirishlarining paneli tasvirlangan) tashkil topgan.

Kuchlanish sezgirligi aniqlanadigan plastinkaga (masalan vertikal og‘diruvchi plastinkaga), yoyish generatori uzilgan holda, ЛАТРdan 20-40 V kuchlanish beriladi. Ekrandagi koordinata to‘ridan foydalanib y o‘qi bo‘ylab hosil bo‘lgan yorug‘ chiziq uzunligi $h=2y$ o‘lchanadi. Quyidagi ifoda ((4) ifodadan olinadigan) yordamida α_y – sezgirlik hisoblanadi (voltmetr U_{eff} o‘zgaruvchan kuchlanishning effektiv qiymatini, ossillograf esa shu kuchlanishning ampilituda qiymatini o‘lchashni hisobga olsak):

$$\alpha_o = \frac{o}{U_{oy}} = \frac{h}{2U_{oy}} = \frac{h}{2\sqrt{2}U_{eff}} = \frac{h}{2,82 \cdot U_{eff}}, \frac{\text{mm}}{\text{V}} \quad (7)$$

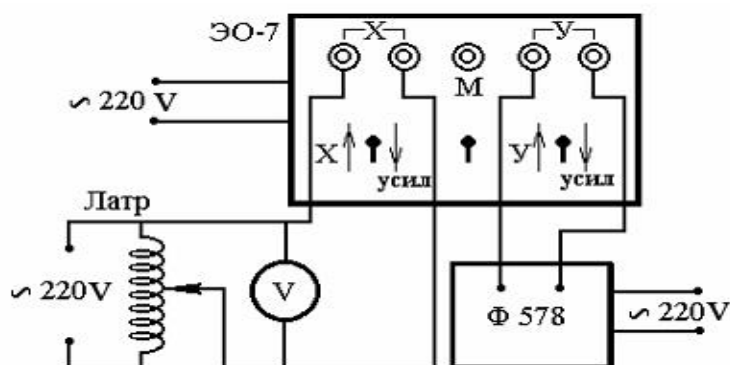


4-rasm

Shunday usul bilan (endi ЛАТФ dan kelayotgan kuchlanishni “X” kirishga ulab) gorizontal og‘diruvchi pastinkalarning kuchlanishga sezgirligi α_x ni ham aniqlash mumkin.

2.2. O‘zaro perpendikulyar tebranishlarni qo‘shib Lissaju figuralarini olish va ulardan foydalanib noma’lum chastotani aniqlash. Garmonik tebranishning noma’lum chastotasini topish uchun Lissaju figuralari usulidan foydalaniladi. O‘zaro tik elektr tebranishlarni qo‘shish natijasida **Lissaju figuralari** deb ataladigan murakkab shakldagi egri chiziqlar oilasi olinadi. Bu figuralarning umumiy ko‘rinishiga qarab tekshiriladigan kuchlanishning noma’lum chastotasi aniqlanadi.

Shu maqsadda, 5-rasmda elektr zanjiri tasvirlangan, qurilmadan foydalaniladi. Bu qurilma 4-rasmdagi qurilmadan $\Phi 578$ rusumli tovush generatorining qo‘shimcha ulanganligi bilan farq qiladi.



5-rasm

Bu qurilma qo‘shilayotgan kuchlanishlarning chastotalarini elektron ossillograf yordamida taqqoslash imkoniyatini beradi: ossillograf trubkasining vertikal og‘diruvchi plastinkalariga chastotasi (ν_x) aniqlanadigan kuchlanish $\Phi 578$ tovush generatoridan, gorizontal og‘diruvchi plastinkalarga esa, aniq chastotali (ν_x) kuchlanish shahar tarmog‘idan ЛАТФ orqali beriladigan (5-rasm). Bu o‘zaro perpendikulyar kuchlanishlarning qo‘shilishi natijasida (bunday qo‘shilish [6] darslikda matematik tahlil qilingan) ekranda hosil bo‘ladigan Lissaju figuralari kuzatiladi.

Qo‘shilayotgan kuchlanishlar chastotalarining nisbati $\frac{\nu_x}{\nu_y} = 1:1, 1:2, 1:3, 1:4$ bo‘lgan

hollar uchun ekranda hosil bo‘lgan Lissaju figuralari chizib olinadi. Shu figuralarning shakliga qarab y-o‘qiga berilgan kuchlanishning chastotasi ν_y topiladi. Buning uchun quyidagi qoidadan foydalaniladi [6,24]: Ossillografning “X” va “U” kirishlariga berilgan o‘zaro perpendikulyar kuchlanishlar chastotalarining nisbati $\left(\frac{\nu_x}{\nu_y} \right)$, ularning

qo‘shilishdan ekranda hosil bo‘lgan Lissaju figuralarining x va y koordinata o‘qlari

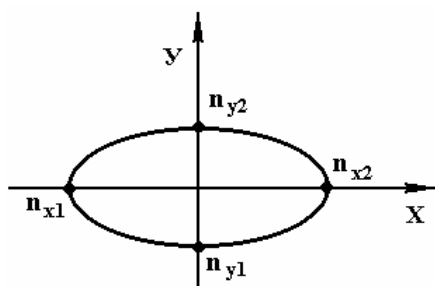
bilan bir davrga teng vaqt org'alig'ida, kesishgan nuqtalar sonlarining nisbatiga $\left(\frac{n_x}{n_y}\right)$ teng bo'ladi, ya'ni

$$\left(\frac{\nu_x}{\nu_y}\right) = \left(\frac{n_x}{n_y}\right). \quad (8)$$

Bu qoidaning mazmuni, chastotalar nisbati $\nu_x:\nu_y=1:1$ bo'lganda hosil bo'ladigan Lissaju figurasi (ellips) uchun ($n_x=2, n_y=2$), 6-rasmda namoyish qilingan.

Tekshiriladigan kuchlanishning noma'lum chastotasini aniqlash uchun (8) ifodadan quyidagi ifodani olish mumkin:

$$\nu_{\delta} = \nu_{\delta} \frac{n_x}{n_y} Gs \quad (9)$$



Izoh: n_x va n_y – sonlarni, Lissaju figuralarining x va y -koordinata o'qlari bilan emas, balki, ularga parallel o'tkazilgan, chiziqlar bilan kesishgan nuqtalar soniga teng qilib aniqlash maqsadga muvofiqdir.

III. Ishni bajarish tartibi. Ishni bajarish tartibi va tajriba xatoliklarini hisoblash

1-mashq. Ossillograf tuzilishini, uni ishga tayyorlashni va boshqarishni o'rganish

1. ЭО-7 rusumli ossillografda qo'llaniladigan 13Л037 rusumli elektron nur trubkasining tuzilishini (1-shartli rasm bo'yicha) va ossillograf boshqarish organlarining (3-rasmda shartli tasvirlangan) vazifasini ushbu ishning I-qismini hamda ularning kitobchalarni batafsil o'qib chiqib o'rganing.
2. Quyidagi tartibda kirishib, dastlab ossillografni shahar elektr tarmog'iga ulash uchun tayyorlang:
 - 1) Ossillografning old panelida joylashgan (3-rasm) kuchlanish ta'minotining “сеть” kalitini “ВЫКЛ” holatga “Фокус”, “Ось x” va “Ось y” dastalarini o'rta xolatga “Яркость” dastasini undagi eng chetki holatga, “Усиление по вертикаль.” dastasini nol holatga, “Усиление по горизонт.” dastasini 2-3 bo'limga qo'ying.
 - 2) “Амплитуда синхронизация”, “Частота”, “Диапазон частот” dastalarini “ВЫКЛ” holatga va sinxronizasiya manbaini almashlab ulagichining “Внутр. От сеть. Вешн” buragichini “Внутр” holatga qo'ying.
 - 3) Ossillograf orqa paneli eshikchasini ochib, “X” va “Y” kirishlarning pastida joylashgan kalitlarni dastasini yuqori holatga ko'tarib qo'ying (shunda kirish kuchlanishining kuchaytirgichi o'chirilgan bo'ladi).
3. Quyidagi tartibda kirishib, ossillografni ishchi xolatga tayyorlang:
 - 1) Ossillograf simini shahar elektr tarmog'iga ulang (220V).

- 2) Uning old panelidagi “Луч” kalitini “ВЫКЛ” (yuqorigi) va “сеть” kalitini “ВЫКЛ” (yuqori) holatga qo‘ying. Shunda panel pastidagi xabar lampachasi yonadi. Ossillografning elektron lampalari qiziganicha 1-2 minut davomida kutilgandan so‘ng, ekranda yorug‘ nuqta paydo bo‘ladi. Aks xolda “Ось y” dastasini o‘rta holatdan u yoki bu tomonga 20-30° ga burab qo‘yib, “Ось x” dastasini har safar u yoki bu tomonga oxirigacha sekin burash kerak. Shu yo‘l bilan yorug‘ nuqta ekran chegarasiga qaytariladi.
- 3) “Ось x” va “Ось y” dastalarini burab yorug‘ nuqtani ekran markaziga (koordinata boshiga) keltiring.
- 4) “Яркость” dastasini burab, nuqtaning yorug‘lanishini kamaytiring.
- 5) “Фокус” dastasini burab, nuqtaning aniq tasvirini hosil qiling.

2-mashq.. Ossillograf elektron-nur trubkasi plastinkalarining kuchlanishga sezgirligini aniqlash.

1. 1-mashqda bayon qilingan tartibda, diqqat bilan kirishib ossillografni avval shahar tarmog‘iga ulashga, so‘ngra uni ishchi holatga tayyorlang. So‘ng, ossillografning “Сеть”, va “Луч” va “Диапазон частот” kalitlarini “ВЫКЛ.” holatga o‘tkazib qo‘ying.
2. 4-rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig‘ing va uni o‘qituvchi (yoki loharant) ga tekshirtiring. ЛАТР dastasini eng chetki chap holatga burab qo‘ying. Ossillografni “Луч” va “Сеть” kalitlarini “ВЫКЛ” holatga o‘tkazing. Shunda 1-2 minut o‘tgach ekran markazida yorug‘ nuqta paydo bo‘ladi.
3. ЛАТР dastasini o‘ngga sekin burib ossillografning vertikal og‘diruvchi plastinkalariga $U_{eff}=20, 30, 40$ V kuchlanishlarni galma-gal bering va ularning har bir qiymatiga mos holda ekranda kuzatilgan vertikal yorug‘ chiziq uzunliklarini, ya’ni h-larni ekran oldidagi ordinata o‘qi bo‘ylab millimetrlarda o‘lchab oling. ЛАТР dastasini chapga burab qo‘ying. “Луч” kalitini ham “ВЫКЛ” holatga o‘tkazib qo‘ying.
4. Yozib olingan U_{eff} va h larning qiymatlarini (7) ifodaga qo‘yib, ossillograf vertikal og‘diruv plastinkalarni kuchlanishga sezgirligining (α_u) qiymatlarini hisoblang (mm/V larda).
5. 4-rasmdagi ЛАТР kuchlanish berilayotgan juft simning uchlarini ossillograf orqa panelidagi “y”-kirishdan uzib, “x”-kirishga ulang.
6. 4 va 5-bandlarda bayon qilingan tartibda kirishib, ossillograf trubkasi gorizontal og‘diruvchi plastinkalarning kuchlanishiga sezgirligini α_x hisoblang.
7. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing

Vertikal plastinkalar sezgirligi					Gorizontalar plastinkalar sezgirligi				
U_{ef}, V	h, mm	$\alpha_y, \frac{mm}{V}$	$\Delta\alpha_y, \frac{mm}{V}$	$\frac{\Delta\alpha_y}{y}, \%$	U_{ef}, V	h, mm	$\alpha_x, \frac{mm}{V}$	$\Delta\alpha_x, \frac{mm}{V}$	$\frac{\Delta\alpha_x}{x}, \%$
20					20				
30					30				
40					40				

Tajriba xatolarini hisoblash

a) Nisbiy xatolikni aniqlang. Buning uchun (7) ifodadan olinadigan quyidagi formuladan foydalaning:

$$\varepsilon_{ay} = \frac{\Delta\alpha_{\delta}}{\alpha_{\delta}} \cdot 100\% = \sqrt{\left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U_{eff}}{U_{eff}}\right)^2} \cdot 100\% \quad (10)$$

b) Absolyut xatolikni hisoblang:

$$\Delta\alpha_{\delta} = \frac{\varepsilon_{ay} \cdot \alpha_{\delta}}{100\%} \quad (11)$$

v) Oxirgi haqiqiy natijani yozing:

$$\alpha_{oh} = (\alpha_{\delta} \pm \Delta\alpha_{\delta}) \frac{mm}{V} \quad (12)$$

g) Ossillograf trubkasi gorizontalar plastinkalarning kuchlanishiga sezgirligini bilvosita aniqlash bo'yicha absolyut va nisbiy xatoliklarni ham 1) bandda bayon qilingan tartibda kirishib hisoblang.

d) hisoblangan xatolarni 1-jadvalga yozing!

Nazorat savollari

1. Termalektron emissiya hodisasi deb nimaga aytiladi? Elektr va magnit maydonlari harakatdagi zaryadli zarraga qanday kuch bilan ta'sir qiladi?
2. Elektron-nur trubkaning tuzilishi va ish prinsipini tushuntiring. Elektron zambarakning tuzilishi va ishlashini ayting.
3. Elektron-nur trubkaning kuchlanishga sezgirligi deb nimaga aytiladi. U tajribada qanday aniqlanadi?
4. Elektron ossillograf qanday maqsadlarda ishlatiladi. U qanday asosiy qismlardan tashkil topgan? Ular qanday vazifalarni bajaradi?
5. Ossillograf yordamida tok kuchi, kuchlanish va qarshilik qanday o'lchanadi?
6. Elektr kattaliklarning garmonik tebranishlari va ularning tenglamalarini yozib tushuntiring. Tebranish davri, chastota va faza nima?
7. Lissaju figuralari nima va ular qanday hosil qilinadi. Noma'lum chastotani aniqlashning lissaju figuralari usulining mazmuni qanday? Shu usulda foydalaniladigan qoidaning mazmunini ayting.

№14 LABORATORIYA ISHI

O‘TKAZGICH QARSHILIGINI AMPERMETR VA VOLTMETR YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: zanjirning bir qismi uchun Om qonunining to‘g‘riligini tajribada tekshirib ko‘rish. Qarshiliklarni aniqlashning ampermetr va voltmeter usuli bilan tanishish. O‘tkazgichlarni turli usullarda ulaganda natijaviy qarshilikni hisoblashni o‘rganish.

Kerakli asbob va materiallar: o‘zgarmas tok manbai, ampermetr, voltmeter, reostat, kalit, noma‘lum qarshilikli beshta rezistor, ulash simlari.

NAZARIY MA‘LUMOTLAR

Metall ichida tartibli harakatlanayotgan erkin elektronlar kristal panjara ionlari bilan to‘qnashishi natijasida uzluksiz ravishda tormozlanadi. Bu o‘tkazgich elektr qarshiligining yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Bir jinsli silindrik yoki prizmatik o‘tkazgichning qarshiligi uning uzunligiga to‘g‘ri proporsional, ko‘ndalang kesimi yuziga teskari proporsional va o‘tkazgich materialiga bog‘liq:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

ρ - o‘tkazgichning solishtirma qarshiligi.

O‘tkazgichning qarshiligi ko‘pgina hollarda ampermetr va voltmeter yordamida aniqlanadi. Bu metod bilan qarshilikni aniqlash usuli o‘tkazgichning bir jinslilik darajasiga bog‘liq bo‘lib, zanjirning bir qismiga oid Om qonunining amalda qo‘llanilishi asos qilib olinadi. Zanjirning bir qismiga oid Om qonuniga asosan o‘tkazgichning qarshiligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

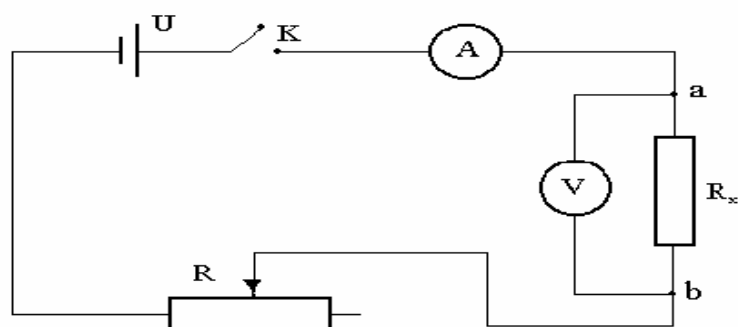
$$R_x = \frac{U}{I} \quad (2)$$

bu yerda U – qarshiligi aniqlanayotgan o‘tkazgichdagi voltmeter bilan o‘lchanadigan kuchlanish tushuvi, I - o‘tkazgichdan o‘tayotgan tok kuchi, u ampermetr bilan o‘lchanadi. O‘tkazgichlarni elektr zanjiriga uch xil 1) ketma-ket, 2) parallel, 3) aralash usullarda ulash mumkin.

Ishni bajarish tartibi

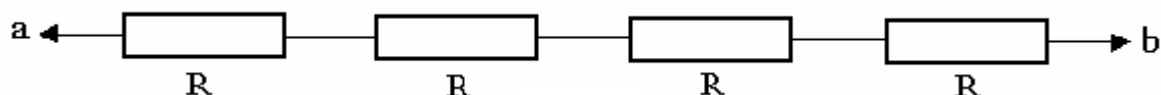
- 1-rasmda berilgan sxema bo‘yicha elektr zanjirini yig‘ing. Noma‘lum qarshilik R_x sifatida laboratoriya qurilmasidagi beshta bir xil rezistorlardan ixtiyoriy bittasini zanjirga kiriting.
- kalitni ulang, ampermetr va voltmetrning ko‘rsatishlaridan tok kuchi va kuchlanishning qiymatlarini yozib oling. So‘ngra reostat jilgichini surish bilan ampermetr va voltmetrning ko‘rsatishlarini kamida uch, to‘rt marta turli qiymatlarda yozib oling.

3. (2) formula yordamida rezistorning R_x noma'lum qarshiligini hisoblang (har bir olingan qiymatlar uchun alohida).
4. R_x larning o'rtacha arifmetik qiymatini toping.



1 – rasm. O'tkazgich qarshiligini ampermetr va voltmeter yordamida aniqlash

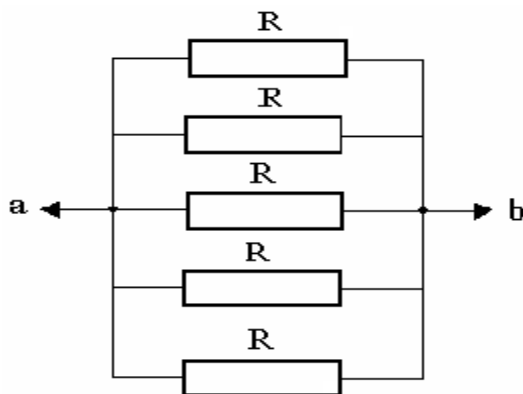
5) o'tkazgichlarni ketma-ket ulang (2-rasm). Bunda a va b nuqtalar orasidagi R_x o'rniga to'rtta rezistorning ketma-ket ulangan holini zanjirga kiriting.



2 – rasm. O'tkazgichlarni ketma-ket ulash

6) tajribani yuqoridagi tartibda takrorlab ketma-ket ulangan qarshiliklar batareyasining natijaviy qarshiligini aniqlang.

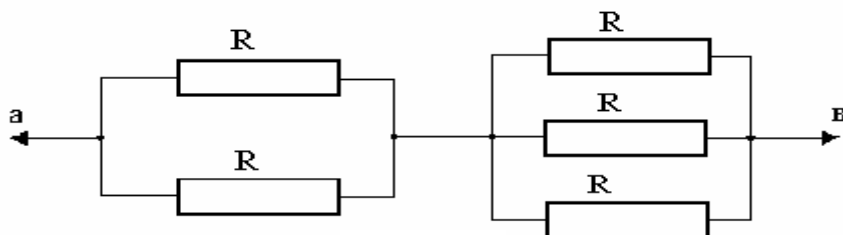
7) rezistorlarni 3-rasmda ko'rsatilgan sxema ko'rinishida parallel ulang.

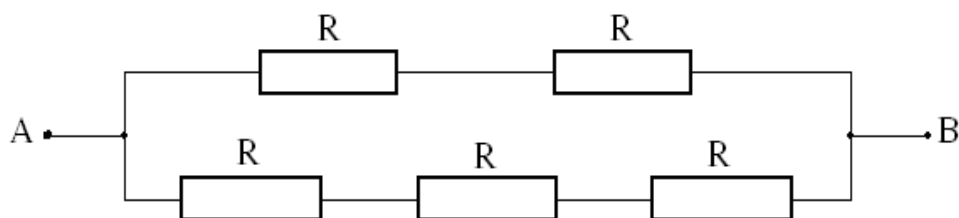


3 – rasm. O'tkazgichlarni parallel ulash

8) tajribani yuqoridagi tartibda takrorlab, parallel ulangan qarshiliklar batareyasining natijaviy qarshiligini aniqlang.

rezistorlarni aralash ulang. Bunda aralash ulashning bir nechta variantlarini tavsiya qilish mumkin (4 rasm).





3 – rasm. O‘tkazgichlarni aralash ulash

9) tajribani yuqoridagi tartibda takrorlab, aralash ulangan qarshiliklar batareyasining natijaviy qarshiligini aniqlang. 10) rezistorlarni ketma-ket, parallel va aralash ulagan holatlardagi tajriba natijalarining o‘rtachasini ularni formulalar yordamida nazariy hisoblaganda chiqadigan natija bilan solishtiring.

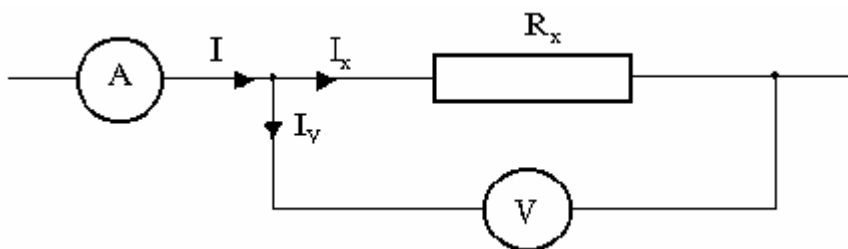
11) tajriba xatoliklarini hisoblang.

12) tajribalarda olingan natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

№	Zanjirga kiritiladi	I_1 A	U_1 V	R_1 Ω	I_2 A	U_2 V	R_2 Ω	I_3 A	U_3 V	R_3 Ω	$\langle R \rangle$ Ω	Nazariy formula
1	Bitta rezistor											
2	Ketma-ket ulangan to‘rtta rezistor											$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
3	Parallel ulangan beshta rezistor											$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_5}$
4	Aralash ulangan beshta rezistor											Qaysi variant

2 – mashq

Agar zanjirdagi o‘lchov asboblari ya’ni ampermetr va voltmترلarning ichki qarshiliklari hisobga olinsa, ya’ni voltmetrdan o‘tadigan tokni hisobga olmaslik mumkin bo‘lmasa 1-mashqda foydalanilgan $R_x = \frac{U}{I}$ formula boshqacha ko‘rinishni oladi. Voltmetrdagi tokni voltmetr qarshiligini bilgan holda aniqlash mumkin.



Kirxgofning birinchi qoidasiga asosan tugunda tarmoqlangan I tok kuchi uchun quyidagi tenglamani yozamiz:

$$I = I_v + I_x \quad (3)$$

R_x rezistor bilan V voltmetrning o'zaro parallel ulanganligi uchun ulardagi potensial tushuvlari teng bo'ladi.

$$I_x R_x = I_v R_v \quad (4)$$

$$I_v = \frac{I_x R_x}{R_v} \quad (5)$$

$$I - I_x = \frac{I_x R_x}{R_v} \quad (6)$$

$$U = I_x R_x \quad (7)$$

$$I - I_x = \frac{U}{R_v} \quad (8)$$

$$I_x = \frac{U}{R_x} \quad (9)$$

$$I - \frac{U}{R_x} = \frac{U}{R_v} \quad (10)$$

$$\frac{U}{R_x} = I - \frac{U}{R_v} \quad (11)$$

$$R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}} \quad (12)$$

1-mashqda olingan natijalar bo'yicha R_x ni (12) formula orqali hisoblang.

- 1) $\Delta R_x = \langle R_{x2} \rangle - \langle R_{x12} \rangle$ ni toping.
- 2) Sizningcha qaysi formula bo'yicha hisob ishlarini amalga oshirganda R_x qarshilik kamroq xatolik bilan, ya'ni aniqroq o'lchanishi mumkin. Xulosa chiqaring.

Nazorat savollari

1. O'tkazgich qarshiligi deganda nimani tushunasiz. O'tkazgichning qarshiligi nimalarga bog'liq. Qarshilik birliklarini ayting.

2. Zanjirning bir qismiga oid Om qonunini ta'riflang va uning matematik ifodasini yozing. Zanjirning bir qismiga oid Om qonunining differensial va integral shakllarini aytib bering.
3. Elektr sxemalarda rezistorlar quvvatiga qarab qanday belgilanadi?
4. Solishtirma qarshilik deb nimaga aytiladi? Solishtirma qarshilikning birligi qanday?
5. Elektr zanjirda reostat qanday vazifani bajaradi? Agar uni olib tashlasak zanjirda qanday o'zgarish ro'y beradi?

№15- LABORATORIYA ISHI

O'TKAZGICHLARNI KETMA-KET VA PARALLEL ULASHNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: o'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o'rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, turli qarshilikka ega bo'lgan ikkita rezistor (qarshiligi 100-150 Ω atrofida), milliampermetr, voltmeter, kalit va ulovchi simlar.

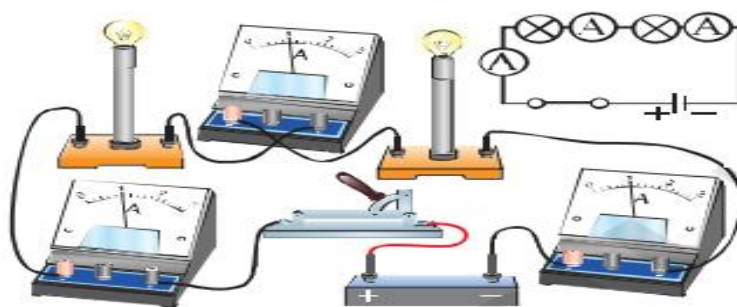
Qisqacha nazariya.

Elektr zanjiriga bitta emas, balki bir necha iste'molchilarni ulashga to'g'ri keladi. Bunda iste'molchilar o'zaro **ketma-ket** yoki **parallel** holda ulanadi. Biz quyida iste'molchilar ketma-ket ulangan elektr zanjirini qarab chiqamiz.

Ketma-ket ulangan zanjirda tok kuchi

Ikkita lampochkani ketma-ket ulab, 1-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Kalit ulanganda zanjirdan tok o'tadi va lampochkalar yonadi. Bunda zanjirga ulangan uchala ampermetr bir xil qiymatni ko'rsatadi. Demak, zanjirdan o'tayotgan umumiy tok kuchi I , birinchi va ikkinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchlari I_1 va I_2 bir xil bo'lar ekan:

$$I = I_1 = I_2 \quad (1)$$



1-rasm

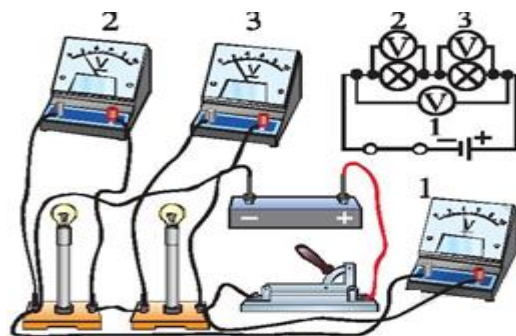
Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo'lsa, ulardan o'tayotgan tok

kuchlari ham bir-biriga teng bo'ladi:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n. \quad (2)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, har bir iste'molchidan o'tayotgan tok kuchlari bir xil bo'ladi.

Ketma-ket ulangan zanjirda kuchlanish. 2-rasmdagi elektr zanjir kaliti ulanganda 1-voltmetr 4 V ni, 2- va 3-voltmetrlar 2 V ni ko'rsatadi. Lampochkalarining yonishi xiralashadi.



2-rasm.

Zanjirdagi to'liq kuchlanish ketma-ket ulangan ikkala lampochkadagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U = U_1 + U_2 \quad (3)$$

Agar n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (4)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish har bir iste'molchidagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi.

Om qonuniga binoan, 2-rasmdagi elektr zanjirda birinchi lampochkadagi kuchlanish $U_1 = IR_1$ ga, ikkinchi lampochkadagi kuchlanish $U_2 = IR_2$ ga teng. Bu ifodalardan zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2). \quad (5)$$

Zanjirdagi lampochkalarining to'liq qarshiligi R ga, ulardan o'tayotgan tok kuchi I ga tengligidan foydalanib, to'liq kuchlanish U uchun quyidagi formulani yozishimiz mumkin:

$$U = IR. \quad (6)$$

(5) va (6) tengliklarning o'ng tomonlarini tenglashtiramiz: $IR = I(R_1 + R_2)$, bundan to'liq qarshilikni aniqlaymiz:

$$R = R_1 + R_2. \quad (7)$$

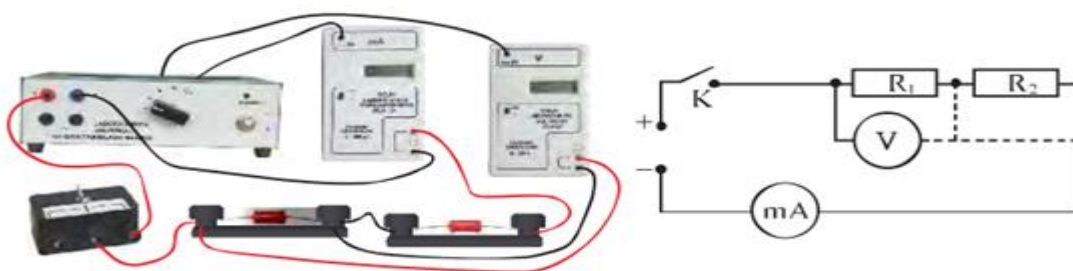
Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi o'tkazgichlarning to'liq qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (8)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq qarshilik har bir iste'molchi qarshiliklari yig'indisiga teng bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'ing. Voltmetr birinchi rezistorning uchlariga ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi.
2. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo'yiladi.
3. Kalit ulanadi. Rezistordan o'tayotgan tok kuchi I (A) va uning uchlaridagi kuchlanish U (V) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.



3-rasm

4. Kalit uziladi. Voltmetrni birinchi rezistordan uzib, uni ikkinchi rezistor uchlariga ulang.
5. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchi (I_2) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
6. Kalit uziladi. Ketma-ket ulangan rezistorlarning uchlariga voltmetr ulanadi.
7. Kalit ulanadi. Rezistordan o'tayotgan tok kuchi va uning uchlaridagi kuchlanish (U_{AB}) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
8. Kalit uziladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo'yiladi va tajriba takrorlanadi.

№	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω	U_{AB}, V	I, mA
1								
2								
3								

9. Tajriba natijalari asosida ketma-ket ulangan iste'molchilar uchun asosiy qonuniyatlarini tekshiring.

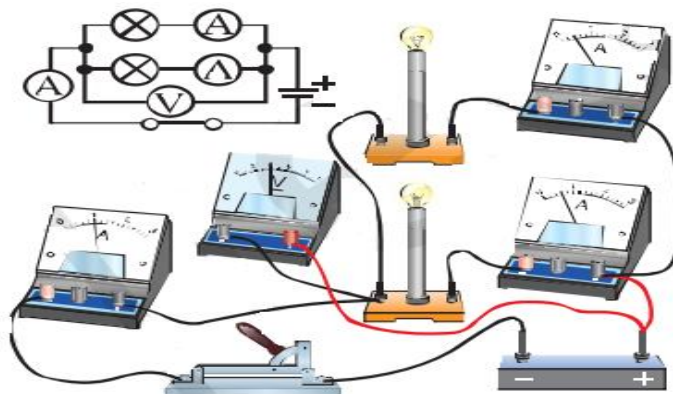
2. O'tkazgichlarni parallel ulash

Ishning maqsadi: o'tkazgichlar parallel ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o'rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbayi, turli qarshilikka ega bo'lgan ikkita rezistor (qarshiligi 200-300 Ω atrofida), milliampermetr, voltmetr, kalit va ulovchi simlar.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

Ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan 4-rasmdagi elektr zanjirni yig'aylik.



4-rasm

Bunda ikkala lampochka bir xil tarzda 1 va 2 ampermetrlarga ketma-ket ulanadi. Ularga parallel ulangan voltmetr 4 V kuchlanishni ko'rsatsin. Bu voltmetrning ko'rsatishi har bir lampochkadagi kuchlanishni ham, zanjirdagi to'liq kuchlanishni ham ifodalaydi.

Demak, parallel ulangan ikkala lampochkada kuchlanish bir xil bo'lib, u zanjirdagi to'liq kuchlanishga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U=U_1=U_2. \quad (9)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulangan bo'lsa, u holda ulardagi kuchlanishlar teng bo'ladi:

$$U=U_1=U_2=\dots=U_n. \quad (10)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, har bir o'tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish bir xil bo'ladi.

Parallel ulangan zanjirdagi tok kuchi. Kalit ulanganda birinchi ampermetr $I_1=0,6$ A ni, ikkinchi ampermetr esa, $I_2=0,4$ A ni ko'rsatsin. U holda zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi ampermetr $I=1$ A ni ko'rsatadi. Demak, parallel ulangan birinchi va ikkinchi lampochkalardan o'tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlarining yig'indisi I to'liq tok kuchiga, ya'ni zanjirning tarmoqlanmagan qismidan o'tayotgan tok kuchiga teng bo'ladi:

$$I=I_1+I_2. \quad (11)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to'liq tok kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$I=I_1+I_2+I_3+\dots + J_n. \quad (12)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi to'liq tok kuchi har bir iste'molchidagi tok kuchining yig'indisiga teng bo'ladi.

Parallel ulangan zanjirdagi qarshilik. 4-rasmda tasvirlangan zanjirdagi birinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi Om qonuniga binoan $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ga, ikkinchi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ga, to'liq tok kuchi esa $I = \frac{U}{R}$ ga teng. Bunda R_1 va R_2 - birinchi va ikkinchi lampochkaning elektr qarshiliklari, R - ikkala lampochkaning toliq qarshiligi.

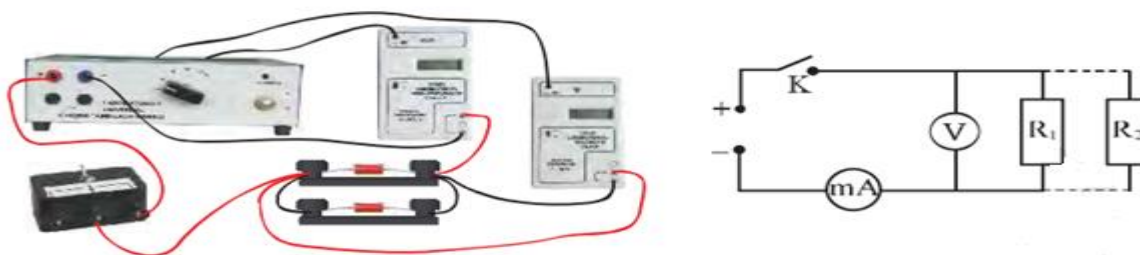
Bu uchala formulani (11) ga qo'yib quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \text{ yoki } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjir to'liq qarshiligining teskari kattaligi har bir iste'molchi qarshiligining teskari kattaliklari yig'indisiga teng.

Ishni hajarish tartibi

1. Rasmda tasvirlangan elektr zanjiri yig'iladi. Voltmetr har ikki rezistor uchlariga parallel ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo'yiladi.



4-rasm

2. Kalit ulanadi. Rezistorlardan o'tayotgan tok kuchi (I) va uning uchlaridagi kuchlanish (U) o'chanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
3. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.
4. Kalit ulanadi. Ampermetr birinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchini ko'rsatadi (I_1).
5. Voltmetr yordamida uning uchlaridagi U_1 kuchlanish o'chanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
6. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistordan uzilib, ikkinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.
7. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchi (I) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
8. Kalit uziladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo'yiladi va tajriba takrorlanadi.

№	U, V	I, mA	R_p, Ω	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω
1									
2									
3									

9. Tajriba natijalari asosida parallel ulangan iste'molchilar uchun asosiy qonuniyatlarining bajarilishini tekshiring.

Nazorat savollari.

1. Iste'molchilar ketma-ket ulanganda nima sababli ulardan bir xil tok oqadi?
2. Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish va har bir iste'molchidagi kuchlanish orasidagi munosabat qanday bo'ladi?
3. Ketma-ket ulangan zanjirga qo'shimcha iste'molchi ulanganda nima sababdan qarshiligi ortadi?
4. Nima sababli xonadon va avtomobillarning elektr simlarini ulashda ketma-ket ulashdan foydalanilmaydi?
5. Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi kuchlanish va har bir iste'molchi uchlaridagi kuchlanish orasida qanday munosabat bo'ladi?
6. Parallel ulangan iste'molchidagi tok kuchi bir xil bo'ladimi? Ularning qiymati nimalarga bog'liq?
7. Parallel ulangan iste'molchilarning to'liq qarshiligi har bir iste'molchi qarshiligi orqali qanday ifodalanadi?

№16- LABORATORIYA ISHI

TERMOPARANI DARAJALASH

Ishning maqsadi: Termoelektr hodisalar nazariyasini o'zlashtirish, tajribada metall termoparani darajalash va uning termoelektr yurituvchi kuchini aniqlash.

Kerakli asbob-uskunalar: Differensial holda ulangan termopara (xromel-alyumel), termoparani darajalash uchun foydalaniladigan qurilma, pasaytiruvchi o'zgaruvchan tok transformatori (TP 220/36), shu'la ko'rsatkichli galvanometr (M 195/2), etalon qarshilik (100 Om), qarshilik magnazini (P14), kalit va ulanadigan simlar (5 ta).

Nazariy ma'lumotlar

1.1. Metalldan elektronning chiqish ishi. Metallar birinchi tur o'tkazgichlarga mansub bo'lib, ularning elektr o'tkazuvchanligini, tugunlarida musbat ionlar joylashgan kristall panjara ichidagi "elektron gazi"ning erkin elektronlari hosil

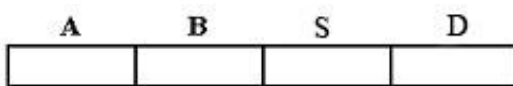
qiladi. Molekulyar fizikadan ma'lumki, bunday kristall panjara metall panjara turiga mansubdir. Metall panjara ichidagi erkin elektronlarning konsentrasiyasi ancha katta ($n = \frac{N}{V} = 10^{22} \div 10^{23} \text{ sm}^{-3}$) va u temperaturaga bog'liq emas. Ular metall panjara tugunlari orasida tartibsiz harakat qiladilar, biroq metallardan tashqariga (odatdagi sharoitlarda) chiqib keta olmaydilar. 12-laboratoriya ishining ("Elektron lampalarni o'rganish") nazariy qismida bayon qilingan sabablarga ko'ra, metallning tashqi sirtida hosil bo'ladigan, yupqa elektr maydoni "elektron gaz" uchun go'yo "yopiq" idish devori vazifasini bajaradi. Elektronni metallardan tashqariga chiqarish uchun shu elektr maydonining ta'sir kuchiga qarshi bajariladigan ishga **elektronning metallardan chiqish ishi** deyiladi:

$$A_{ch} = e\Delta\varphi \quad (1)$$

Bundagi e – elektronning zaryadi, $\Delta\varphi$ – metall sirtidagi elektr maydoni chegarasidagi potentsiallar ayirmasi.

1.2. Kontakt potentsiallar ayirmasi. 1797-yilda Volta ikkita turdagi metallni bir-biriga jips holatda tegizganda (kontaktga keltirilganda) ular orasida potentsiallar ayirmasi hosil bo'lishini aniqladi. Volta metallarning shunday qatorini tuzdiki, bu qatordagi har bir oldingi metall o'zidan keyingilaridan biriga tekkizilganda musbat elektrlandi. Bu qator Volta qatori deyilib, quyidagi ketma-ketlikdan iboratdir: Al, Zn, Sn, Cd, Pd, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd.

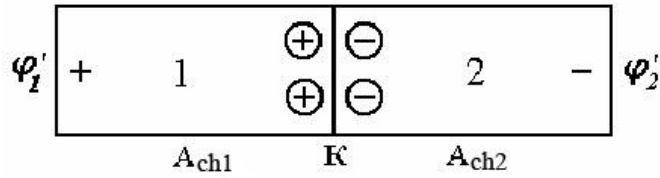
Turli xil metallarni bir-biriga tekkizilganda (1-rasm) vujudga keladigan potentsiallar ayirmasiga kontakt potentsiallar ayirmasi deyiladi.



1-rasm

Kontakt potentsiallar ayirmasining paydo bo'lishi quyidagicha izohlanadi: Agar ikki turli metall bir-biriga jips holda tekkizilsa, ularning bir-biriga tegib turgan sirtlari orqali metallardagi erkin elektronlarning kontakt orqali diffuziyasi yuz beradi. Elektronlarning metallar kontakti chegarasi orqali diffuziyanish sharoiti bir xil bo'lmaydi. Aniqroq aytganda quyidagi ikki sababga ko'ra, shu chegara orqali bir yo'nalishda o'tayotgan elektronlar soni, teskari yo'nalishda o'tayotgan elektronlar soniga teng bo'lmaydi.

Birinchi sabab-metallardan elektronlarning chiqish ishining har xilligi ($A_{ch1} \neq A_{ch2}$). Chiqish ishi nisbatan katta bo'lgan metallga elektronlar osonroq o'ta oladi. Natijada, chiqish ishi katta bo'lgan metalga, chiqish ishi kichik bo'lgan metallga qaraganda erkin elektronlar ko'proq o'tadi. Faraz qilaylik $A_{ch1} < A_{ch2}$ bo'lsin. U holda $1 \rightarrow 2$ yo'nalishda (2 rasm) k – kontakt chegarasi orqali ko'proq elektron o'tadi.



2-rasm

Oqibatda 1 – metall musbat, 2 – metall esa manfiy zaryadlanadi va ularning potentsiallari har xil ($\phi_1' > \phi_2'$) bo‘lib qoladi. Elektronlarning $1 \rightarrow 2$ va $2 \rightarrow 1$ yo‘nalishlarda o‘tishlari orasida dinamik muvozanat yuz berganda $\Delta\phi' = \phi_1' - \phi_2'$ potentsiallar ayirmasi eng katta bo‘ladi va u quyidagicha ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta\phi' = \frac{A_{ch2} - A_{ch1}}{e} = -\frac{A_{ch1} - A_{ch2}}{e} \quad (2)$$

Birinchi sababga ko‘ra paydo bo‘ladigan potentsiallar ayirmasiga **tashqi kontakt potentsiallar ayirmasi** deb atash qabul qilingan.

Ikkinchi sabab: Metallardagi erkin elektronlar konsentrasiyasining xar xilligi ($n_1 \neq n_2$) erkin elektronlar konsentrasiyasi (n) katta bo‘lgan metallardan, n kichik bo‘lgan metallga tomon kontakt orqali elektronlar ko‘proq o‘tadi. O‘zaro kontaktdagi metallardagi erkin elektronlar konsentrasiyalari quyidagi ko‘rinishdagi Bolsman taqsimoti bo‘yicha o‘zaro bog‘langan bo‘lar ekan ($n_1 > n_2$ holda):

$$n_2 = n_1 e^{-\frac{A_{12}}{k_B T}} \quad (3)$$

Bunda A_{12} – elektronning $1 \rightarrow 2$ o‘tishda bajarilgan ish; T – metallar kontaktining absolyut temperaturasi, k_B – Bolsman doimiysi. Bu ifodani logarifmlab, ikkinchi sababga ko‘ra paydo bo‘ladigan va **ichki kontakt potentsiallar ayirmasi** deb ataladigan potentsiallar ayirmasini aniqlaydigan, quyidagi ifodani olish mumkin:

$$\Delta\phi'' = \frac{A_{12}}{e} = \frac{k_B T}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (4)$$

Shunday qilib, har ikkala sababga ko‘ra paydo bo‘ladigan kontakt potentsiallar ayirmasining to‘la qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta\phi = \Delta\phi' - \Delta\phi'' = -\frac{A_{ch1} - A_{ch2}}{e} + \frac{k_B T}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (5)$$

Bu **Volta qonuni**ning matematik ifodasidir.

Shuni alohida qayd qilish kerakki, agar ikkita metallning uchlarini bir-biriga ketma-ket tekkizib, yopiq zanjir tuzilsa va kontaktlar temperaturallari teng bo‘lsa, shu yopiq

zanjirda elektr toki paydo bo'lmaydi. Chunki, (5) ifodani shunday zanjirdagi ikkita kontaktga qo'llanilganda natijaviy potensiallar ayirmasi va demak EYuK nolga teng bo'ladi ($\Delta\varphi=\Delta\varphi_{12}+\Delta\varphi_{21}=\varepsilon=0$).

1.3. Termoelektr hodisalar. Tajribalarda agar ikki turdagi metallning uchlarini bir-biriga ketma-ket tekkizib yopiq zanjir tuzilsa va kontaktlar temperaturalari har xil bo'lganda, shu zanjirda tok paydo bo'lishi aniqlandi. Umuman olganda, kontaktlardagi temperaturalar farqiga bog'liq ravishda shunday yopiq zanjirda yuz beradigan hodisalarga **termoelektr hodisalar** deyiladi. Ular uchta bo'lib, **Zeebek, Pelte, Tomson** hodisalaridir. Shulardan Zeyebek hodisasini qaraymiz.

1821-yilda Gollondiya fizigi Zeyebek ikki turdagi metallni ketma-ket ulab (kontaktga keltirib) zanjir tuzdi va zanjirdagi kontaktlar temperaturalari har xil bo'lganda, zanjirda EYuK hosil bo'lishini tajribada aniqladi. Shu EYuK ga **termoelektr yurituvchi kuch** (termo-EYuK), zanjirdagi tokka esa, **termotok** deyiladi. Zeyebek hodisasi issiqlikning elektrga aylanish hodisasi bo'lib uning mohiyati quyidagicha.

Termo-EYuKning vujudga kelish sababini yopiq zanjirda to'la kontakt potensiallar ayirmasining noldan farqli bo'lib qolishi sababi bilan tushuntirish mumkin. Buning uchun 3-rasmdan foydalanamiz.

Bu rasmda $A_{ch1} < A_{ch2}$, $n_1 > n_2$ va $T_1 > T_2$ sharoitda paydo bo'ladigan termo-EYuK va termotok va ularni hosil qilayotgan elektronlarning (ΔN ta) yopiq zanjir bo'ylab tartibli harakati yo'nalishlari strelkalar bilan ko'rsatilgan. K_1 – kontaktdan $1 \rightarrow 2$ yo'nalishda diffuziyalangan ortiqcha elektronlarning ($\Delta N_{12K1} = N_{12K1} - N_{21K1}$) kinetik energiyasi (E_{K1}), K_2 – kontaktdan $1 \rightarrow 2$ yo'nalishda diffuziyalangan ortiqcha elektronlarning ($\Delta N_{12K1} = N_{12K1} - N_{21K1}$) kinetik energiyasi (E_{K2}) nisbatan katta $E_{K1} > E_{K2}$, chunki $E_K = \frac{3}{2}kT$) bo'ladi. Natijada soat strelkasi yo'nalishda tartibli harakat qiladigan, ya'ni termotokni (J_T) hosil qiladigan, elektronlar ($\Delta N = \Delta N_{12K1} - \Delta N_{12K2}$ ta) oqimi paydo bo'ladi.

Demak, termo-EYuK kontaktlar temperaturalari farqiga to'g'ri proporsional ekan. (6) dagi proporsionallik koeffitsiyentiga **Zeebek koeffitsiyenti** yoki **solishtirma termoEYuK** deb ataladi.

$$\alpha = \frac{k_B}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (7)$$

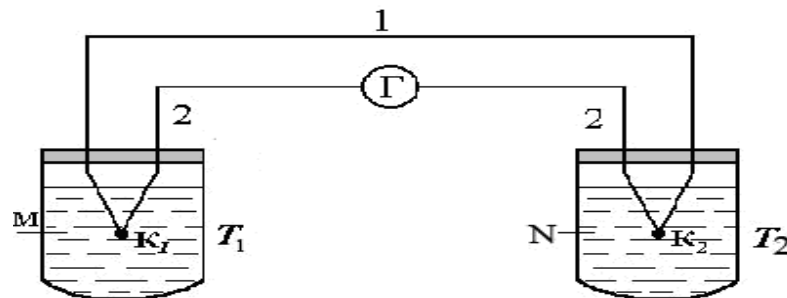
Termoelektr hodisasidan juda past va juda yuqori temperaturalarni o'lchashda foydalaniladi. Shu maqsadda tayyorlangan asbobga **termopara** deb ataladi. Termoparaning kavsharlangan bir uchi (kontakti) o'zgaras temperaturada ushlab turiladi, ikkinchi uchi esa temperaturasi o'lchanadigan muhitga tushiriladi.

Zeyebek hodisasidan foydalanib yana tokning termik generatorlari yasaladi. Buning uchun N ta termopara ketma-ket ulanib termobatareya hosil qilinadi va uning hamma

juft uchlari T_2 past, hamma tok, uchlari T_1 – yuqori temperaturada ushlab turiladi. Shunday termobatareya EYuK $\varepsilon = N\alpha(T_1 - T_2)$ ifoda bilan aniqlanadi.

II. O'lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi

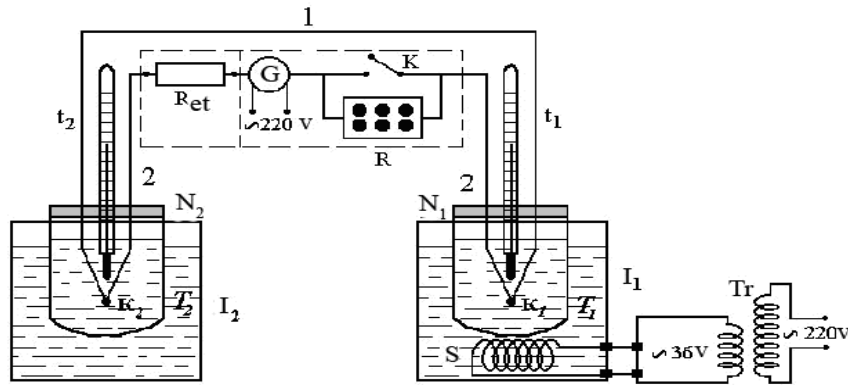
4-rasmda ushbu ishda o'rganiladigan termoparaning sxemasi keltirilgan. U alyuminiy qotishmasidan (alyumel) va xrom qotishmasidan (xromel) tayyorlangan simlardan (mos ravishda 1 va 2) differensial holda ulangan yopiq zanjirdir. Uning K_2 kavshari, T_2 temperaturasi o'zgarmaydigan, N – moy ichiga, K_1 – kavshari esa, T_1 – temperaturasi o'lchanadigan, M - namuna ichiga joylashtiriladi. Termoparaning termo-EYuKi, (6) ifoda bilan aniqlanib, kavsharlar temperaturalari farqiga to'g'ri proporsionaldir.



4-rasm

Termopara yordamida temperaturani o'lchashdan oldin u darajalanishi kerak. Termoparada (K_1 – kavshari temperaturasi o'zgarganda) paydo bo'ladigan termo-EYuK ning (ε) uning kavsharlari temperaturalari farqiga ($\Delta T = T_1 - T_2$) bog'lanishini, ya'ni $\varepsilon = f(\Delta T)$ bog'lanishni tajriba yo'li bilan aniqlashga **termoparani darajalash** deyiladi. Bu bog'lanish o'rniga termoparada paydo bo'ladigan termotok (J) kuchining (ε ga proporsional bo'lgan), uning kavsharlari temperaturasi (ΔT) farqiga bog'lanishini [$J = \varphi(\Delta T)$] tajribada aniqlash ham mumkin. Agar termopara zanjiridagi elektr qarshilik $R = \text{const}$ bo'lsa, har ikkita bog'lanish grafiklari bir xil ko'rinishda bo'ladi.

Ushbu ishda termoparani darajalash va uning termo-EYUKni tajribada aniqlash imkonini beradigan qurilma 5-rasmda tasvirlangan. U quyidagi qismlardan tashkil topgan: termopara (4-rasmda tavsirlangan), unga R -qarshilik magazini, R_{et} – etalon qarshilik, K – kalit va G – galvanometr ketma-ket ulangan. K – kalitga R – qarshilik magazini parallel holda ulangan. Termoparaning kavsharlari N_1 , N_2 – naylar ichidagi moyga tushirilgan. Naylar ichiga, t_1 va t_2 termometrlar ham joylashtirilgan. Ular mos ravishda K_1 va K_2 kavsharlarning temperaturasini o'lchaydi. Naylardan biri, I_1 – idishdagi T_1 temperaturasi o'zgartiriladigan moy ichiga tushirilgan. Bu moyning va demak K_1 – kavsharning T_1 – temperaturasi, I_1 – idish tubidagi S – spiraldan elektr toki o'tkazish yo'li bilan o'zgartiriladi. Spiralga pasaytiruvchi Tr – transformatoridan o'zgaruvchan tok beriladi. K_2 – kavshar ikkinchi nay I_2 – idishdagi, $T_2 = \text{const}$ temperaturali moy ichiga tushirilgan.



5-rasm

Termoparani darajalash uchun K – kalit qo‘shiladi ($R=0$ holda). Elektr qizdirgich (S) ishga tushiriladi. Kavsharlar uchining temperaturalari farqi $\Delta T=T_1-T_2$ ni oshira borib, unga mos termotok kuchi μA dan yozib olinadi. Natijalar bo‘yicha $J=\varphi(\Delta T)$ bog‘lanish grafigini – darajalash grafigi chiziladi.

Termoparaning termo-EYuKni aniqlash uchun K_1 – kavsharning ixtiyoriy biror $T_1=\text{const}>T_2$ temperaturasi K – kalit qo‘shiladi ($R=0$). Shunda mikroampermetr quyidagi tok kuchini ko‘rsatadi:

$$J_1 = \frac{\varepsilon}{R_0} = CN_1 \quad (8)$$

bunda R_0 – mikroampermetr, ulash simlari va termoparaning to‘la elektr qarshiligi; $C\left(\frac{A}{\text{bo'lim}}\right)$ – mikroampermetr bir bo‘limining qiymati (uning shkalasida yozilgan); N_1 – mikroampermetr strelkasi ko‘rsatgan uning shkalasidagi bo‘limlar soni. Agar termopara kavsharlarining temperaturalari farqini o‘zgartirilmasdan ($\Delta T=T_1-T_2=\text{const}$), qarshilik magazinidan aniq biror R qarshilik termopara zanjiriga ketma-ket ulansa (K – kalitni ajratish bilan) mikroampermetr endi quyidagi tok kuchini ko‘rsatadi:

$$J_2 = \frac{\varepsilon}{R_0 + R_1} = CN_2 \quad (9)$$

bunda N_2 – mikroampermetr strelkasi ko‘rsatgan shkala bo‘limlarining soni.

Olingan (8) va (9) tenglamalardan R_0 ni yo‘qotib, termo-EYuK uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\varepsilon = C \frac{N_1 N_2}{N_1 - N_2} R \quad (10)$$

Bu ifoda va (6) dan solishtirma termo-EYuK uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\alpha = \frac{CR}{T_1 - T_2} \cdot \frac{N_1 N_2}{N_1 - N_2} R \quad (11)$$

Agar termoparaning solishtirma termo-EYuKi ma’lum bo‘lsa, (6) ifodadan foydalanib, uning kavsharlari uchlaridagi temperaturalar farqining ixtiyoriy qiymatiga mos keladigan termo-EYuK ni hisoblash mumkin.

Hisoblash natijalari bo'yicha $\varepsilon = \alpha(T_1 - T_2)$ bog'lanishi grafigini – darajalash chizig'ini ($\Delta T, \varepsilon$) koordinatalar sistemasida qurish mumkin. Bu grafikdan foydalanib, endi termoparaning termo-EYuKi ma'lum bo'lganda uning K_1 – kavshari tushirilgan muhit temperaturasi aniqlash mumkin bo'ladi. Termopara yordamida temperaturani o'lchashning mohiyati ana shundan iborat.

III. Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarishni boshlashdan oldin, I va II-bo'limlarni (xususan, II-bo'limni batafsil tushunib) o'qib chiqing.

1-mashq. Termoparani darajalash.

- 5-rasmdagi qurilmaning elektr qismini (punktir chiziqlar bilan chizilgan to'g'ri to'rtburchak ichiga o'ralgan) yig'ing va uni o'qituvchi (yoki laborantga) tekshirtiring. Hali S – qizdirgichning transformatorini shahar tarmog'iga ulamang. t_1 va t_2 – termometrlarning ko'rsatishlarini (t_1 va t_2 – temperaturalarni) yozib oling.
- G – galvanometrni quyidagi tartibda ishga tayyorlang: $X1$, $X10$, $X10^2$ korrektor buragichini “ $X10^2$ ” holatga qo'ying (tajriba vaqtida faqat shu holatda tursin!). Uning yoritish lampasi simini shahar elektr tarmog'iga ulang. Shunda uning shkalasida vertikal shu'la ko'rinadi. Galvanometrning o'ng yon tomonida joylashgan “Установка нуля” buragichini sekin burab, uning shu'lasini chizig'ini shkalasining chap tomonidagi eng chetki 70 chizig'iga to'g'rilang. Shu holatni tajriba vaqtida shartli sanoq boshi (nol) deb qabul qiling, ya'ni shu'la markazidagi chiziq ko'rsatadigan bo'limlar sonini shu holatdan boshlab hisoblashingiz zarur. K – kalitni qo'shing. So'ng S – qizdirgichni shahar elektr tarmog'iga ulang. Termopara K_1 – kavshari temperaturasi t_1 ni o'lchaydigan t_1 – termometrning suyuqligi, uning kapillyar naychasi bo'ylab ko'tarila boshlaganini va t_1 ga bog'liq ravishda μA shu'lasining shkala bo'ylab siljishini kuzating.
- Termoparaning K_1 va K_2 – kavsharlarining temperaturalari farqi $\Delta t = t_1 - t_2$ ni har safar $5-10^\circ C$ ga oshgandagi t_1 – temperaturalarni va ularga mos keladigan galvanometr ko'rsatgan N – bo'lim sonlarini (termotoklarni) yozib oling. Buni K_1 – kavsharning t_1 temperaturasi $90^\circ C$ ga yetganicha davom ettiring. S – qizdirgichni shahar elektr tarmog'idan uzing.

Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing:

O'lchash. t/b raq.	t_2 , $^\circ C$	t_1 , $^\circ C$	$t_1 - t_2$, $^\circ C$	N , bo'lim	$J = C$ N, A
.					
.					

C – galvanometr doimiysi ($R_{et} = 100 \text{ Om}$ bo'lganda, $C = 1,15 \cdot 10^{-6} A/\text{bo'lim}$).

- 4-bandda to'ldirilgan jadval natijalari bo'yicha, absissa o'qiga $\Delta t = t_1 - t_2$ – temperaturalar farqlarini, ordinata o'qiga esa ularga mos J – termotok qiymatlarini qo'yib, $J = \varphi(\Delta T)$ – darajalash chizig'ini (grafigini) chizing. Grafikni millimetrga

bo'lingan maxsus qog'ozda, $(\Delta T, J)$ – koordinata sistemasi o'qlarida eng qulay masshtab tanlab chizish maqsadga muvofiqdir.

2-mashq. Termoparaning termo-EYuKni aniqlash

- 1-mashqni bajarib bo'lgach, termopara K_1 – kavsharini yetarli darajada (T_1, T_2 ga yaqinlashganicha) sovuting. K – kalit qo'shilgan holatda qolsin.
- T_2 – temperaturani yozib oling. Qizdirgichni (S) shahar elektr tarmog'iga ulang. R – qarshilik magazinida biror qarshilikni (masalan 300 Om) o'rnatib. K_1 – kavsharning t_1 – temperaturasi biror qiymatga yetganda (masalan 30°C), unga mos kelgan, galvanometrning shu'lasini ko'rsatgan bo'limlar sonini (N_1) yozib oling. K – kalitni ajrating. Zudlik bilan galvanometrning ko'rsatishini (N_2) yozib olib. **(Diqqat!!! N_1 va N_2 – natijalar bir xil $t_1 = \text{const}$ sharoitida olinishi zarur).**
- Yozib olingan kattaliklarni (t_1, t_2, R, N_1, N_2, C) (11) ifodaga qo'yib, termoparaning solishtirma termo-EYuKni (α) V/grad birlikda, (6) bo'yicha esa termo-EYuKni (ε) V birlikda hisoblab toping.
- Termometr K_1 – kavshari t_1 – temperaturasining yana ikkita qiymatiga (masalan $t_1 = 50, 80^\circ\text{C}$) mos keladigan solishtirma termo-EYuKni (α) va termo-EYuKni (ε) 2 va 3-bandlarda bayon qilinganidek kirishib, hisoblang.
- Solishtirma termo-EYuK ni (11) ifoda bo'yicha bilvosita o'lchashdagi absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblang (I bobning §2.3 ga qarang [7]). Nisbiy xatolik (foizlarda hisoblang):

$$\varepsilon = \frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta N_1}{N_2} + \frac{\Delta T_1}{T_2} + \frac{\Delta T_1}{T_1 - T_2} + \frac{\Delta N_2}{N_1 - N_2} + \Delta N_1 \left(\frac{1}{N_1} - \frac{1}{N_1 - N_2} \right) \quad (12)$$

Absolyut xatolik:

$$\Delta\alpha = \frac{\varepsilon \cdot \alpha}{100\%}. \quad (13)$$

6. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing:

O'lchas h. t/b raq.	$t_2,$ $^\circ\text{C}$	$t_1,$ $^\circ\text{C}$	$t_2 - t_1,$ $^\circ\text{C}$	$N,$ bo'lim	$R,$ Om	$N_2,$ bo'lim	$\alpha,$ V/grad	ε , V	$\Delta\alpha,$ V/grad	$\frac{\Delta\alpha}{\alpha},$ %
.										
.										

Bajargan ishingiz yuzasidan tegishli xulosalar chiqaring va hisobot yozing. Hisobot oxirida xulosalaringiz yozilgan bo'lishi zarur.

Laboratoriya ishi №17.

1.11. ISITGICH ASBOBININIG FOYDLI ISH KOEFFISIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Elektr plitkani F.I.K. aniqlash.

Kerakli jihozlar: Elektr plitkasi yoki elektr qaynatgichi, kalit, o'zgaruvchan tok ampermetri va voltmetri, menzurka, termometr, suv, sekundomer, o'tkazgichlar.

NAZARIY TUSHUNCHA

O'tkazgichlardan tok o'tganda issiqlik miqdori ajralishini payqagan JOUL va LENSlar o'zlarining quyidagi qonunlarini yaratdilar: o'tkazgichdan tok o'tganda ajratgan issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga, tok o'tayotgan simning qarshilshiga va tok o'tgach vaqtga proporsnoial, ya'ni:

$$Q=I^2R \cdot \tau$$

Bunda, R-zanjirning qarshiligi, I -tok kuchi, τ -vaqt. JOUL-LENS qonuni bilan zanjirning tarkibida tok manbai bo'lmagan qismida bajarilgan ish formulasini bog'lash juda oson:

$$Q=A=UI\tau \quad (2) \text{ da deb yozamiz.}$$

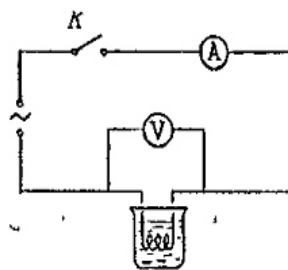
Ammo Om qonuniga binoan $U=IR$, U -o'rpida IR ko'paytmasini qo'yganimizda yana (1) chi ifoda olinadi.

Metallarning issiqlik sig'imini bilganimizda biz jismlarni isitish uchun kerak bo'lgan issiqlikning miqdorini hisoblay olamiz. Ma'lumki, jismni isitganimizda unga berilgan (yoki undan chiqqan) issiqlikning miqdorini topish uchun uning solishtirma issiqlik sigimini moddani miqdoriga hamda temperatura o'zgarishiga ko'paytrish kerak. Buni formula bilan ifoda qilaylik, issiqlik miqdorini Q - harfi bilan moddani miqdorini t -harfi bilan, solishtirma issiqlik sigimini s -harfi bilan, dastlabki temperaturani t va oxirgi temperaturani t_2 harfi bilan belgilaymiz. Temperaturaning o'zgarish t_2-t_1 bo'ladi, shuning uchun

$$Q=sm(t_2-t_1) \quad (3)$$

deb yoza olamiz.

Isitgichning foydali ish koeffisientini topish uchun rasmda ko'rsatilgal sxema tuziladi



1-rasm

Elektr isitgichning foydali ish koeffisienti foydali issiqlik miqdorini (suv olgan issiqlik miqdorini) Q_f umumiy issiqlik miqdoriga Q_y (spiralidan ajralgan issiqlik miqdori) nisbati bilan o'lchanadi, ya'ni:

$$\eta = \frac{Q_f}{Q_y} \cdot 100\% \quad (4)$$

bunda

$$Q_f = mc(t_2 - t_1); \quad Q_y = IU\tau$$

suv uchun

$$c = 4180 \frac{J}{kg \cdot grad}$$

Demak,

$$\eta = \frac{mc(t_2 - t_1)}{IU \cdot \tau} \quad (5)$$

ni olamiz.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1. Suv hajmini menzurka bilan o'lchab, ximiyaviy stakanga qo'ying.
2. Elektr spiral va termometrni suvga tushuring.
3. Sxemaning to'g'ri ulanganligini tekshirib, uni tarmoqqa ulang.
4. Spiral bilan suvni aralashtirib t_1 -temperaturani yozib oling.
5. Sekundomerga qarab vaqtni belgilab, K -kalitni yoping.
6. Voltmetr va ampermetr ko'rsatishini yozib oling. Spiral bilan suvni aralashtirib turing.
7. Suv qaynashi bilan, vaqtni belgilab, zanjirni uzing ($t=100^0C$).
8. JOUL-LENS qonunining (2) formulasi yordamida Q_y -ni hisoblang.
9. Suv olgan issiqlik miqdori Q_f -ni (3) formula bilan hisoblang.
10. Olingan natijalarga asosan 4 yoki 5 formula orqali F.I.K. ni aniqlang.
11. Bir soat energiyasining qiymatini bilgach, 1 l suvning qaynatishga sarflagan energiyani qiymatini hisoblang.

SINOV SAVOLLARI

1. JOUL-LEIS qonunini gapirib bering.
2. Moddaning issiqlik miqdori va solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi va ularning o'lchov birliklarini ayting.

№18- LABORATORIYA ISHI

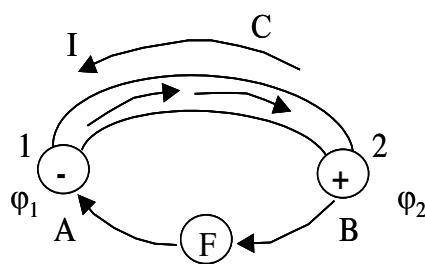
Mavzu: Tok manbaining E.Yu.K.ni kompensatsiya usuli bilan aniqlash

Ishdan maqsad: galvanik element tushunchasi bilan tanishish va ularda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch qiymatini aniqlash.

Kerakli asbob va buyumlar: Reoxord, O'zgarmas tok manbai, Galvanometr, Normal (EYuK ma'lum bo'lgan ikkita tok elementi, qayta ulagich (pereklyuchatel) katta qarshilikli o'tkazgich.

Nazariy ma'lumotlar

Ikkita turli ishorali zaryadlar bilan zaryadlangan metal shar yoki plastinka olaylik va ularni o'tkazgich bilan birlashtiraylik (1-rasm). Birinchi A shar φ_1 potentsialgacha, ikkinchi V shar φ_2 potentsialgacha zaryadlangan bo'lsin. Ularni kontaktga keltiruvchi uchinchi o'tkazgichni S deb belgilaymiz. Maydon ta'sirida ASV yo'nalishda elektronlarning ko'chishi yuzaga keladi, yoki bu o'tkazgich bo'ylab VSA yo'nalishda elektr toki hosil bo'lishi demakdir. Tokning o'tishi bilan potentsiallar qiymati tenglasha boradi. Ular tenglashgach tok o'tishi to'xtaydi.

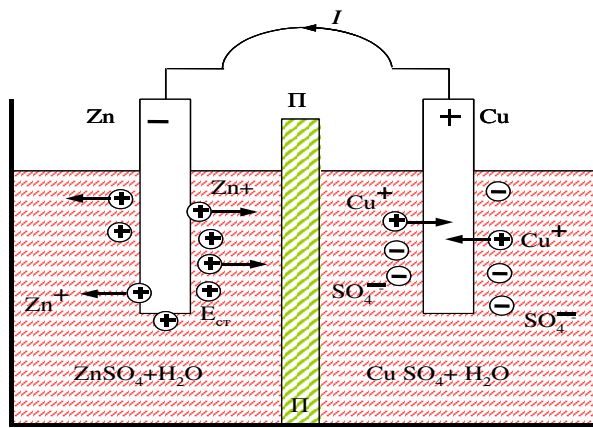


1-rasm

Zanjirda o'zgarmas tok mavjud bo'lishi uchun turli ishorali zaryadlar qaytadan ajratilib, ular avval o'zlari joylashgan o'rinlariga, ya'ni musbat ishorali zaryadlar V sharchaga manfiy ishorali zaryadlar A sharchaga qaytishlari kerak.

Demak, zanjirda potentsialning ortishi yo'nalishida harakatga keltiruvchi tashqi kuchlar mavjud bo'lib, ularda elektronlarni maxsus elektrostatik xususiyatga ega bo'lmagan tabiatga ega. Tashqi kuchlarning tabiati turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, galvanik elementlarda bu kuchlar elektrodlar va elektrolit o'rtasida vujudga keladigan kimyoviy reaksiyalar energiyasi hisobiga hosil bo'ladi. O'zgarmas tok generatorlarida esa magnit maydoniga qo'yilgan yakorning aylanma harakatining kinetik energiyasi hisobiga hosil bo'ladi. Misol tariqasida Voltaning galvanik elementi ishlashida sodir bo'ladigan jarayonlarni mufassalroq ko'rib o'taylik. Sulfat kislota eritmasiga rux elektrodi tushiriladi. Sulfat kislota eritmasi bilan reaksiyaga kirishish natijasida rux elektrodi musbat ionlarini eritmaga berib, o'zi manfiy zaryadlanib qoladi.

Natijada rux elektrodi bilan eritma orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. So'ngra shu eritmaga sulfat kislota kam eriydigan ikkinchi mis elektrodini tushiriladi. Mis elektrodi o'zida mavjud bo'lgan manfiy elektronlarni musbat ishorali eritmaga berib o'zi ortiqcha musbat ishorali zaryadga ega bo'ladi (2-rasm).



2-rasm

Rux elektrodida manfiy zaryad to'planganligini eslasak, eritmada ikki xil zaryadli ikkita elektrod mavjud ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Bu holda rux elektrod bilan mis elektrod orasida taxminan 1,1 V ga teng potentsiallar ayirmasi vujudga kelar ekan. Bu elektrodlarni o'zaro metall sim bilan ulansa potentsiallar farqi tufayli elektr toki hosil bo'ladi.

Elementning tashqi zanjirga ulanadigan qisqichi buning qutbi deyiladi. Musbat potentsialli qutb musbat qutb, ikkinchi manfiy potentsialli qutb esa manfiy qutb deb ataladi. Shunday qilib, elektr zaryadlari tashqi kuchlar hosil qilgan maydon hisobiga tok manbai ichida tashqi zanjir qutbalrida (uchlarida) potentsiallar ayirmasini saqlab turadi. Bu esa, o'zgarmas tok oqishini yuzaga keltiradi. Tashqi kuchlar zaryadlarni ko'chirar ekan, tabiiyki, ular ish bajaradi. Tashqi kuchlar maydonining kuchlanganligi E^* deb belgilansa, bu kuchlar maydonning $d\ell$ qismida bajargan ishi zaryad ko'chirishga sarflanib, uning ifodasi

$$dA_T = qE^* d\ell \quad (1)$$

ko'rinishda bo'ladi. Agar zaryad berk kontur (zanjir) bo'ylab ko'chirilsa, umumiy bajarilgan ish quyidagicha aniqlanadi:

$$A_T = \oint_{\ell} qE^* d\ell = q \oint_{\ell} E^* d\ell \quad (2)$$

(2) ifodaning xar ikki tomonini ko'chirilayotgan zaryad miqdori q ga bo'lamiz.

$$\frac{A_T}{q} = \oint_{\ell} E^* d\ell \quad (3)$$

Bu yerda

$$\varepsilon = \oint_{\ell} E^* d\ell \quad (4)$$

ifoda bilan aniqlanuvchi kattalik manbaning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K.) deyiladi. Demak (3) ifodani

$$\varepsilon = \frac{A_T}{q} \quad (5)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Agar zaryad zanjirning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirilayotgan bo'lsa, E.Yu.K. ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$\varepsilon_{1,2} = \int_1^2 E^* dl \quad (5')$$

Demak, tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni berk zanjir bo'yicha yoki zanjirning biror qismi bo'yicha ko'chirishda bajargan ishiga teng bo'lgan kattalik berk zanjirdagi yoki uning biror qismidagi elektr yurituvchi kuchi deyiladi. Elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) ning o'lchov birligi (5) ifodasiga ko'ra voltdir (V). q-zaryadga tashqi kuchlardan tashqari elektrostatik maydon kuchlari ham ta'sir qilayotgan bo'lsin. U holda zanjirning 1-2 qismi (2-rasm) da natijaviy kuchlar tomonidan zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$A_{1,2} = q \int_1^2 E^* dl + q \int_1^2 E dl \quad (6)$$

Elektrostatik maydon uchun potentsiallar ayirmasi formulasi

$$(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{A_{1,2}}{q} \text{ ni qo'llasak } A_{1,2} = q\varepsilon_{1,2} + q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (7)$$

ifodaga kelimiz. Bu ifoda yordamida bir muhim kattalik kuchlanish-tushunchasini kiritamiz. Zanjirning 1-2 qismidagi kuchlanish deb shu qismda elektrostatik va tashqi kuchlar tomonidan birlik musbat zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish miqdoriga teng fizik kattalikka aytiladi. Demak, (7) ifodaga asosan

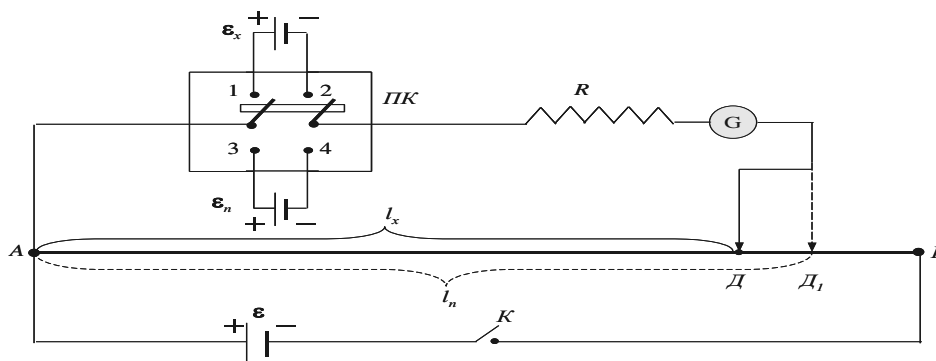
$$U_{1,2} = \varepsilon_{1,2} + (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (8)$$

Ushbu laboratoriya ishini bajarishdan maqsad kompensatsiya usuli yordamida tok manbalarining elektr yurituvchi kuchini aniqlashdir. Odatada kuchlanish yoki potentsiallar ayirmasi voltmeter yordamida o'lchanadi. Tok manbaining EYuK ni ham voltmeter yordamida tez va oson ulchash mumkindek tuyuladi. Ammo, bu holda voltmeter bilan zanjirning tashqi qismidagi kuchlanish o'lchanadi. Demak, o'lchangan kuchlanish qiymati manba EYuK dan Ir ga qadar kichik bo'ladi, ya'ni

$$U = \varepsilon - Ir \quad (9)$$

Voltmetrning qarshiligi tok manbaining ichki r qarshiligidan juda katta ($R \gg r$) bo'lganligi sababli I_r kattalikni hisobga olmaslik mumkin. Bu holda voltmetrning ko'rsatishini taxminan E.Yu.K. ga teng ($U = \varepsilon$) deyish mumkin. Demak, manbaining E.Yu.K. ni voltmetr yordamida ma'lum darajada xatolik bilan ya'ni taqriban o'lchash mumkin ekan. Shu sababli, tok manbalarining E.Yu.K. ni juda aniqlik bilan o'lchash uchun kompensatsiya usulidan foydalaniladi. Bu usulga ko'ra E.Yu.K. ma'lum bo'lgan normal element (ε_n) va o'lchanishi lozim bo'lgan noma'lum element (ε_x) lar E.Yu.K. kattarok bo'lgan asosiy tok manbaiga navbatma-navbat ulanadi. Bunda qiymati ma'lum bo'lgan normal elementning E.Yu.K. asosiy tok manbaining qancha qismini tashkil qilishi aniqlanadi. So'ngra E.Yu.K. noma'lum element asosiy tok manbai bilan taqqoslanadi va u asosiy manba E.Yu.K. ning qancha qismini tashkil qilishi aniqlanadi.

Normal, ya'ni E.Yu.K. ma'lum bo'lgan element bilan o'lchanishi lozim bo'lgan noma'lum E.Yu.K. li elementlar o'zaro taqqoslanadi. O'zaro taqqoslanish natijasiga ko'ra noma'lum elementning E.Yu.K. aniqlanadi. Kompensatsiya usulidan foydalanishni quyidagi sxema yordamida o'rganiladi. (3-rasm). Bu yerda E.Yu.K. noma'lum bo'lgan element, normal, ya'ni qiymati aniketalon element, asosiy tok manbai, G-galvanometr, K-kalit, P- qaytaulagich (pereklyuchatel), AB-reoxord. Bu usulning asosiy xususiyati shundan iboratki, umumiy tok manbai va E.YU.K. aniqlanishi lozim bo'lgan elementlarning bir xil ishorali qutblari o'zaro ulanadi. Qayta ulagich 1-2 holatda turgan bo'lsa, elektr zanjirga E.YU.K. aniqlanishi lozim bo'lgan (noma'lum) element ulangan bo'ladi. AV reoxord bo'ylab D kontakt siljutilib, galvanometrda o'tayotgan tok kuchining qiymati nolga teng bo'lishiga erishiladi ($I_g = 0$).



3-rasm

Galvanometrda o'tayotgan tok kuchining qiymati nolga teng bo'lganda reoxordning AD qismidagi kuchlanish U_{AD} noma'lum element ning E.Yu.K. ga teng bo'ladi, ya'ni $\varepsilon_x = U_{AD}$.

Galvanometrda tok kuchi mavjud ($I_g \neq 0$) bo'lsa, berk kontur uchun Kirxgofning ikkinchi qoidasini

$$I_G(r_X + R + r_G) - IR_{AD} = -\varepsilon_x \quad (10)$$

ko'rinishda yozish mumkin, bu yerda r_X, ε_x elementning ichki qarshiligi, r_G galvanometrning ichki qarshiligi, R_{AD} reoxord simi ADqismining qarshiligi galvanometrda o'tayotgan tok nolga teng bo'lgan ($I_G=0$) holda, bundan

$$\varepsilon_x = I_1 R_{AD} \quad (11)$$

ifodaga ega bo'lamiz. Shu shartga mos keluvchi reoxordning ADqismi uzunligi ℓ_1 ning qiymati qayd qilinadi.

Shundan so'ng, zanjirga E.Yu.K. ma'lum bo'lgan (normal) element ulanadi. Buning uchun qayta ulagich (pereklyuchatel) 3-4 holatga o'tkaziladi. Yuqorida qilingan tajriba yana takrorlanadi, ya'ni D kontakti AV reoxord ustida siljitib, galvanometrda o'tayotgan tok kuchi qiymati nolga teng ($I_g = 0$) bo'lgan holat yoki shunga mos bo'lgan S boshqa D ga o'xshash nuqta topiladi. Umumiy hol uchun Kirxgofning ikkinchi qoidasini

$$I_G(R + r_n + r_G) + IR_{AC} = \varepsilon_n \quad (12)$$

ko'rinishda yozish mumkin. $I_G=0$ hol uchun $I=I_1$ bo'ladi va (12) ifoda

$$\varepsilon_n = I_1 R_{AC} \quad (13)$$

ko'rinishga keladi. Shu shartga mos keluvchi ASelkaning uzunligi qayd qilinadi. (11) ifodani (13) ga bo'lsak

$$\varepsilon_x = \varepsilon_n \frac{R_{AD}}{R_{AC}} \quad (14)$$

formulaga ega bo'lamiz. Qarshilik uchun $R = \rho \frac{l}{S}$ ifodasidan, ya'ni reoxord simi bir jinisli hamda ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lsa, ρ va S ikkala qarshilikda o'zaro teng bo'ladi.

Qarshilik qiymati sim uzunligiga to'g'ri proporsional ($R \sim \ell$) deb hisoblash mumkin. Bu holda qarshilikni reoxord simi uzunligi bilan almashtiramiz va (14) ifoda

$$\varepsilon_x = \varepsilon_n \frac{\ell_x}{\ell_n} \quad (15)$$

ko'rinishga keladi. Bu formula yordamida noma'lum elementning elektryurituvchi kuchi hisoblab topiladi. Xuddi shu usul bilan ikkinchi noma'lum elementning E.Yu.K.ham aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Sxema 3-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjiri yig'iladi.
2. Ishni bajarishda olingan natijalarni qayd qilish uchun 1 va 2 jadvallar chiziladi.

1-Jadval

№	ℓ_{AD}	ℓ_{AC}	ε_1	ε_2
1				
2				
3				

3. K-qayta ulagich richagini 1-2 klemallarga surib zanjirga E.Yu.K. noma'lum bo'lgan element ulanadi.

4. Kalitni ulab, qo'zg'aluvchan D kontakti reoxord bo'ylab surib shunday nuqta topiladiki, G-galvanometrda tok o'tmasin, ya'ni galvanometer strelkasi nolni ko'rsatsin. Bu hol uchun reoxordagi (AD) elka uzunligi 1-jadvalga yozib olinadi.

5. Qayta ulagich richagini 3-4 klemmalarga olib, zanjirga E.Yu.K. ma'lum bo'lgan normal element ulanadi. Yana D kontakti surib galvanometrda tok kuchi qiymati nolga teng bo'lishiga erishiladi. Bu hol uchun o'lchangan yelka qiymati jadvalga yoziladi.

6. 4 va 5 punktlarda ko'rstailgan tajribalar uch-to'rt marta takrorlanib, ulardan olingan yelka qiymatlarining o'rtachasi, ya'ni ℓ_x va ℓ_n hisoblanadi. Hisoblangan kattaliklar orqali (15) formuladan izlanayotgan manbaning E.Yu.K. aniqlanadi va olingan natija jadvalga yoziladi.

7. ε element o'rniga ikkinchi noma'lum E.Yu.K.li element zanjirga ulanadi. Yuqorida ko'rsatilgan usul bilan uning ham E.Yu.K. aniqlanadi.

8. ε_1 va ε_2 elementlarni avval ketma-ket so'ngra parallel ulab hosil bo'lgan batareyalarning E.Yu.K. yuqoridagi kabi aniqlanadi.

Sinov savollari.

1. Elementning elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
2. Tashqi kuch deganda qanday fizik kattalik tushuniladi?
3. Tok manbaining tuzilishini tushuntiring?
4. Qanday shart bajarilganda element qutblaridagi potentsiallar ayirmasi uning E.Yu.K. ga teng bo'lishini ko'rsatadi?
5. Nima sababdan voltmetr yordamida elementning E.Yu.K ni aniq o'lchash mumkin emas?
6. Kompensatsiya usulining mohiyati nimadan iborat?
7. Kirxgof qoidalaridan foydalanib (15) formulani isbotlang?
8. Veston normal elementning tuzilishini tushuntiring?

№19- LABORATORIYA ISHI

1.9. O`TKAZGICHNING SOLISHTIRMA QARSHILIGINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: texnikaviy usul yordamida tok kuchi va kuchlanishni aniq o'lchash orqali xromonikel o'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash.

Kerakli jihozlar: O'tkazgichning solishtirma qarshiligini hisoblash uchun mo'ljallagan FPM-01 qurilmasi va solishtirma qarshiligi aniqlanadigan o'tkazgichlar.

NAZARIY TUSHUNCHA.

Tajribalar o'tkazgichlarning R qarshiligi uning l uzunligiga to'g'ri proporsional va S ko'ndalang kesim yuziga teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi, yani

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (1)$$

bunda ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi bo'lib, u o'tkazgichning materialiga bog'liq. (1) tenglamadan

$$\rho = \frac{RS}{l} \quad (2)$$

SI sistemasida o'tkazgich solishtirma qarshiligining birligi qilib uzundigi 1 m, ko'ndalang kesimi 1m^2 va 1 Om qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichning solishtirma qarshiligi qabul qilingan. Uning birliga Om·m dir.

O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma 1-rasmda tasvirlangan. Bunda 1 metrli shkala bo'lib, yuqori va pastki kronshteynlar orasida o'tkazgich (2) tortilgan. O'tkazgichning tarangligi (3) kubchalardagi burovchi vintlar yordamida sozlanishi mumkin. FPM-01 qurilmaning elektr

sxemasida tarmoqdan kelaetgan o'zgaruvchan elektr toki transformator orqali diodlar asosida qurilgan to'g'rilovchi ko'priikka beriladi.

Doimiy kuchlanish tokni chegaralovchi R qarshilik (va potetsiometr R) orqali R_x solishtirma qarshilikli o'tkazgichga beriladi. Bu o'tkazgichdagi kuchlanish tushishi V - voltmetr va tok kuchi mA - milliampermetr orqali o'lchanadi.

W_3 - ulagich yordamida ish uslubi tanlansa W_2 - ulagich yordamida tok kuchining yoki kuchlanishning aniq qiymatini o'lchashga o'tish mumkin.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH.

1. Qurilmaning o'lchovchi asboblari o'rnatilgan old qismi 1-rasmda ko'rsatilgan.
2. Kronshteynda o'lchanayotgan o'tkazgichning uzunligi l tanlanadi.
3. W_1 ulagich yordamida qurilma ishga tushiriladi
4. W_3 ulagichni ulang, bunda voltmetr va milliampermetrning strelkalari ma'lum bir qiymatni ko'rsatadi.
5. Tok kuchining (I_{mA}) va kuchlanishning U_b aniq qiymatini o'lchash uchun ish uslubiga qarab W_2 ulagich ulanadi va tok kuchi milliampermetrdan kuchlanish voltmetrda yozib olinadi. Bunda W_2 ulagichning bosilmagan holati tok kuchining, bosilgan holati esa kuchlanishning aniq qiymatini o'lchash uchun xizmat qiladi.
6. Aktiv qarshilikni texnik metod bilan tok kuchning aniq qiymati orqali quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$R_p = R_{p1} \cdot \left(1 - \frac{R_a}{R_{p1}}\right) \quad (1)$$

bu yerda $R_{p1} = \frac{U}{I}$

bunda R_a – milliampermetrning ichki qarshiligi bo'lib, $R_a = 0,15$ Om

V – voltmetrning ko'rsatishi, V

I – milliampermetrning ko'rsatishi mA.

7. Aktiv qarshilikni texnik usul bilan kuchlanishning aniq qiymati orqali quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

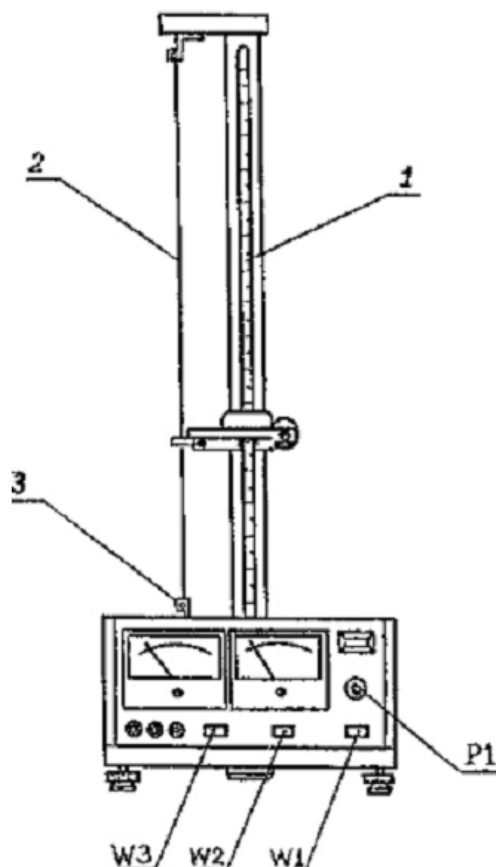
$$R_\rho = R_{\rho2} \cdot \left(1 + \frac{R_{\rho2}}{R_v}\right) \quad (2)$$

bu yerda $R_{\rho2} = R_{\rho2} \cdot \left(1 + \frac{R_{\rho2}}{R_v}\right)$

bunda R_v - voltmetrning ichki qarshiligi bo'lib, $R_v = 2500$ Om.

V - voltmetrning ko'rsatishi V.

I - milliampermetrning ko'rsatishi mA.



1-rasm

8. Potensiometrnin P_1 dastasini burab milliampermetr va voltmeterdan tok kuchi va kuchlanishning bir necha qiymati yozib olinadi. Tajriba bir necha marotaba takrorlanadi.
9. Har ikkala usul bilan o'tkazgichning solishtirma qarshiligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\rho_1 = R_{\rho_1} \cdot \frac{S}{l_1} \qquad \rho_2 = R_{\rho_2} \cdot \frac{S}{l}$$

bunda S - o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi bo'lib, u $S = \pi r^2$ formula orqali aniqlanadi, bunda $d = 3,6 \times 10^{-10}$ m.

l - o'tkazgichning uzunligi.

SINOV SAVOLLARI

1. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi nima?
2. O'tkazgichning qarshiligi nimalarga bog'liq?
3. O'tkazgichning qarshiligini qanday metod bilan aniqlanadi?

№20- LABORATORIYA ISHI

METALL O'TKAZGICH QARSHILIGINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Metallar elektr qarshiligining temperaturaga bog'liqligini nazariy va tajribaviy jihatdan o'rganish.

Kerakli asbob-uskunalar: Metallar elektr qarshiligining temperaturaga bog'liqligini tajribada o'rganadigan moslama, universal o'zgarmas tok ko'prigi (YMB), tok manbai (akkumulyator), elektr qizdirgich (pech) va ulash simlari (4 ta).

I. Nazariy ma'lumotlar

1.1. Metallarda elektr o'tkazuvchanlik tabiati. Metallarda elektr tokini elektronlarning tartibli harakati hosil qilish haqidagi xulosa qator klassik tajribalarning va bularga tayanib P.Drude, G.Lorens, A.Zommelfeldlar tomonidan ishlab chiqilgan klassik elektron nazariyaning xulosasidir.

Shu tajribalardan biri E.Rike tajribasi bo'lib, u silindrsimon mis va alyuminiy yaxlit namunalarning o'ta silliqlangan asoslari sirtlarini mis, alyuminiy, mis ketma-ketligida tegizib, ular orqali bir yil davomida $3,5 \cdot 10^6$ kl ga yaqin elektr zaryadi o'tkazish va silindrlarning tajribadan oldingi va keyingi massalariga taqqoslash asosida metallarda elektr tokini ionlar hosil qilmaydi degan xulosaga keldi.

1913-1914-yillarda rus fiziklari L.I.Mandelshtamp va N.D.Papaleksilar uzun mis simi o'ralgan g'altakni uning simmetriya o'qi atrofida tez aylanma-tebranma harakatga keltirib, g'altak simi uchlariga ulangan telefonda, g'altakda vujudga kelgan o'zgaruvchan tok xisobiga tovush eshitdilar. Bu tajribada metallarda tokni erkin zarralar hosil qiladi degan fikrga kelindi, biroq ularning zaryadining ishorasini bu tajribada aniqlash mumkin emas edi.

1916-yilda R. Tolmen va D.Styuart tomonidan bir tomonga tez (300 m/s tezlik bilan) aylanayotgan mis simi o'ralgan g'altakni, to'satdan to'xtatish yo'li bilan, metallarda tok hosil qiluvchi zarracha zaryadining ishorasingina emas, hatto uning solishtirma zaryadi (q/m) ham aniqlandi. Bu zarracha elementar zarra-elektron bo'lib chiqdi ($q/m=e/m=1,6 \cdot 10^{11}$ Kl/kg).

Yuqoridagi tajribalar asosida metal o'tkazgichlarda elektr toki, ulardagi erkin elektronlarning tashqi elektr maydoni ta'sirida tartibli ko'chishi tufayli paydo bo'ladi degan xulosaga kelindi. Bu xulosa quyida qaraladigan metallarda elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasiga asos qilib olindi.

1.2. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasi. 1.1-bandda qisqacha bayon qilingan tajribalar metallarning kristall panjarasi metall panjara

turiga mansubligini tasdiqlaydi. Metall panjara – fazoviy to‘rning tugunlarida joylashgan metallning musbat ionlar orasida elektronlar tartibsiz erkin harakat qiladigan tuzilmadir. Metalldagi elektronlar o‘zaro va panjara ionlari bilan tasirlashib turadilar. Bu o‘zaro ta’sir gazlar molekulyar-kinetik nazariyasi bo‘yicha, gaz molekulalarining o‘zaro ta’siriga o‘xshaydi. Shu ma’noda metallardagi erkin elektronlarni “elektron gazi” ga o‘xshatish mumkin. Ular tartibsiz harakatlanib panjara ionlari bilan to‘qnashib turadi. Elektronning o‘z yo‘lida ikkita ion bilan ketma-ket to‘qnashuvi paytida (τ) o‘tgan yo‘lini (λ) uning **erkin yugurish yo‘li** deyiladi. Metalldagi erkin elektronlar konsentratsiyasi quyidagicha topiladi:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N_A}{M} \cdot \frac{m}{V} = \rho \frac{N_A}{M} \quad (1)$$

Bunda ρ – metallning zichligi, M – uning molyar massasi, N_A – Avogadro soni. Elektronlar tartibsiz issiqlik harakatining o‘rtacha arifmetik tezligi $\sim 10^5$ m/s) quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (2)$$

bunda R – universal gaz doimiysi ($R=8,31$ J/mol·K), k – Bolsman doimiysi.

Agar metallda kuchlanganligi $\vec{E}$ bo‘lgan tashqi elektr maydoni hosil qilinsa elektronlar shu maydon ta’sirida ($\vec{F} = -e\vec{E}$) unga teskari yo‘nalishda tartibli ko‘chib elektr toki (J) hosil bo‘ladi. Bu tokning zichligi quyidagicha topiladi:

$$j = J \cdot S = \frac{q}{t} S = \frac{Ne}{t} \cdot S = \frac{nVe}{t} S = ne \frac{l}{t} = ne \bar{U} \quad (3)$$

bunda $\bar{U}$ – elektron tartibli xarakatining o‘rtacha tezligi. Agar $\bar{U}$ mis uchun hisoblansa, uning qiymati ($j=0,1$ A/m², $M=64 \cdot 10^{-3}$ kg/mol, $\bar{U} = \frac{j}{ne} = \frac{jM}{N_A \rho e} \approx 10^{-3}$ m/s)

uning o‘rtacha arifmetik qiymatidan ($\sim 10^5$ m/s) juda kichik bo‘lib chiqdi.

Bu natija tokning o‘tkazgich bo‘ylab tarqalish tezligi haqidagi yanglish fikrga, ya’ni u $\bar{U}$ ga emas, balki elektromagnit maydonning tarqalish tezligiga ($\sim 3 \cdot 10^8$ m/s) tengligi haqida aniqlik kiritilishiga yordam berdi.

Klassik elektron nazariya bo‘yicha tajribada ochilgan Om qonunining differensial ko‘rinishini ($\vec{j} = \gamma \vec{E}$) isbotlash mumkin.

Elektron tartibli harakatining o‘rtacha tezligi uning ion bilan ketma-ket ikki marta to‘qnashuvi vaqti intervalida (τ) ega bo‘lgan tezliklarining o‘rtacha qiymatiga teng bo‘ladi

$$\bar{U} = \frac{U_{\min} + U_{\max}}{2} = \frac{U_{\max}}{2} = \frac{a\tau}{2} = \frac{F\tau}{2m} = \frac{eE}{2m} \tau \quad (4)$$

Agar buni (3) ifodaga qo‘ysak quyidagini olamiz:

$$\vec{j} = \frac{ne^2}{2m} \vec{\tau} \cdot \vec{E} = \gamma \vec{E} \quad (5)$$

Bundagi proporsionallik koeffitsiyenti

$$\gamma = \frac{ne^2}{2m} \bar{\tau} = \frac{ne^2}{2m} \frac{\bar{\lambda}}{\bar{g}} \quad (6)$$

ga **metallning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi** deyiladi. Bu ifodadagi elektronning erkin yugurish o'rtacha vaqtini topishda $\left(\bar{\tau} = \frac{\bar{\lambda}}{\bar{g}} \right)$ uning shu vaqda ega

bo'ladigan yig'indi o'rtacha $\bar{g} + \bar{U}$ tezligini, $\bar{g} \gg \bar{U}$ bo'lganligi uchun, tartibsiz issiqlik harakati tezligiga taxminan teng $\bar{g} + \bar{U} \approx \bar{g}$ deb olingan.

Metallning solishtirma qarshiligi, uning γ -si bilan quyidagicha bog'langan:

$$\rho = \frac{1}{\gamma} = \frac{2m}{ne^2} \cdot \frac{1}{\bar{\tau}} = \frac{2m}{ne^2} \cdot \frac{\bar{g}}{\bar{\lambda}} \quad (7)$$

Bu ifoda yordamida metallar elektr qarshiligining $\left(R = \frac{\rho l}{S} \right)$ temperaturaga bog'lanishini sifat jihatdan tushuntirish mumkin bo'ldi. Temperatura oshishi bilan: 1) (2) ga asosan $\bar{g}$ oshadi; 2) $\bar{\lambda}$ kamayadi (chunki, ionlarning tartibsiz issiqlik tebranma harakatining amplitudasi oshadi. Bu ikki sabab o'z navbatida metall qarshiligining oshishiga olib keladi. Klassik elektron nazariyaning bu xulosasi ko'pchilik metallar uchun tajribada olingan, quyidagi chiziqli bog'lanish bilan, sifat jihatdan mos tushadi:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (8)$$

Bunda ρ_0 va ρ – mos ravishda, metallning 0°C va $t^\circ\text{C}$ dagi solishtirma elektr qarshiliklari. Metall o'tkazgichning elektr qarshiligi

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (9)$$

ifoda bilan (l – o'tkazgich uzunligi, S – uning ko'ndalang kesimi yuzi) aniqlanishini hisobga olsak (8) dan quyidagi ifodani olamiz:

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (10)$$

Bundagi R va R_0 mos ravishda metal o'tkazgichning 0°C va $t^\circ\text{C}$ dagi elektr qarshiligi, α – metall qarshiligining termik koeffitsiyenti bo'lib quyidagicha topiladi:

$$\alpha = \frac{(R - R_0)}{R_0 \cdot t} = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot t}. \quad (11)$$

(11) ifoda bo'yicha α ning fizik ma'nosi: u metall temperaturasi $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0^\circ \text{C} = t = 1^\circ$ ga oshirganda, uning elektr qarshiligining 0°C dagi qarshiligiga nisbatan oshgan

ulushini $\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)$ aniqlaydi.

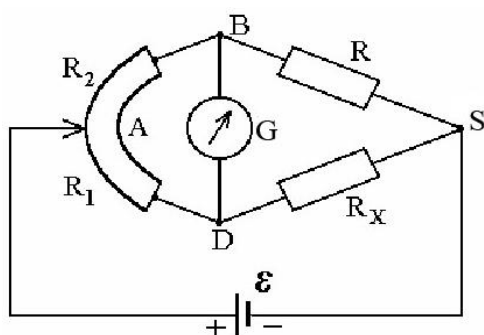
Metall elektr qarshiligining fizik ma'nosi, uni vujudga keltiradigan sabablar majmuasidan kelib chiqadi: 1) panjara tugunlaridagi ionlarning tebranma harakati $[\rho(t)]$, 2) begona aralashma atom yoki ionlarning panjarada (tugunlarda yoki tugunlar orasida) mavjud bo'lishi (ρ_a), 3) panjaraning mexanik deformatsiyalanishi (ρ_d). Bu sabablarga ko'ra to'la ρ – uchun kiritilgan additiv ifodani yozish mumkin:

$$\rho = \rho(t) + \rho_a + \rho_d$$

Bu ifodadan o'ta o'tkazuvchanlik hodisasining klassik talqini kelib chiqadi: 2) va 3) sabablar yo'qotilsa, $T \rightarrow 0 \text{K}$ holda $\rho = \rho(t) \rightarrow 0$ bo'lishi kelib chiqadi

II. O'lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi

Ushbu ishda metall qarshiligining temperaturaga bog'lanishi $[R(t)]$ o'zgarmas tok



1-rasm

rasmda keltirilgan.

ko'prigi usuli bilan bilvosita o'lchanadi. Bunday ko'prik usulining nazariyasi 5-laboratoriya ishining nazariy ma'lumotlar qismida batafsil bayon qilingan. Ushbu ishda $R(t)$ bog'lanish, tuzilishi va ishlash prinsipi jihatidan o'zgarmas tokning Uitston ko'prigiga aynan o'xshash bo'lgan (5-ishda bayon qilingan), YMB rusumli universal o'zgarmas tok ko'prigidan foydalanib o'lchanadi. Uning prinsipial elektr sxemasi 1-

Bu rasmdagi ko'prik muvozanat ga kelganda (G – galvanometr strelkasi nolni ko'rsatganda), Krixgorf qoidalaridan quyidagi ifodani olish mumkin:

$$R_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot R = M \cdot R. \quad (12)$$

Bunda R – ko'prikning BS – taqqoslash yelkasi qarshiligi, $M = R_1/R_2$ – DA va AB yelkalari qarshiliklarining nisbati.

YMB – ko'prigining yuz tuzilishi, 2-rasmda keltirilgan, o'lchash qurilmasining sxemasida tasvirlangan. Qurilmaning asosiy qismlaridan biri YMB ko'prigi hisoblanadi.

Ko'prikning yuzida uni boshqarish uchun zarur bo'lgan kalitlarning tugmachalari ("K", "K3", "tochno", "grubo", "IIM-MB-IIM") va ko'prik yelkalari qarshiliklarini

o'zgarishiga yordam beradigan dastalar (M va R), hamda ko'priknining muvozanati holatini kuzatish uchun galvanometr (G) o'rnatilgan. 1-rasmdagi DA va AD yelkalar qarshiliklari nisbatining ($M=R_1/R_2$) 10 ta qiymati, M – buragich aylana dastasi atrofidagi qo'zg'almas asosga yozilgan. M – buragich asosidagi strelka quyidagi 1-jadvaldan foydalanib, shu qiymatlardan birini ko'rsatadigan holatga qo'yiladi.

1-jadval

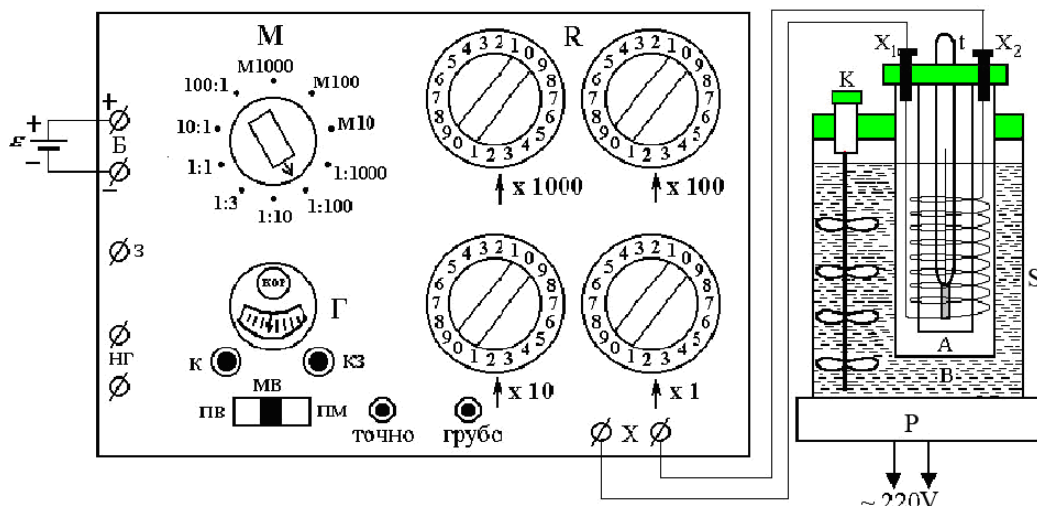
O'lchanadigan qarshilik R_x , Om	0,1-10	10-10 ¹	10 ¹ -10 ²	10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶
$M=R_1/R_2$	1:1000	1:1000	1:100	1:10	1:1	10:1	100:1
ε , V	2	4	4	6	8	14	20

1-rasmdagi ko'prik taqqoslovchi BS – yelkasining R – qarshiligi vazifasini, umumiy qarshiligi 9999 Om bo'lgan, R -qarshilik magazini bajaradi. U dekadali 4 ta qarshilikdan tashkil topgan bo'lib, ularning aylana asosli buragichlari ko'prik panelidagi “X1000”, “X100”, “X10” va “X1” yozuvlar yoniga chiqarilgan. Ko'priknining DS – yelkasiga o'lchanadigan R_x – qarshilikning uchlari ulash uchun uning yuziga “X” qisqichlar chiqarilgan.

O'lchash qurilmasining (2-rasm) yana bir asosiy qismi ichiga, $R(t)$ bog'lanishi o'lchanadigan, metall namuna joylashtirilgan moslamadir. Asbobning S – latun idishi 220 V shahar elektr tarmog'iga ulab qizdiriladigan pechka (P – qizdirgich) ustiga qo'yilgan. Latun idishdagi suvga, shisha nay (B) botirilgan nay esa ichiga $R(t)$ bog'lanishi tekshiriladigan mis simi tashqi sirtiga o'ralgan silindrsimon izolyator (A) mahkamlangan. Mis simning uchlari, B – shisha nay og'zidagi plastmassa izolyatorga mahkamlangan qisqichlarga (X_1 va X_2) ulangan. B – nayning ichiga mis simi to'la botadigan qilib yog' solingan va shu simning temperaturasini o'lchash uchun t – termometr kiritilgan.

Mis temperaturasining turli qiymatlarida ko'prik muvozanatga keltiriladi (M va R burchaklar yordamida). Ko'prik muvozanatga kelganda galvanometr nolni ko'rsatadi. Har bir temperaturaga mos M va R larning qiymatlari yozib olinib, (12) ifoda bo'yicha R_x – qarshilik hisoblanadi. $R_x(t)$ bog'lanish grafigi (t , R_x) kordinatalar sistemasida chiziladi. Bu grafikdan foydalanib (11) bo'yicha α hisoblanadi. α koeffitsiyentni grafikning ixtiyoriy ikkita t_1 , t_2 ($t_2 > t_1$) temperaturaga mos keladigan qarshilikning R_{x1} , R_{x2} qiymatlarini aniqlab, (10) ifodadan olinadigan, quyidagi ifoda bo'yicha ham hisoblash mumkin:

$$\alpha = \frac{R_{x2} - R_{x1}}{R_{x1}t_2 - R_{x2}t_1} \quad (13)$$



2-rasm

III. Ishni bajarish tartibi va tajriba xatoliklarini hisoblash.

- 2-rasmdagi tasvirlangan qurilmaning elektr zanjirini yig'ing (YMB ning "Б" qisqichlarga ε -akkumulyatorni va "X" qisqichlariga tekshiriladigan mis simning X_1 va X_2 uchlarini ulang).
- YMB ko'prigining qo'llanmasin o'qib o'rganing va uni quyidagi tartibda kirishib ishga tayyorlang. Ish rejimi ulagichi "PB-MB-IIM"ni "MB" holatga qo'ying; galvanometr strelkasini uning "korrektor" burchagi yordamida nolni ko'rsatishiga erishing; "K" kaliti tugmachasini bosib qo'ying; "K3" kaliti tugmachasini ko'tarilgan holatga qo'ying (uning bosilgan holatida galvonometr kirishi qisqa tutashtirilib, uning strelkasi tinchlantiriladi).
- t – termometrga qarab mis simning t_1 – temperaturasi yozib oling. Uning shu temperaturaga mos keladigan qarshiligini (R_{X1}) aniqlang. Buning uchun ko'prik yelkalari nisbatining burchagini (M) zarur holatga qo'ying (1-jadvalga tayanib). So'ng taqqoslash yelkasi qarshiliklari dekadalarining burchaklari (R) yordamida, dastlab ko'prikning "Трубо" kaliti tugmachasini bosish bilan, so'ngra "Точно" kaliti tugmachasini bosish bilan galvanometr ko'rsatishini nol holatiga keltiring. Keyin M va R larning qiymatlarini yozib oling va shu qiymatlar bo'yicha (12) formuladan foydalanib R_{X1} ni (bilvosita) hisoblab toping.
- Qizdirgichni shahar elektr tarmog'iga ulang. t – termometrning kapillyar nayi bo'ylab simob sathi ko'tarila boshlaganini kuzating. Unga qarab misning temperaturasi har safar 10^0 ga (masalan, $\Delta t = t_2 - t_1 = 10^0\text{C}$) oshganda t_2 , t_3 va h.z. t temperaturalar mos keladigan R_{X2} , R_{X3} va h.k. qarshiliklarni 3-bandda bayon qilingan tartibda kirishib hisoblang. R_X ni hisoblashni termometr eng kamida 90^0C ni ko'rsatganicha davom ettiring.
- Olingan natijalar bo'yicha $R_X(t)$ bog'lanish grafigini chizing. Buning uchun dastlab, millimetrlarga bo'lingan maxsus qog'ozda chiziladigan (t, R_X) koordinata sistemasi o'qlarida eng qulay masshtab tanlang.

6. Olingan grafikdan foydalanib mis qarshiligining termik koeffitsiyentini (11) hamda (13) ifodalar bo'yicha hisoblang: 1) (11) bo'yicha α ni hisoblash uchun, 5-bandda chizilgan, $R_X(t)$ bog'lanish grafigini R_X o'qini kesganicha davom ettiring. Shu kesishgan nuqta ordinatasi R_0 ga teng bo'ladi. (11) bo'yicha α hisoblanadi; 2) (13) bo'yicha α ni hisoblash uchun, 5-bandda olingan grafik ustida yetarlicha bir-biridan uzoqda joylashgan ikkita nuqtaning koordinatalaridan $(R_{x1}, t_1, R_{x2}, t_2)$ foydalaning. Uchta juft shunday nuqta uchun topilgan α ning uchta qiymatidan uning o'rtacha qiymatini hisoblang $[\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)/3]$. Har ikki usul bilan α ning qiymatlarini o'zaro taqqoslang.
7. α ni (R_0 ni ham) eng kichik kvadratlar usulidan (EKKU) (I-bobning §2.4-da bayon qilingan foydalanib yana ham aniq hisoblash mumkin. Shu maqsadda $y=R_X$), $A=\alpha R_0$, $V=R_0$ va $t=X$ belgilashlar kiritib (10) dan quyidagi ko'rinishdagi ifodani olish mumkin:

$$y=AX+B$$

Bu ifodaning A va B koeffitsiyentlarini I-bobdagi (17) ifoda orqali shu bobning oxirida keltirilgan, "Paskal" tilida tuzilgan EHM dasturidan foydalanib EHM da hisoblang.

Keyin $R_0=B$, $\alpha = \frac{A}{R_0}$ ekanligini hisobga olib (α ning bu qiymatini uning 6-bandda

topilgan qiymati bilan taqqoslashni ham unutmang.) $R_X(t)$ bog'lanishning [ya'ni (10) ning] empirik ko'rinishini yozing. t ga turli qiymatlar berib, shu empirik bog'lanish bo'yicha R_X qiymatlarini hisoblang va ularning 5-bandda chizilgan $R_X(t)$ tajribaviy grafikning ustiga tushishini tekshiring.

8. Tajriba xatoliklarini hisoblang.

A. 1) R_X ni (12) bo'yicha bilvosita aniqlashning nisbiy xatoligi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R_X}{R_X} \cdot 100\% = \sqrt{\left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2} \cdot 100\% \quad (15)$$

Bundagi ΔM va ΔR lar YMB ko'prigining yelkalar nisbati va taqqoslash yelkasi dekadalarini aniqliqlashning sinfi bilan topiladi.

- 1) α ni (12) bo'yicha bilvosita aniqlashning absolyut xatoligi:

$$\Delta R_X = \bar{R}_X \cdot \varepsilon / 100\% \quad (16).$$

- 2) Oxirgi haqiqiy natijani yozing:

$$R_{Xh} = \bar{R}_X \pm \Delta \alpha \quad (17)$$

- B. 1) α ni EKKU bilan aniqlashdagi absolyut xatolik:

$$\Delta \alpha = \bar{\alpha} \left(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} \right) \cdot 100\% \quad (18)$$

Bundagi ΔA va ΔB larni I-bobdagi (20) ifoda bilan hisoblang.

2) R_x ni EKKU bilan aniqlashdagi nisbiy xatolik:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \alpha}{\bar{\alpha}} \cdot 100\% \quad (19)$$

Bunda ham oxirgi haqiqiy natijani (17) bo'yicha yozishingiz mumkin.

9. Ish yuzasidan xulosalar chiqaring va hisobot yozing. Hisobot oxirida xulosalaringiz berilgan bo'lishi shart.

Nazorat savollari

1. Metallarda tok hosil qiluvchi zarralarni aniqlash bo'yicha o'tkazilgan klassik tajribalarning mohiyatini ayting.
2. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasining mohiyati va asosiy xulosalari haqida gapiring.
3. Metallar elektr qarshiligining fizik mohiyati qanday? Metallarning elektr qarshiligi temperaturaga qanday bog'liq?
4. Elektr qarshilikning termik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi? Uning fizik ma'nosi qanday va u tajribada qanday topiladi?
5. YMB rusumli universal o'zgarmas tok ko'prigining tuzilishini va uning yordamida qarshilikni o'lchash usulini tushuntiring.
6. $R_x(t)$ tajribaviy bog'lanishga EKKU ni qo'llab qarshilikning termik koeffitsiyentini aniqlashni tushuntiring.

№21 LABORATORIYA ISHI

YARIM O'TKAZGICHLI DIODNING VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini va o'zgaruvchan tokni to'g'rilash xossasini o'rganish.

Kerakli asbob uskunalar: Yarim o'tkazgichli diod (Д7Ж yoki Д226Б), o'zgarmas tok manbai (to'g'rilagich), o'zgarmas tok milliampermetri (M1104), o'zgaruvchan tok voltmetri (M2017), 2-ta reostat (200 OM va 3000 OM), avtotransformator (ЛІАТФ), elektron ossillograf (ЭО-7), kalit va ulash simlari (8 ta).

Nazariy ma'lumotlar

Dastlab yarim o'tkazgichlarning kristall tuzilishi, xususiyligi va aralashmali elektr o'tkazuvchanligini o'rganish maqsadga muvofiq. Quyida yarim o'tkazgichlar kontaktida yuz beradigan hodisalar qisqacha qaraladi.

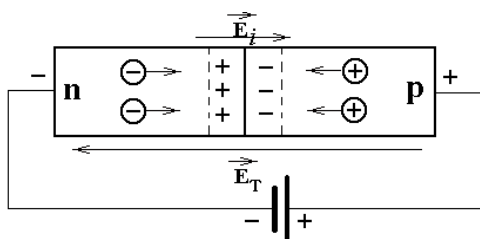
Shuni alohida qayd etish o'rinliki, yarim o'tkazgichlar kontaktida yuz beradigan hodisalar metall kontaktida yuz beradigan hodisalardan keskin farq qiladi. Metallar kontaktida hosil bo'ladigan qo'sh elektr qatlamning yoki elektr maydonining qalinligi

juda kichik ($\sim 10^{-8}$ sm), ya'ni atom o'lchami tartibida bo'ladi. Chunki, o'zaro kontaktga keltirilgan metallardagi erkin elektronlarning konsentratsiyasi ancha katta ($n \sim 10^{22} \text{cm}^{-3}$) bo'lgani uchun, ular kontakt orqali diffuziyalanib juda kichik masofaga kirib bora oladilar. Diffuziyada qatnashayotgan elektronlar soni metall sirtidagi erkin elektronlar sonining atigi 1-2 foizini tashkil qiladi. Shuning uchun metallarning kontakt qatlami ahamiyatli xossaga ega emas.

Ikki turdagi (p - va n -tur) o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlar kontakti o'ziga xos amaliy ahamiyatga egadir. Bunday yarim o'tkazgichlardagi erkin elektronlar va kovakchalar konsentratsiyasi ($n \sim 10^{12} - 10^{19} \text{sm}^{-3}$) metallardagiga nisbatan ancha kichik bo'lgani uchun ular kontakt orqali diffuziyalanib ancha katta masofaga ($\sim 10^4$ sm) kirib boradilar.

Endi turli xil ishorali zaryad tashuvchilarga ega bo'lgan, ya'ni donor aralashmali (yoki n -turdagi, masalan, Ge ga As atomlarini aralashtirish yo'li bilan olingan) va akseptor aralashmali (yoki p -turdagi, masalan, Ge ga In atomlarini aralashtirish yo'li bilan olingan) ikkita yarim o'tkazgich kontaktini qaraymiz. Yarim o'tkazgichlarning shunday kontakt sohasiga **elektron-kovakchali o'tish** yoki **n - p -o'tish** deb ataladi. Bunday o'tish sohasini yarim o'tkazgichlarni bir-biriga o'zaro mexanik tekizish yo'li bilan emas, balki bitta yarim o'tkazgichda ikki turdagi o'tkazuvchanlik sohasini hosil qilish yo'li bilan olinadi. Masalan, n -turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan Ge manokristalli (As ning donor atomlari aralashtirilgan Ge) plastinkasi sirtiga erigan indiyning (akseptor) atomlarini diffuziyalab plastinka sirti chegarasida r -turdagi soha hosil qilinadi. Indiyning erish temperaturasi 156°C germaniyniki esa 958°C . p -turdagi sohani hosil qilish jarayoni 550°C da olib borilganda In atomlarining n -Ge-plastinkasi ichida diffuziyalanishi intensiv yuz beradi. Agar monokristall p -turda (masalan, akseptor In – atomlar aralashtirilgan Ge) bo'lsa uning sirtiga erigan mishyak (donor) atomlari diffuziyalanib, monokristall sirtida n -turdagi soha hosil qilinadi.

Endi n - p -o'tish sohasida tashqi elektr maydoni (yoki potensiallar ayirmasi) hosil qilinsa qanday fizik hodisalar yuz berishini qaraymiz. Agar tashqi elektr maydoni $\vec{E}_T$ 2-rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda ($\vec{E}_T \uparrow \vec{E}_i$) hosil qilinsa, asosiy zaryad tashuvchilar tashqi elektr maydoni ta'sirida n - p -o'tish chegarasidan qarama-qarshi tomonga harakat qiladilar. Natijada, ($E_T + E_i$ – maydonlar superpozitsiyasi tufayli) p - p -o'tish sohasining d-kengligi (qarshiligi) oshadi. Biroq, bunday holda faqat kichik sondagi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar n - p -o'tish sohasi orqali erkin o'ta oladilar (yig'indi elektr maydoni ta'sirida) va zanjir bo'ylab juda kichik noasosiy elektr toki (J_n) oqadi. Chunki, asosiy tok tashuvchilar n - p -o'tish sohasi orqali o'ta olmaydilar (yig'indi elektr maydoni $-E_T + E_i$ bunday o'tishni man qiladi). Shunday qilib, bu holda n - p o'tish orqali asosiy zaryad tashuvchilar hosil qiladigan elektr toki o'tmaydi ($J_a = 0$). Shunday yo'nalishdagi n - p bo'ylab o'tishga **teskari** yoki **man qilingan** deyiladi. Bunda paydo bo'ladigan kichik tokka **teskar tok** deyiladi ($J_{teskari} \approx J_n$).



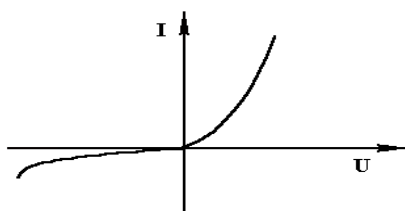
Agar tashqi elektr maydoni 3-rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda $\vec{E}_T \downarrow \vec{E}_i$ hosil qilinsa asosiy zaryad tashuvchilar n - p -o'tish chegarasiga tomon tartibli harkat qiladilar. Natijada $(E_i - E_T)$ maydonlar superpozitsiyasi tufayli n - p -o'tish qatlamning d qalinligi (qarshiligi) kamayadi.

Qatlam orqali teskari o'tish toki (J_n) va unga qaraganda ancha katta bo'lgan asosiy zaryad tashuvchilar toki (J_a) paydo bo'ladi. Bunday yo'nalishdagi n - p o'tish **to'g'ri o'tish**, shu o'tishga mos tokka **to'g'ri tok** deyiladi ($J_{to'g'ri} = J_a + J_n$).

Shunday qilib, n - p -o'tish sohasi elektr tokini faqat bir tomonlama o'tkazish xossasiga egadir. Uning shu xossasidan foydalanib o'zgaruvchan tok o'zgarmas tokka aylantiriladi (to'g'rilanadi).

n - p -o'tish sohasidan o'tayotgan tok kuchining, shu sohaga qo'yilgan kuchlanishga bog'lanishga **n - p -o'tishning volt-amper xarakteristikasi** deyiladi. Ening umumiy ko'rinishi 4-rasmda tasvirlangan.

n - p -o'tish sohasidan foydalanib yarim o'tkazgich asboblari yasalanadi. Bitta n - p -o'tishga ega bo'lgan, o'zgaruvchan tokni to'g'rilash va yuqori chastotali elektr signal-larini detektorlash maqsadlarida qo'llaniladigan yarim o'tkazgichli asbobga **diod** deyiladi. Ikki n - p -o'tishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli asbobga **tranzistor** (yoki triod), uchta va undan ortiq n - p -o'tishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli asboblarga **murakkab integral sxemalar** deb ataladi.



Demak, yarim o'tkazgich diodning ish prinsipi n - p -o'tish sohasida yuz beradigan yuqorida qaralgan fizik jarayonlarga asoslangan va uning volt-amper xarakteristikasi ham 4-rasmda tasvirlangan ko'rinishda bo'ladi.

II. O'lchash uslubi va qurilmasining tavsifi

Ushbu ishda Д7Ж (yoki Д226Б) rusumli diodning volt-amper xarakteristikasi (VAX) o'rganiladi. Bunday VAX tajribada o'lchashning ampermetr va voltmeter usulidan foydalanib quriladi. Aniqroq aytganda, diodga to'g'ri va teskar o'tish yo'nalishida kuchlanishlar beriladi. Bu kuchlanishlar voltmeter yordamida, kuchlanishlarga mos xolda diod orqali o'tayotgan tok kuchlari miliampermetr yordamida o'lchanadi.

U quyidagi qismdan tashkil topgan: 5- n -turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan germaniy monokristalli plastinkasi; unga eritib diffuziyalangan 4-indiy tomchisi; germaniy plastinkasi diodning 7-metall qobig'i tubiga 6-qalay bilan payvandlangan; diodni tashqi zanjirga ulaydigan metall simlardan biri – 8 germaniy plastinkasiga, ikkinchisi-1 esa indiyga ulangan; 1-sim 2-metall nay ichidan o'tadi; metall nay o'z navbatida 3-shisha izolyatorga, shisha izolyator esa diod metall qobig'ining ichki

sirtiga germetik holda (eritib) mahkamlangan. Diodning 1 va 8 simlari maxsus metall paneldagi “+” va “-” yozuvlar yonida mahkamlangan qisqichlarga ulangan.

Diodning (Д7Ж) elektr parametrlari quydagilar:

To‘g‘ri yo‘nalishda berish mumkin bo‘lgan maksimal kuchlanish – 0,5V,

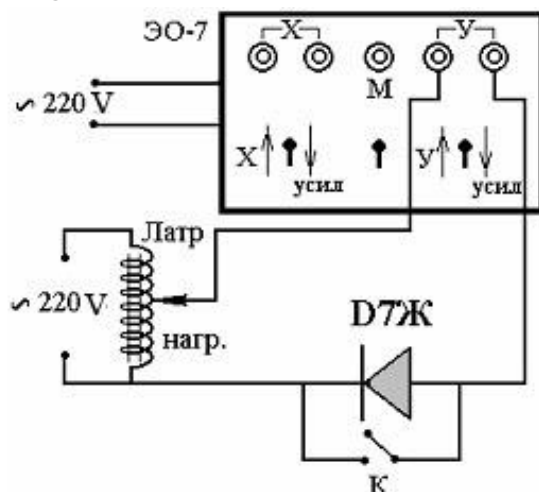
To‘g‘rilanadigan maksimal (to‘g‘ri) tok kuchi – 300 mA,

Teskari yo‘nalishda berish mumkin bo‘lgan maksimal kuchlanish – 400 V,

Teskari maksimal kuchlanishga mos teskari tok kuchi – 0,3.

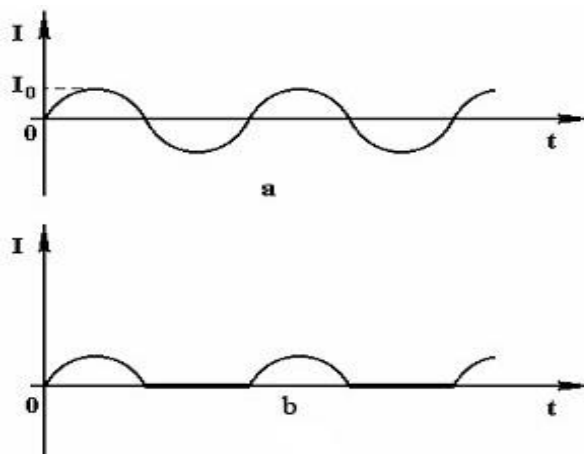
Tajriba o‘tkazish vaqtida, diodni asrash maqsadida shu parametrlarni hisobga olish zarurdir.

Diodning o‘zgaruvchan tokni yarim davr bo‘yicha to‘g‘rilash xossasini elektron ossillograf ekranida kuzatish uchun ishlatiladigan qurilmaning elektr zanjiri 8-rasmda keltirilgan. Bu rasmdan ham qurilmaning barcha qismlari yaqqol ko‘rinib turibdi. Bu vazifani bajarish uchun, avvalo, ЭО-7 rusumli ossilligrafning tuzilishini, uni boshqarish va ishga tayyorlashni o‘rganish zarur bo‘ladi.



8-rasm

Agar 8-rasmdagi K – kalit ulansa, ossillograf ekranida shahar elektr tarmog‘ida oqayotgan 50 Gs chastotali tokning vaqtga sinusoidal bog‘lanishi (9a-rasm), K – ajratilganda esa yarim davr bo‘yicha to‘g‘rilangan shu tokning vaqtga bog‘lanishini (9b-rasm) kuzatish mumkin bo‘ladi.



9-rasm

III. Ishni bajarish tartibi

1-mashq. Yarim o'tkazgich diodning volt-amper xarakteristikasini olish

1. Ushbu ish bayonining I va II-qismlarini diqqat bilan o'qib tushunib oling.
2. Diodning to'g'ri o'tish bo'yiga VAXni quring. Buning uchun 5-rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig'ing va uni o'qituvchiga (yoki laborantga tekshirtiring). Bunda tok manbai chiqishdagi va diod panelidagi "+" va "-" yozuvlarga e'tibor bering.
3. $R_1(R_{1\max}=200\text{ Om})$ reostatning jilgichini $R_1=R_{\min}=0$ bo'ladigan holatga qo'yib, K – kalitni ulang. R_1 – reostat jilgichini sekin surib diodga (V – voltmetrning ko'rsatishlarini kuzatib) $0,02\text{ V}$ qadam bilan 0 dan 3 V gacha kuchlanishlar bering. Har bir kuchlanishga mos holda dioddan o'tayotgan to'g'ri tok kuchi qiymatlarini milliampermetr ko'rsatishlariga qarab yozib oling. Bunda dastlab, milliampermetrni $0,75\text{ mA}$, so'ngra $1,5\text{ mA}$, $3,0\text{ mA}$, $7,5\text{ mA}$ va 30 mA o'lchash shkalalaridan foydalaning. Ko'p chegarali elektr o'lchash asboblarning ko'rsatishini aniqlash uchun 4-laboratoriya ishining nazariy qismini o'qing. O'lchangan kattaliklar bo'yicha quyidagi jadvalni to'ldiring.

1-jadval

U, V	0,05	0,075	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
J, mA													

4. Diodning teskari o'tish bo'yicha VAX ni quring. Buning uchun 6-rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig'ing va uni o'qituvchiga (yoki laborantga) tekshirtiring. Bunda ham tok manbai chiqishdagi va diod panelidagi "+" va "-" yozuvlarga alohida etibor bering.
5. $R_2(R_{2\max}=3000\text{ Om})$ reostat jilgichini $R_2=R_{2\min}=0$ bo'ladigan holatga qo'ying va K – kalitni ulang. R_2 jilgichini sekin surib diodga (V – voltmetr ko'rsatishlarga qarab) $25, 50, 75, 100, 120\text{V}$ teskari kuchlanishlar bering. Har bir kuchlanishga mos holda dioddan o'tayotgan teskari tok kuchlarini milliampermetr ko'rsatishlariga qarab yozib oling. Bu tajriba vaqtida voltmetrning 150V shkalasidan, milliampermetrning $0,75\text{ mA}$ shkalalaridan foydalaning. O'lchangan natijalar bo'yicha quyidagi javalni to'ldiring.

2-jadval.

$U_{\text{tesk.}}, \text{V}$	-25	-50	-75	-100	-120
$J_{\text{tesk.}}, \text{mA}$					

6. 1 va 2-jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha Д7Ж (yoki Д226Б) diodning VAX egri chizig'ini chizing. Buning uchun millimetrlarga bo'lingan maxsus qog'ozda chizilgan (J, U) kordinata sistemasining absissa o'qiga kuchlanishlarni, ordinata

o'qiga esa tok kuchi qiymatlarini qo'yib, mos nuqtalarni belgilang va ularni tutashtirib VAX egri chizig'ini hosil qiling. Bunda kordinata o'qlarida quyidagi masshtab tanlash maqsadga muvofiqdir. To'g'ri kuchlanish uchun 1 sm da $-0,1$ V, teskari kuchlanish uchun 1 sm da -25 V; to'g'ri tok uchun 1 sm da -5 mA, teskari tok uchun 1 sm da $-0,5$ mA.

7. Qurilgan VAX ni chuqur tahlil qilib tegishli xulosalar chiqaring.

2-mashq. Yarim o'tkazgich diodning o'zgaruvchan tokni to'g'rilash xossasini kuzatish

1. ЭО-7А rusumli elektron ossillografning tuzilishi, uni boshqarish va ishga tayyorlashni o'rganing hamda ishning VIII qismidagi 1-mashqni bajaring (ossillografni ishchi xolatga tayyorlashga oid). Ossillografni ishchi holatga tayyorlang. Uning orqa panelidagi vertikal plastinkalar "Y" kirishi pastida joylashgan "Усил." holatga qo'ying.
2. 8-rasmdagi elektr zanjirini yig'ing va uni o'qituvchiga (yoki laborantga) tekshirtiring. ЛАТР dastasini chapga chetki holatga burab qo'ying.
3. K – kalitni qo'shib ЛАТР simini shahar elektr tarmog'iga ulang va ЛАТР dastasini o'ngga sekin burab, ossillograf ekranida, shahar elektr tarmog'ida oqayotgan 50 Gs chastotali tokning vaqtga sinusoidal bog'lanishini (9a-rasm) hosil qiling va uni millimetrlarga bo'lingan maxsus qog'ozda chizilgan kordinata sistemasiga ko'chirib chizing.
4. K – kalitni ajrating ossillograf ekranida yarim davr bo'yicha to'g'rilangan tokning vaqtga bog'liqligini (9b-rasm) kuzating va uni ham millimetrlarga bo'lingan maxsus qog'ozda chizilgan kordinata sistemasiga ko'chirib chizing.
5. Olingan (3, 4-bandlarda) grafiklarni tahlil qilib, Д7Ж yarim o'tkazgich diodning o'zgaruvchan tokni faqat bir tomonga o'tkazish, ya'ni to'g'rilash xossasi haqida xulosa chiqaring.
6. Ushbu laboratoriya ishida bajarilgan ishlaringiz yuzasidan hisobot yozing. Hisobot oxirida 1 va 2-mashqlarda o'tkazilgan tajribalar natijalari bo'yicha chiqargan xulosalaringiz yozilgan bo'lishi zarur.

Nazorat savollari

1. Yarimo'tkazgichlar qanday turdagi kristall panjaraga ega bo'ladi? Qanday bog'lanish kristallarning yaxlitligini ta'minlaydi?
2. Yarimo'tkazgichning xususiy va aralashmali (elektronli – n -turdagi va kovakchali – p -turdagi) elektr o'tkazuvchanligining mohiyati qanday? n - va p -turdagi aralashmali elektr o'tkazuvchanlik qanday hosil qilinadi? Donor va akseptor deb qanday aralashmaga aytiladi?
3. n - va p -turdagi ikkita yarim o'tkazgichning kontakti qanday hosil qilinadi va unda qanday fizik jarayonlar yuz beradi? n - p -o'tish sohasi deb nimaga aytiladi? U qanday xossalarga ega.

4. *n-p-o'tishning volt-amper xarakteristikasini chizing va uni tushuntiring.*
5. Yarim o'tkazgichli diodning tuzilishi va ish prinsipi qanday? U qanday maqsadlarda ishlatiladi? Uning o'zgaruvchan tokni to'g'rilash xossasini tushuntiring. Uning volt-amper xarakteristikasining fizik mazmunini tushuntiring.

№22 LABORATORIYA ISHI

MAGNIT MAYDONI INDUKSIYASINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: bir jinsli magnit maydoni induksiya'sini richag'li magnit tarozisi yordamida o'lchash.

Kerakli asbob-uskunalar: richag'li tarozi, tarozi toshlari, doimiy magnit, to'g'ri burchakli ramka, o'zgarmas tok to'g'rilagichi, o'zgarmas tok ampermetri (JIM-1), kalit, chizg'ich va ulash simlari (6-ta).

I. Nazariy ma'lumotlar.

1.1. Magnit maydoni. Magnit maydoni materiyaning mavjudlik shakllaridan biri-elektromagnit maydonning bir turidir. Magnit maydoni o'z navbatida o'zgarmas (stasionar) va o'zgaruvchan (nostasionar) turlarga bo'linadi. Magnit maydonini o'rganish bilan bog'liq tarixiy (Ersted, Amper va boshqalar tomonidan o'tkazilgan) tajribalar (tokning doimiy magnit strelkasiga, tokning tokka, doimiy magnitning tokka va doimiy magnitning doimiy magnitga ta'sirini o'rganish) shuni ko'rsatadiki, o'zgarmas magnit maydonining manbai tekis harakatdagi elektr zaryadi yoki zaryadlar oqimi, ya'ni o'zgarmas elektr tokidir. O'tkazgichlardagi erkin zaryadlarning tartibli tekis harakati hosil qiladigan tok o'tkazuvchanlik toki yoki makrotok deyiladi. Doimiy magnit atrofida hosil bo'ladigan magnit maydonini ham, klassik Amper gipotezasiga ko'ra aylanma elektr toklari majmuasi hosil qiladi. Bu toklar mikrotoklar deyilib, ularni doimiy magnitni tashkil qilgan atomlarning (Fe, Ni, Co, Gd, Sm va ularning o'zaro birikmalaridagi) yadrolari atrofida va o'z o'qlari atrofida tekis aylanma harakat qilayotgan kechikib to'ladigan 3d va 4f-qobiqlardagi elektronlar hosil qiladi. Doimiy magnitni magnitlash jarayonida mikrotoklarning magnit maydonlari, tashqi magnit maydoni ta'sirida bir tomonga yo'naltirilib (qo'shilib) yig'indi magnit maydoni hosil qilinadi.

O'zgaruvchan magnit maydonining manbai o'zgaruvchan harakatdagi elektr zaryadi (yoki zaryadlar majmuasi), ya'ni o'zgaruvchan elektr tokidir va o'zgaruvchan (nostasionar) elektr maydonidir. Magnit maydonini tavsiflovchi asosiy kattaliklardan biri - magnit maydoni induksiya'si vektori deb ataladigan kattalikdir. U maydonga kiritilgan sinov (tekshirish) vositasiga maydonning ta'sirini o'zida mujassam kilganligi uchun xam unga magnit maydonining kuch xarakteristika deyiladi. Magnit maydonini sinash vositalariga quyidagilar kiradi: 1) tok elementi, 2) tokli ramka, 3) doimiy magnit strelkasi va 4) xarakatdagi zaryadli zarracha. Magnit maydoni induksiya'si

vektorining (maydonning) yo'nalishi va modulini tajribada aniqlash uchun shu sinov vositalarining istalgan bittasidan foydalanish mumkin. Quyida shu masala navbat bilan, qisqacha qarab chiqilgan.

$$B = \frac{F_{Amax}}{Jdl} \quad (4)$$

1.2. Bir jinsli magnit maydonining tokli ramkaga ta'siri.

Bir jinsli magnit maydonini sinash vositasi sifatida o'lchamlari a, b va yuzasi S kichik bo'lgan va J tok oqayotgan ramkani olish mumkin. Uning asosiy xarakteristikalaridan biri – magnit momenti ($\vec{P}_m$) bo'lib, uning kattaligi va yo'nalishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\vec{P}_m = J \cdot S \vec{n} \quad (5)$$

$\vec{P}_m$ -ning yo'nalishi ramkaga o'tkazilgan birlik musbat normal ($\vec{n}=1$) yo'nalishi bilan mos tushadi. $\vec{n}$ -ning yo'nalishi esa o'ng vint qoidasi bo'yicha aniqlanadi: ramka konturini aylanib chiqish yo'nalishimiz (yoki ramkadagi tokning aylanish yo'nalishi) o'ng vintning aylanma harakatiga moslanganda, $\vec{n}$ -ning yo'nalishi (demak $\vec{P}_m$ -ning yo'nalishi) vintning ilgarilanma harakatiga mos tushadi (2-a,b rasm).

Ramkaning $\frac{1}{r} \frac{dl}{dr}$ va a tomonlaridagi tok elementlariga (θ va $C = \frac{q}{U} = \frac{q}{El}$) maydon tomonidan (1) ifoda bilan aniqlanadigan, Amper kuchi ta'sir qiladi. Ramka maydonga, uning konturi tekisligi maydon yo'nalishi bilan mos keladigan qilib joylashtirilganda (2-a rasm), uning yuqori va pastki a tomonlari uchun, mos ravishda, $\alpha=180^\circ$ va 0° bo'lgani uchun $F_A=F_{Amin}=0$, chap va o'ngdagi b tomonlari uchun esa $\alpha=90^\circ$ bo'lgani uchun

$$F_A=F_{Amax}=J b B \quad (6)$$

bo'ladi. Bu ifoda bilan qiymati aniqlanadigan juft kuchlar (yelkasi a -ga teng bo'lgan) ta'sirida ramka vertikal O_1O_1 o'q atrofida buriladi. Ramkaning maydondagi 1-a rasmdagidek holatida $[\alpha = (\vec{J\theta}, \vec{B}) = (\vec{P_m}, \vec{B}) = \beta = 90^\circ]$ unga maydon tomonidan ta'sir qiladigan juft kuch momenti ham eng katta ($M=M_{\max}$) bo'ladi.

$M_{\max}$ -ning qiymatini aniqlovchi ifodani quyidagicha keltirib chiqarish mumkin ($\alpha=\beta=90^\circ$ holda):

$$M_{\max} = F_{A\max} \cdot a = J \theta B a = J_s B = P_m B \quad (7)$$

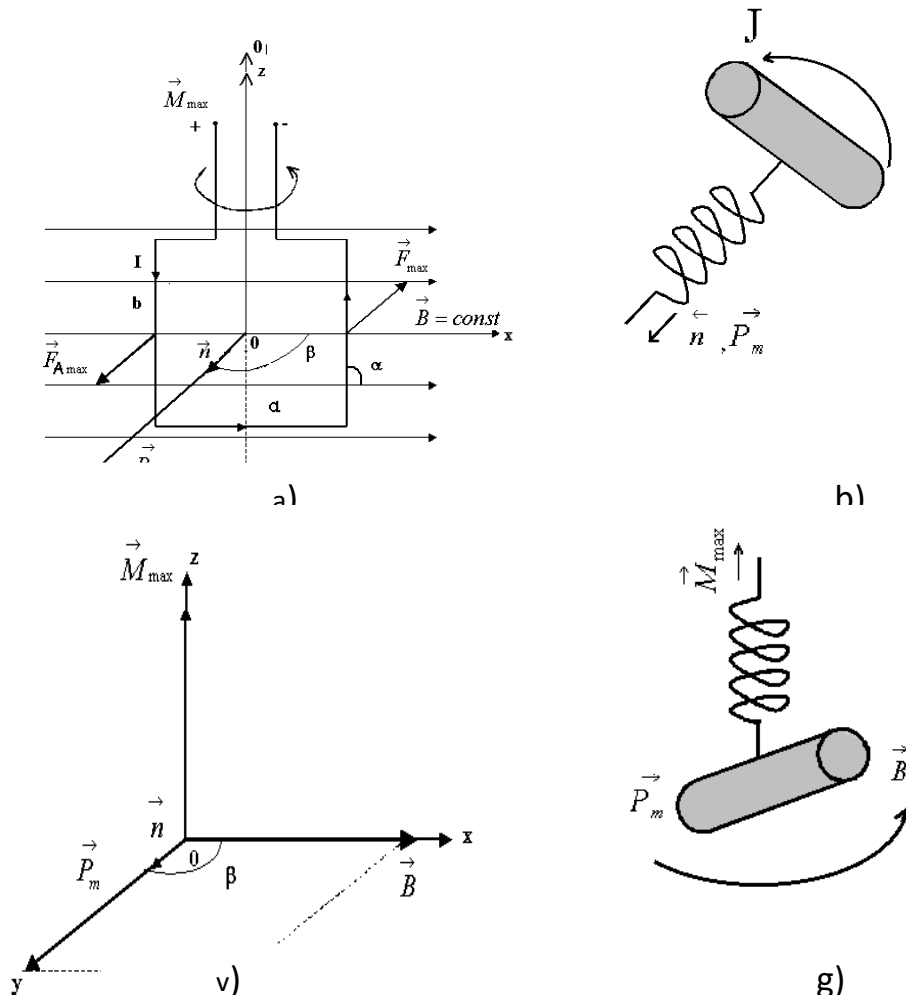
$\alpha=90^\circ$ va $0^\circ < \beta < 90^\circ$ bo'lgan umumiy holda ramkaga maydon tomonidan ta'sir qiladigan kuch momenti quyidagicha topiladi:

$$M = P_m B \sin \beta \quad (8)$$

Bu ifodaning vektor ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\vec{M} = \left[\vec{P_m} \cdot \vec{B} \right] \quad (9)$$

$\vec{M}_{\max}$ ning yo'nalishini o'ng vint qoidasi bo'yicha aniqlash 2-v,g rasmlarda



tasvirlangan. Demak ramkaga maydon tomonidan $\beta=\alpha=90^\circ$ bo'lgan holda eng katta kuch momenti ta'sir qilib, bu moment uni $\alpha=90^\circ$ va $\beta=0^\circ$ bo'lgan holatgacha, (ya'ni $\vec{P_m} \uparrow \vec{B}$ bo'lganicha) buradi. Shunda ramka maydonda tinch holatda qoladi va

uning $\vec{P}_m$ - magnit momenti yo'nalishi maydon yo'nalishini (ya'ni $\vec{B}$ vektorining yo'nalishini) aniqlaydi. $\vec{B}$ -vektorining moduli (7) ifodadan topiladi:

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m} = \frac{M_{\max}}{J_s} \quad (10)$$

Demak, tokli ramka maydonda 2-a rasmda tasvirlanganidek holatda joylashtirilganda ($\alpha=\beta=90^\circ$), unga maydon tomonidan ta'sir qiladigan juft kuch momentining eng katta qiymatini, hamda J va S larni o'lchansa shu maydon induksiyasini (10) ifoda yordamida hisoblab topish mumkin bo'ladi. Biroq, $M_{\max}$ qiymatini o'quv laboratoriyasi sharoitida o'lchash mushkul ishdir.

1.3. Bir jinsli magnit maydonining doimiy magnit strelkasiga ta'siri.

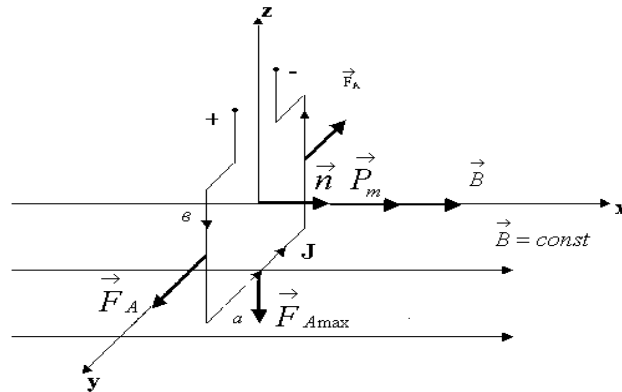
Qutblari magnit maydoniga, 3-a rasmdagidek, tik holatda joylashtirilgan doimiy magnit strelkasining har xil ismi (N,S) qutblariga maydon tomonidan qarama-qarshi yo'nalishda $F_{\max}$ juft kuchlar ta'sir qiladi. Bu kuchning momenti ta'sirida u vertikal o'q atrofida $M=M_{\max}$ bo'lgan noturg'un holatda (3-a rasm) $M=M_{\min}=0$ bo'lgan turg'un holatgacha (3-b rasm) burilib to'xtaydi. Shunda uning janubiy (S) qutibidan shimoliy

(N) qutbga tomon yo'nalish magnit maydonining ($\vec{B}$ -ning) yo'nalishini aniqlaydi. Magnit strelkasi magnit momentining yo'nalishini ham, uni tokli konturga o'xshatib aniqlash mumkin. Xaqiqatdan ham, magnit strelkasining xususiy magnit maydoni, uni tashkil qilgan atomlardagi aylanma mikrotoklar magnit maydonlarining ko'shilishidan (superpozitsiyadan) hosil bo'ladi deyilsa, bunga ishonch hosil qilish mumkin. Shunda analogiya usuliga va 2-a, b rasmlarga asosan magnit strelkasining magnit momenti 3-a rasmdagidek yo'nalgan bo'ladi, deyish mumkin (aniqroq aytganda magnit strelkasining magnit momenti uning magnitlanish vektor ($\vec{I}$) va hajmi (B) orqali topiladi $\vec{P}_m = \vec{I} \cdot B$). Xullas, tokli ramka uchun 1.2.- badda aytilgan barcha gaplar (sifat jihatdan) magnit strelkasi uchun ham o'rinli bo'ladi. Bu holda ham magnit maydoni induksiyasini (10) ifodadan foydalanib aniqlash mumkin. Biroq, tajribada magnit strelkasi uchun $\vec{M}_{\max}$ va $\vec{P}_m$ vektorlarning qiymatlarini o'lchash o'quv laboratoriyasi sharoitida mushkuldir. Ammo, magnit strelkasidan foydalanib magnit maydoni yo'nalishini (3-b rasm bo'yicha) aniqlash maqsadga muvofiqdir ($\vec{SN} \uparrow \uparrow \vec{B}$).

II. O'lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi.

2.1.O'lchash uslubining nazariyasi. Ushbu ishda bir jinsli magnit maydoni induksiyasi vektorining qiymatini o'lchashda, magnit maydonining tok elementiga ta'sir qiladigan, Amper kuchining eng katta qiymatini o'lchashga asoslangan usuldan foydalaniladi. Biroq, faqat $J \vec{dl}$ tok elementining o'zini magnit maydoniga kiritib bo'lmaydi. Chunki: 1) xohlaymizmi yoki yo'qmi $J \vec{dl}$ tok elementi yopiq elektr zanjirining ya'ni tokli ramkaning bir qismi hisoblanadi; 2) tok elementiga ta'sir qiladigan Amper kuchining qiymatini oshirish uchun tok kuchining qiymatini yoki bir yo'nalishidagi $J \vec{dl}$ tok elementi sonini (N) oshirish kerak. Shu sabablarga ko'ra N-ta o'tkazgich o'ramidan tashkil topgan to'g'ri burchakli tokli ramkadan foydalanishga to'g'ri keladi. Biroq, bu holda ham, tokli ramkani magnit maydoniga shunday holatda

joylashtirish kerakki, shu holatda uning faqat bitta tomoniga eng katta Amper kuchi ta'sir qilsin. Buning uchun ramkaning ϵ buyini (balandligi) a -enidan ancha uzun ($\epsilon \gg a$) qilib yasalishi va uning faqat pastki tomoni magnit maydoniga, yuqori aniqlikda, tik holatda joylashtirilishi zarur bo'ladi. Bir o'ramli ramkaning shunday holati 5-rasmda tasvirlangan ($\vec{n} \uparrow \uparrow \vec{P}_m \uparrow \uparrow \vec{B}$).



5-rasm.

Ramkaning shunday holatda uning vertikal ϵ uzunlikli tomonlariga ta'sir qiladigan Amper kuchlari ($\vec{F}_A$) son jihatdan teng, yo'nalishlari esa o'zaro qarama-qarshi bo'lganligi uchun, ular ramkani aylanma yoki ilgarilanma harakatga keltirmaydi (u-o'qi bo'ylab sezilarsiz deformatsiyalaydi xolas); yuqori a tomoniga Amper kuchi ta'sir kilmaydi (chunki, $B \approx 0$, $F_A \approx 0$); pastki a tomoniga ta'sir qiladigan Amper kuchi eng katta bo'lib (chunki, $\alpha = 90^\circ$), u ramkani vertikal yo'nalishda (z -o'qi bo'ylab) pastga tomon tortadi (tokning yunalishi o'zgarganda yuqoriga itaradi). Shunday qilib 5-rasmdagi ramkaning pastki a tomoniga (ya'ni, $\vec{J}a = J \vec{dl}$ -tok elementiga) ta'sir qiladigan Amper kuchining maksimal qiymatini (1) ifodadan topish mumkin:

$$F_A = F_{Amax} = J a B \quad (17)$$

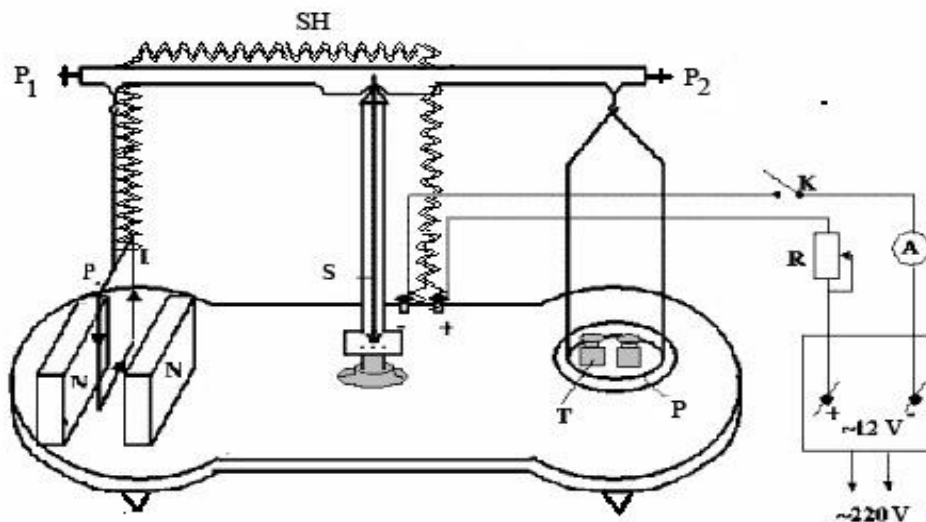
Bundan B -ning qiymatini hisoblash uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$B = \frac{F_{Amax}}{Ja} \quad (18)$$

Agar ramka N -ta o'ramdan iborat bo'lsa, (18) ifodaning surati ham, maxraji ham N -marta oshadi, biroq $\vec{B}$ - qiymati o'zgarmaydi.

2.2. O'lchash qurilmasining tavsifi.

Doimiy magnit maydoni qutblari orasida hosil bo'ladigan bir jinsli magnit maydoni induksiyasining qiymatini tajribada o'lchash imkoniyatini beradigan qurilmaning tuzilishi 6-rasmda tasvirlangan.



6-rasm.

Qurilma quyidagi qismlardan tashkil topgan: richagli tarozining P_1 va P_2 -posangilar o'rnatilgan, Sh-shaynining chap tomoniga to'g'ri burchakli r-ramka (mis simning $N=32$ o'ramidan yasalgan va o'lchamlari $S = ab = 8 \times 15 \text{ cm}^2$ bo'lgan), o'ng tomoniga esa T-toshlar qo'yiladigan P-palla osilgan. Ramkaning pastki tomoni, o'lchamlari $1,5 \times 8 \times 12 \text{ sm}$ bo'lgan va bir-biridan $4,5 \text{ sm}$ uzoqlikda o'zaro paralel holatda joylashgan, 2 ta doimiy magnit orasida, uning N va S qutblariga perpendikulyar holatda joylashtirilgan. Uning pastki a tamoni gorizontol holatda, va doimiy magnit qutblari orasida hosil bo'ladigan bir jinsli magnit maydoni induksiyasi chiziqlariga tik yo'nalishda $[\alpha = (\vec{J}a, \vec{B})]$ o'rnatilishi muhimdir.

Ramkaga J tok K-kalitni ulab to'g'rlagichning "12 V" chiqishidan R-reostat orqali beriladi va uning qiymati ampermetr bilan o'lchanadi. Qurilma quyidagicha ishlaydi: tarozining S-shovuni vertikal holatga va yelkalari muvozanat holatga (P_1 va P_2 -posangilarni u yoki bu tomonga surib) keltiriladi (K-kalit ochiq holatda). K-kalitni ulab to'g'rilagichdan R-reostat orqali ramkaga tok beriladi (6-rasmdagi yo'nalishda). Ramkaning a tomoniga kattaligi (17) ifoda bilan aniqlanadigan Amper kuchi ta'sir qiladi va natijada uning muvozanati buziladi. O'ng pallaga m -massali toshlar quyib uning muvozanat holati yana tiklanadi.

Tarozining muvozanat shartidan quyidagi tenglik olinadi:

$$F_{A\max} = NJaB = mg. \quad (19)$$

Bu tenglikdan B -ning qiymatini tajribadan hisoblash uchun quyidagi asosiy ifodani olamiz:

$$B = \frac{mg}{NaJ} \quad (20)$$

III. Ishni bajarish tartibi va tajriba xatoliklarini hisoblash.

A. Ishni bajarish tartibi.

1. 6-rasmdagi qurilmaning elektr zanjirini yig'ing va uni o'qituvchi yoki laborantga tekshirtiring.
2. Ramkaning, magnit maydoniga tik joylashgan, pastki a -tomoni uzunligini chizg'ich bilan o'lchang.

3. Tarozi shovunini vertikal holatga keltiring(tarozi asosi ostidagi vintlarni burab). K-kalit ulanmagan holatda tarozining yelkalarini muvozanat holatga keltiring. Buning uchun uning P_1 va P_2 –posangilarini burab o'ng yoki chapga suring. Tarozi muvozanatga kelganda uning vertikal strelkasi “0” holat atrofida erkin tebranadi.
4. To'g'rilagichni shahar elektr tarmog'iga ulab, uning “сеть” kalitini qo'shing R-reostat jilgichini R_{maks} bo'ladigan holatga qo'ying. K- kalitni qo'shing R-reostat jilgichini surash bilan R-qarshilikning qiymatini kamaytirib, ramka orqali $J=0,5$ A tok o'tishiga erishing. Tarozining muvozanati buziladi. Uning o'ng pallasiga m-massasi toshlar qo'yib, dastlabki muvozanatini tiklang. J va m-larning qiymatlarini yozib oling. (20) ifoda bo'yicha B-ning qiymatini hisoblang.
5. Ramkaga R-qiymatini kamaytirib, navbat bilan 1 va 1,5 A toklar bering. 4-banddagidek kirishib, bu toklarning har bir qiymatida, tarozining buzilgan muvozanatini tiklang. Har bir muvozanat holatida o'ng pallaga qo'yilgan toshlarning massalarini yozib oling va (20) buyicha B-ni hisoblang.
6. B-ning o'rtacha qiymatini hisoblang $[\vec{B}=(B_1+B_2+B_3)/3]$. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yozing.

O'lchashlar				Xisoblashlar				
T /r	a, m	J, A	m, kg	B, Tl	$\bar{B}$, Tl	$\varepsilon, \%$	$\Delta B, Tl$	B_h, Tl
1								
2								
3								

V. Tajriba xatoliklarini hisoblash.

7. Magnit induksiyasini bilvosita o'lchashda yo'l qo'yilgan nisbiy va absolyut xatoliklarni hisoblang.
Nisbiy xatolikni, (20) ifodadan olinadigan (I bob, §2.3 bo'yicha), quyidagi ifoda bo'yicha hisoblang:

$$\varepsilon = \frac{\Delta B}{\bar{B}} \cdot 100\% = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta J}{J}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2} \cdot 100\% . \quad (21)$$

Bundagi Δm , ΔJ va Δa -absolyut xatoliklar mos ravishda tarozi toshlari massasi, ampermetr va chizg'ichning absolyut xatoliklari ($\Delta m=0$): ΔJ -ampermetrning aniqlik sinfidan topiladi (№4 laboratoriya ishining nazariy ma'lumotlar qismiga qarang); $\Delta a=5 \cdot 10^{-4}$ m.

Absolyut xatolikni hisoblang:

$$\Delta B = \varepsilon \frac{\bar{B}}{100\%} . \quad (22)$$

8. Oxirgi haqiqiy natijani yozing. $B_h=(\bar{B} \pm \Delta B)$ Tl.
9. O'lchash xatolarini ham jadvalga yozing.
10. Ishda olingan natijalarni tahlil qilib tegishli xulosalar chiqaring.
11. Ish yuzasidan hisobot yozing. Hisobot oxirida xulosalaringiz yozilgan bo'lishi zarur.

NAZORAT SAVOLLARI.

1. Tokning magnit maydonini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan (Lens, Amper va boshqalar tomonidan) tarixiy tajribalarning mazmunini ayting.
2. Magnit maydoni induksiyasi vektorining yo'nalishi va kattaligini aniqlash uchun qanday (sinash) vositalaridan hamda usullardan foydalaniladi?
3. Bir jinsli magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'sir qiladigan kuchining va tokli ramkaga ta'sir qiladigan aylantiruvchi kuch momentining ifodalarini yozib tahlil qiling. Shu asosda magnit maydoni induksiyasi vektorining yo'nalishini va qiymatini tajribada aniqlash usulining mohiyatini tushuntiring.
4. Magnit maydoni induksiyasi va kuchlanganligi vektorlarining fizik ma'nosini ayting. Ularga elektr maydoni uchun qanday vektorlar o'xshash hisoblanadi?

№23 LABORATORIYA ISHI

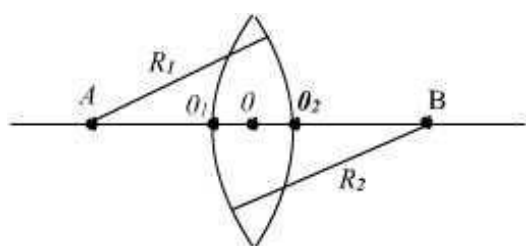
LINZALARNING BOSH FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: yupqa linzalarning fokus masofasini aniqlash usullarini o'rganish.

Asboblari va jihozlari: reyterlar to'plami bo'lgan optik taglik, yorug'lik manbai, ekran, yig'uvchi va sochuvchi linzalar

NAZARIY MA'LUMOTLAR

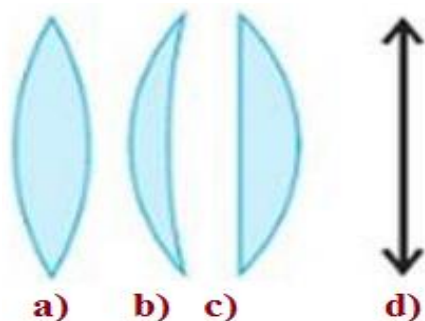
Linza. Linzaning optik kuchi. Ikkala tomonni sferik sirtlar bilan chegaralangan shaffof jism **linza** deb ataladi. Odatda linzalar shishadan tayyorlanadi. Linzalardan birining yon tomondan ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



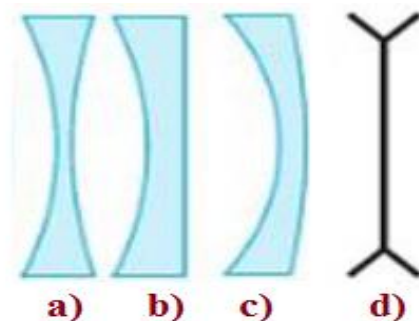
1-rasm

Sferik sirt shar sirtining bir qismi bo'lganligi uchun u egrilik radiusiga egadir. Sferik sirtlarning markazlari orqali o'tuvchi AB to'g'ri chiziq **linzaning bosh optik o'qi** deb ataladi. O₁O₂ qalinlikdagi sferik sirtlarining egrilik radiuslari R₁ va R₂ ga teng. Shuningdek, 2-rasmda linzaning turli xil ko'rinishlari keltirilgan.

Ikki yoqlama qavariq linza (2-a, rasm), bir tomoni qavariq sferik sirt va ikkinchi tomoni yassi bo'lgan (qavariq - yassi) linza (2-b, rasm), botiq —qavariq linza (2-c, rasm) va ularning optik chizmalarda qo'llaniladigan simvoli (2-d, rasm)da tasvirlangan. Linzaning o'rtasi chekkasiga nisbatan qalinroq bo'lsa bunday linza **qavariq linza** deb ataladi. O'rtasi chekkasiga nisbatan yo'g'onroq bo'lgan linzalar **yig'uvchi linzalar** deyiladi.



2-rasm



3-rasm

O'rtalari chekkalariga nisbatan ingichka bo'lgan linzalar **botiq linzalar** deb ataladi. 3-rasmida botiq linzalarning turli ko'rinishlari keltirilgan. Ikki tomonlama botiq (3-a, rasm), yassi-botiq (3-b, rasm), qavariq-botiq (3-c, rasm) va botiq linzaning optik chizmadagi belgilanish simvoli (3-d, rasm) keltirilgan.

O'rtasi chekkasiga nisbatan yuqaroq bo'lgan linza **sochuvchi linza** deb ataladi.

Agar linzaning bosh optik o'qiga parallel nurlar yuborilsa, ular linzalar o'tayotib sinadi va o'z yo'nalashini o'zgartiradi. Linza yig'uvchi bo'lsa, nurlar bir-biriga yaqinlashib bir nuqtada kesishadi. Nurlar kesishgan nuqta **linzaning bosh fokusi** deb ataladi.

Agar parallel nurlar linzaga qarama-qarshi yo'nalishda tushsa, u holda ular teskari tomondagi nuqtada kesishadi. Linzaning sferik sirtlari bir xil egrilik radiusiga ega bo'lsa, ikkala tomondagi kesishish nuqtalari linzadagi bir xil masofada joylashgan bo'ladi. Linzaning optik markazidan bosh fokusigacha bo'lgan masofa **linzaning fokus masofasi** deyiladi.

Linzaning fokus masofasi qancha kichik bo'lsa, uning nur sindirish qobiliyati shuncha katta bo'ladi, ya'ni singan nur shuncha katta burchakka og'adi. Aksincha, fokus masofasi katta bo'lgan linzada og'ish burchak kichik bo'ladi. Linzaning bunday xususiyatini tavsiflash uchun, linzaning fokus masofasiga teskari bo'lgan fizik kattalik tushunchasi kiritilgan bo'lib uni **linzaning optik kuchi** deb atash qabul qilingan.

$$D = \frac{1}{F}. \quad (1)$$

D- linzaning optik kuchi, F-linzaning fokus masofasi. Linzaning optik kuchi birligi qilib XBS(SI) sistemasida 1 dioptriya (dptr) deb qabul qilingan. Agar linzaning fokus masofasi 1m bo'lsa, uning optik kuchi 1dioptriya teng deb hisoblanadi, ya'ni

$$1dptr = \frac{1}{m} = m^{-1}$$

Egrilik radiuslari R_1 va R_2 , absolyut sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan moddadan tayyorlangan linzaning absolyut sindirish ko'rsatkichi n_m bo'lgan muhitdagi optik kuchi quyidagicha topiladi.

$$D_m = (n - n_m) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

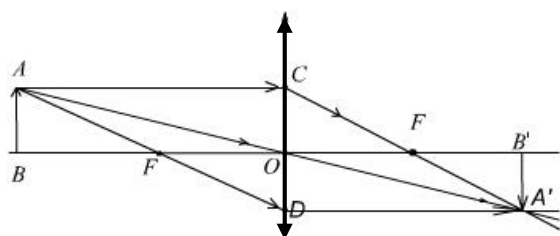
Agar linza havoda turgan bo'lsa ($n_m=1$), uning optik kuchi

$$D = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

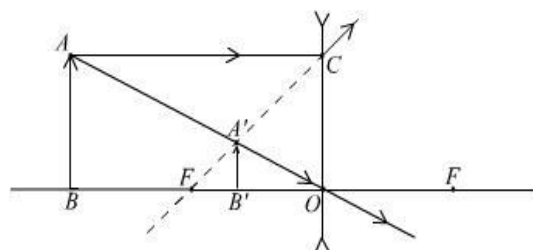
ifoda orqali hisoblanadi.

Linzada tasvir yasash. Yupqa linza formulasi. Biror to'g'ri chiziqli shaklidagi AB jismning yig'uvchi linzadagi tasvirini yasaylik. Jism (yoki buyum)ning tasvirini linza yordamida olish (yasash) uchun quyidagi nur yo'nalishlarini tanlash maqsadga muvofiqdir:

1. Linzaning bosh optik o'qiga parallel bo'lgan (AC) nurni olamiz. Bu nur linzadan sinib o'tgach (CA' nur) uning fokusidan o'tadi (4-rasm).
2. Linzaga tushgunga qadar uning fokusidan o'tgan (AD) nur olinadi. Bu nur linzadan o'tgach, bosh optik o'qqa parallel (ya'ni DA' nur) yo'nalishda ketadi.
3. Linza optik markazidan o'tuvchi (AO) nur. Bu nur o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi.



4 - rasm



5 - rasm

Linzadan o'tgan nurlarning kesishmasidan hosil bo'lgan tasvir, haqiqiy tasvir bo'lib hisoblanadi. 4-rasmdagi linza yordamida olingan ($A'B'$) tasvir to'ng'ri haqiqiy tasvirdir.

Sochuvchi linzada buyum tasvirini olish chizmasi 5-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, tasvir sochuvchi linzadan o'tgan nurlarni davomi kesishishidan hosil bo'ladi. Shuning uchun tasvir mavhum, ayni paytda to'g'ri tasvirdir.

Linza yordamida olingan buyum tasvirining holati buyumning linzaga nisbatan joylashishi, hamda linzaning optik kuchiga bog'liq bo'ladi. Bu munosabat linza formulasi yordamida topiladi. Linza formulasi uch kattalik: buyumdan linzagacha bo'lgan $d = BO$ masofa (4-rasm), linzadan tasvirgacha bo'lgan $f = OB'$ masofa va linzaning fokus masofasi F orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{yoki} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (4)$$

yig'uvchi linzalar uchun F , d , f kattaliklar asosan musbat. Buyum fokus masofasi ichida ($d < F$) joylashsa f manfiy bo'lib, tasvir mavhum bo'ladi.

Sochuvchi linzalarda esa, f va F doim manfiy va tasvir mavhum bo'ladi. Sochuvchi linza formulasi:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \quad (5)$$

Linzaning asosiy xususiyatlaridan biri uning kattalashtirish qobiliyatidir. Tasvirning chiziqli o'lchamining buyumning chiziqli o'lchamiga nisbati **linzaning chiziqli kattalashtirilishi** deyiladi. Bu kattalikni 4-rasmdagi ABO va A'B'O uchburchaklarning o'xshashliklaridan quyidagi tenglikni yozishimiz mumkin:

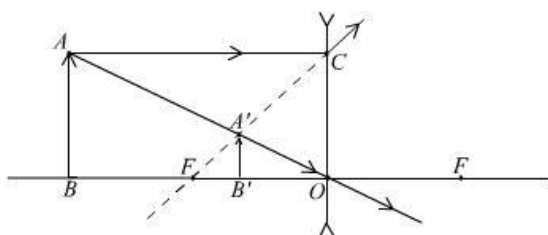
$$K = \frac{A'B'}{AB} = \frac{f}{d} \quad (6)$$

Bunda, K — linzaning chiziqli kattalashtirilishidir. Linzaning kattalashtirishi linzadan tasvirgacha bo'lgan va buyumdan linzagacha bo'lgan masofalarning nisbatiga teng ekan.

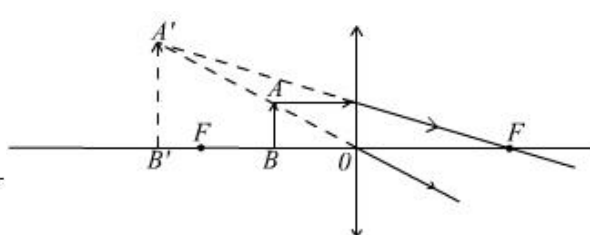
Odatda, buyum linzadan turli masofada bo'lishi mumkin. Shu sababli uning tasviri ham turli ko'rinishda bo'ladi. Yig'uvchi linza uchun mavjud bo'lgan ba'zi bir xususiy hollar bilan tanishaylik.

1. Jism linzadan cheksiz uzoq masofada joylashgan, ya'ni $d = \infty$. Bundan tasvir haqiqiy, ammo u nuqtasimon va linzaning fokusida joylashadi.
2. Buyum linzadan $d > 2F$, ammo chekli masofada joylashgan. Bunda tasvir haqiqiy, ammo teskari va kichraygan bo'lib, $F < f < 2F$ masofada joylashadi.
3. Buyum linzadan $2F$ masofada joylashgan, $d = 2F$. Bu holda tasvir kattalik jihatidan buyumga teng, haqiqiy, ammo teskari.
4. Buyum $2F > d > F$ masofada joylashgan. Bu ikkinchi holning teskarisi, ya'ni buyum va tasvir o'rin almashadi.
5. Buyum linza bilan fokus orasida joylashgan bo'lsin, ya'ni $d < F$ (6-rasm). Bunda tasvir mavhum, to'g'ri va kattalashgan holda hosil bo'ladi.

Tarqatuvchi linza ham linzaga nisbatan buyumning joylashishida yuqorida sanab o'tilganidek turli hollar bo'lishi mumkin. Biroq tarqatuvchi linzalarda buyum unga nisbatan qayerda joylashsa ham tasvir mavhum, to'g'ri va kichiklashgan bo'ladi.



6-rasm



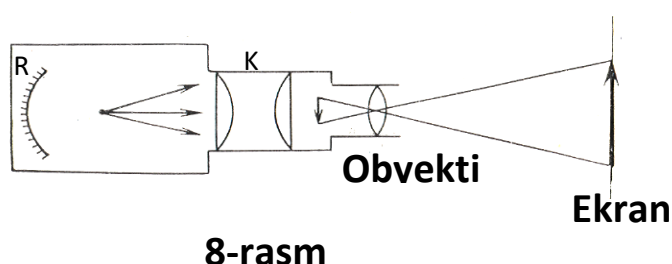
7-rasm

Buyum AB sochuvchi linzaning fokusi bilan ikkilangan fokusi orasida turgan bo'lsin, ya'ni $F < d < 2F$ (7-rasm). Bunda tasvir mavhum, to'g'ri va kichiklashgan holda fokus bilan linza orasida hosil bo'ladi.

Optik asboblari. Optik asboblarni ikki turga ajratish mumkin. Birinchi turdagi asboblardan buyum tasvirini ekranda ko'rish yoki uni fotoplastinkaga tushirish kabi maqsadlarda foydalaniladi. Bunday asboblarga proeksiyon apparat, fotoapparat kabilar kiradi.

Ikkinchi tur asboblari bevosita inson ko'ziga yordamchi bo'lib, ular buyum tasvirini yaqinroq, aniqroq, kattalashtirib ko'rsatishda xizmat qiladi. Bu asboblari lupa, mikroskop, teleskoplardan iborat.

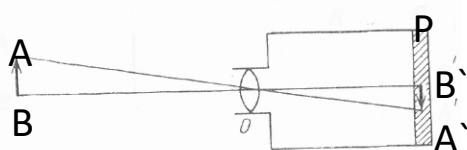
Quyidagi optik asboblardan ba'zilarining tuzilishi va vazifasi bilan qisqacha tanishamiz.



Proeksiyon apparat. 8-rasmda proeksiyon apparatning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Proeksiyon apparatda buyum (rasmda u tog'ri chiziq shaklida berilgan) O nuqta ob'ektivning ikkilangan fokus

masofasi bilan fokus masofasi o'rtasida qo'yiladi. Shu sababli ekranda uning kattalashtirilgan haqiqiy, ammo teskari tasviri hosil bo'ladi. Agar buyum shaffof bo'lsa, uning orqasiga S yorug'lik manbai qo'yiladi. Aniq tasvir uchun ekranni bir tekis yoritish va yorug'lik oqimini kuchaytirish kerak bo'ladi. Su maqsadda orqaga ketgan nurlarni qaytarib undan foydalanish uchun manbai orqassiga ko'zgu — reflektor qo'yiladi. Bu yorug'lik oqimini oshirishga imkon beradi. Shuningdek, manba va buyum o'rtasiga K linzalar sistemasi —kondensor qo'yiladi. Kondensor o'rni shunday tanlanadiki, u yorug'lik manbai tasvirini ob'ektivda hosil qiladi. Bu bilan buyum tasviri aniq va bir tekis yoritilashga erishiladi. Proeksiyon apparat yordamida ekranda buyumning kattalashgan tasviri olinadi.

Fotoapparat. Buyum tasvirini biror plyonkaga tushirish va uni saqlab qolish uchun ishlatiladigan optik asbob fotoapparatdir. Fotoapparat asosan, ikki tizimdan iborat deyish mumkin. Birinchi qism buyum tasvirini hosil qiluvchi obektivdan iborat. OD, ob'ektiv bir necha linzalar sistemasidan iborat bo'ladi. Ikkinchi qism orqa devoriga yorug'likka ta'sirchan plyonka yoki plastinka joylashtiriladigan qorong'i kameradan iborat. 9- rasmda fotoapparatning sodda sxemasi keltirilgan.



Tasviri olinmoqchi bo'lgan buyum, odatda ob'ektivning ikki fokus masofasidan uzoqda joylashganligi sababli uning tasviri haqiqiy, ammo kichiklashgan va teskari bo'ladi. AB buyumdan fotoapparat

ob'ektivgacha bo'lgan masofa OB va ob'ektivdan tasvir (fotoplyonka) gacha bo'lgan masofa OB' orqali tasvirning kichiklashish qiymatini quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{OB}{OB'} \quad (7)$$

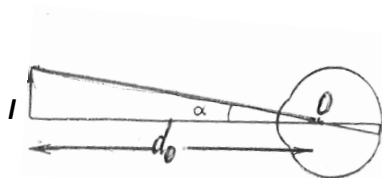
Lupa. Lupa-kichik fokusda ikki yoqlama qavariq linzadir. Lupadagi linzaning fokus masofasi, odatda, 1 sm dan 10 sm gacha bo'ladi.

Eng yaxshi ko'rish masofasida (normal ko'z uchun eng aniq ko'rish masofasi 25 sm ga teng) biror chiziqli o'lchamdagi buyum ko'z bilan qaraganda biror α burchak ostida ko'rinadi (10-rasm). Optik asbobsiz ko'rinish burchagi α , eng aniq ko'rish masofasida d_0 va buyumning chiziqli o'lchami l orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

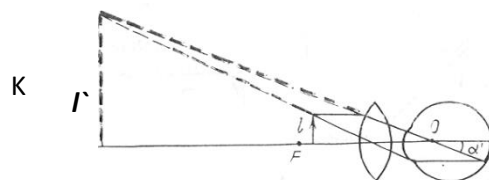
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{d_0} \quad (8)$$

Chiziqli o'lchami kichik, ko'rinishi qiyin bo'lgan jism bilan ko'z orasiga lupa qo'yib ko'rish burchagi kattalashtiriladi. Bunda ko'rish osonlashadi va jismning chiziqli o'lchami katta bo'lib ko'rinadi. Lupa yordamida buyum α' burchak ostida ko'rinadi (11-rasm). Bu holda ko'rinish burchagi:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{l}{F} \quad (9)$$



10-rasm



11-rasm

Lupaning kattalashtirishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Gamma = \frac{d_0}{F} \quad (10)$$

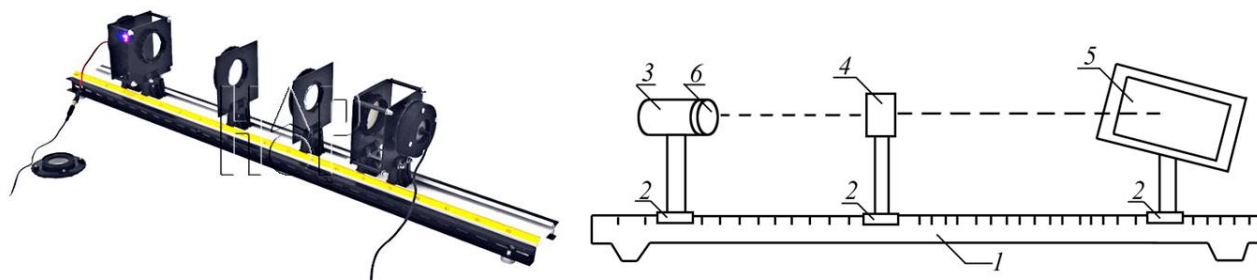
bu yerda d_0 - jismni aniq ko'rish masofasi, F - linzaning fokus masofasi

Ko'z. Ko'z odamning ko'rish organi bo'lib, ko'p jihatdan juda takomillashgan optik sistemadan iborat. Odam ko'zining shakli shar shakliga yaqin bo'ladi. Ko'zning diametri 2,5 sm chamasida bo'ladi. Agar buyum ko'zga juda yaqin tursa, unga qarayorgan ko'z tez toliqadi. 20 sm dan qisqaroq masofada normal ko'z narsani umuman yaxshi ko'rmaydi.

Ko'z uncha toliqmay buyumlarni aniq ko'radigan eng qisqa masofa eng yaxshi ko'rish masofasi (d_0) deyiladi. Ko'rishi normal bo'lgan odamar uchun $d_0=25$ sm deb qabul qilingan.

Kuzatishlar ba'zi odamlarda eng yaxshi ko'rish masofasi 25 sm dan kamroq ekanligini ko'rsatadi. Bunday odamlarni yaqindan ko'radigan odamlar deyiladi. Ko'zdagi kamchilikni bartaraf etish uchun bunday odamlarga sochuvchi linzali ko'zoynaklar taqish tavsiya etiladi. Ba'zi odamlarda eng yaxshji ko'rish masofasi 25 sm dan kattaroq bo'ladi. Ularni uzoqdan ko'radigan odamlar deyiladi. Bu odamlarning ko'zidagi nuqsonini bartaraf etish uchun bunday odamlarga yig'uvchi linzali ko'zoynaklar taqish tavsiya etiladi.

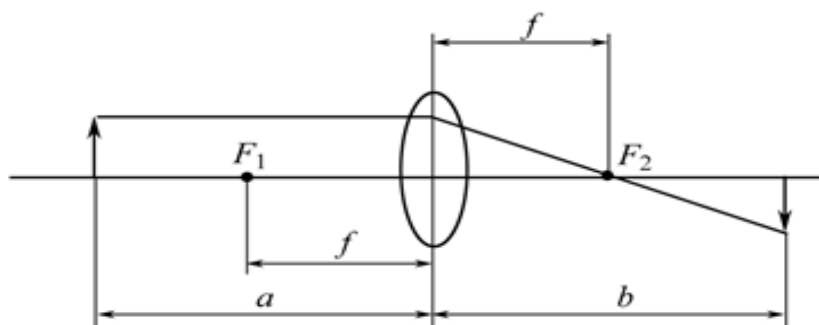
Tajriba qurilmasi va linza fokus masofasini o'lchash usullari.



12 – rasm. Tajriba qurilmasi

Yupqa linzalarning bosh fokus masofasini turli usullar bilan o'lchash mumkin. Shu maqsadda 12 rasmda ko'rsatilgan qurilma qo'llaniladi. Tajriba qurilmasi optik jihozlarni o'rnatish tagligi (skameyka) 1, uning ustiga reyterlar 2, yoritgich 3, o'rganilayotgan linzalar yoki linzalar tizimi 4 va ekran 5 dan hamda linzalar va ekranning holatini o'lchash uchun shkaladan iborat. Ob'ektiv tomonidan tasviri ekranga proyeksiya qilingan ob'ekt yoritgichning old qismida joylashgan to'r 6 dir.

Optik taglikka yig'uvchi linzalarni qo'yish orqali biz ekrandagi ob'ektning (to'r) haqiqiy tasvirini olamiz. Bunday holda, linzalardagi nurlarning yo'li 13–rasmda ko'rsatilgan shaklga ega.



13 – rasm.

Yupqa linza uchun formulalarni yozamiz (1)–(3)

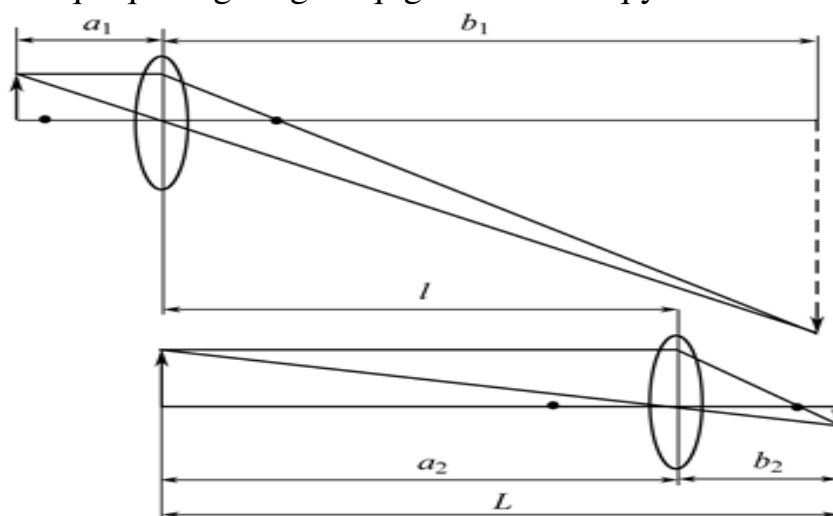
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} \quad (11)$$

Bu yerda f - linzalarning bosh fokus masofasi, a - buyumdan linzaning optik markazigacha bo'lgan masofa, b – linzaning optik markazidan tasvirigacha bo'lgan masofa.

(11) dan f - linzalarning bosh fokus masofani topsak quyidagiga ega bo'lamiz.

$$f = \frac{ab}{a+b} \quad (12)$$

(2) formuladan yupqa yig'uvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash uchun ishchi formula sifatida foydalanish mumkin, buning uchun faqat a va b masofalarini o'lchash yetarli. Ammo shuni yodda tutish kerakki, ob'ekt va tasvirdan linzaning optik markazigacha bo'lgan masofani o'lchashda biz linzalarning qalinligi tartibida xatolikka yo'l qo'yamiz. Shuning uchun, yupqa linzalarning bosh fokus masofasini o'lchash faqat qalinligining aniqligi bilan mantiqiy bo'ladi.



14 – rasm.

Amaliyotida ko'pincha Bessel tomonidan ishlab chiqilgan va Bessel usuli deb ataladigan yupqa yig'uvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash usuli qo'llaniladi. Keling, ushbu usulni ko'rib chiqaylik.

Ob'ekt va ekran orasidagi masofa $4f$ dan katta bo'lsin. Bu holatda ob'ektivning har doim ikkita pozitsiyasi bo'lishini tekshirish qiyin emas (14-rasm), bunda ob'ektning aniq tasvirlari ekranda olinadi (bir holatda kattalashtirilgan, ikkinchisida kichraytirilgan). Ikkala holatda ham ekrandagi ob'ektning tasvirlari bir xil ob'ektiv yordamida olinganligi sababli, formula (11) ga asoslanib yozishimiz mumkin.

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \quad (13)$$

yoki

$$\frac{a_1 b_1}{a_1 + b_1} = \frac{a_2 b_2}{a_2 + b_2} = f. \quad (14)$$

ammo, 14 rasmga asosan quyidagiga ega bo‘lamiz

$$a_1 + b_1 = a_2 + b_2 = L; \quad (15)$$

$$a_1 - b_1 = a_2 - b_2 = l. \quad (16)$$

(15) ifodani hisobga olsak, (14) ifoda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi

$$a_1 b_1 = a_2 b_2, \quad (17)$$

yoki, (6) ifodadagi a_2 va b_2 larni l orqali belgilash kiritib quyidagiga ega bo‘lamiz

$$a_1 b_1 = (l + a_1)(b_1 - l), \quad (18)$$

bundan kelib chiqadiki,

$$b_1 - a_1 = l. \quad (19)$$

Shunday qilib, (15) va (19) ni hisobga olgan holda biz quyidagi tenglamalar sistemasi (tizimi) ni tuzamiz:

$$\left. \begin{aligned} b_1 - a_1 &= l; \\ b_1 + a_1 &= L, \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Bu tenglamalar sistemasini yechsak, quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$a_1 = \frac{L-l}{2}, \quad b_1 = \frac{L+l}{2}. \quad (21)$$

a_1 va b_1 larning qiymatlarini (13) ifodaga qo‘ysak,

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L}. \quad (22)$$

ga ega bo‘lamiz

(22) ifoda Bessel usuli yordamida yig‘uvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash uchun o‘rinli.

Sochuvchi linzalar ekranda ob'ektning haqiqiy tasvirini yaratmaydi. Shuning uchun, ularning bosh fokus masofasini aniqlash uchun yig‘uvchi linzalardan foydalaniladi. Shuningdek, yupqa linzalarning bosh fokus masofasini aniqlashning bir necha usullari mavjud. Ushbu ishda biz faqat ikki tomonlama fokuslash usulini ko‘rib chiqamiz.

Bu usulning mohiyati shundan iboratki, optik kuchi sochuvchi linzalarnikidan kattaroq bo‘lgan yig‘uvchi linzalar yordamida ekranda ob'ektning aniq tasviri olinadi (5-rasm). Keyin ekran va yig‘uvchi linzalar orasiga ekrandan b masofada sochuvchi linza qo‘yiladi. Bunday holda, ekrandagi aniq tasvir yo‘qoladi. Ekranni sochuvchi linzadan a masofada joylashtirish orqali yana ob'ektning aniq tasviri olinadi.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}, \quad (23)$$

Bu yerdan f ni topsak

$$f = \frac{ab}{b-a}. \quad (24)$$

ifodaga ega bo'lamiz.

(24) ifoda yupqa sochuvchi linzalarning fokus masofasini aniqlash uchun o'rinli. b – buyumning haqiqiy tasviri yig'uvchi linza bilan hosil qilinganda ekran bilan sochuvchi linza orasidagi masofa; a – sochuvchi linza va ekran orasidagi masofa, bunda buyumning (panjara) tasviri har ikkala linzada (yig'ish va sochuvchi) hosil qilingan.

Ushbu masofalarni topish uchun x_1 , x_2 va x_p koordinatalarini kiritish kerak, bu yerda x_1 – S_1 nuqtaning koordinatasi (ekranning birinchi pozitsiyasi); x_2 – S_2 nuqtaning koordinatasi (ekranning ikkinchi holati); x_p – optik taglik (skameyka)da sochuvchi linzalarning joylashuv koordinatasi. Keyin a va b masofalar quyidagicha ifodalanishi mumkin

$$a = x_2 - x_p; \quad b = x_1 - x_p. \quad (25)$$

Topshiriq

1. Yupqa linza formulasi asosida yig'uvchi linzaning fokus masofasini aniqlang.
2. Bessel usuli yordamida yig'uvchi linzaning fokus masofasini aniqlang.
3. Yig'uvchi linzalar yordamida sochuvchi linzaning fokus uzunligini aniqlang.

ISHNI BAJARISH TARTIBI: O'LGHASH TEXNIKASI VA METODIKASI

1. Ekranni yoritgichdan yetarlicha uzoq masofaga o'rnatish. Ekran va yoritgich orasiga yig'uvchi linza qo'ying va ob'ektning (to'rning) aniq tasviri ekranda olinmaguncha uni optik taglik (skameyka) bo'ylab silliq siljiting.
2. Buyumdan linzaning optik markazigacha bo'lgan masofa a hamda ekrandagi tasviridan linzagacha bo'lgan masofa b ni o'lchang.
3. Ekranning holatini o'lchab, tajribani takrorlang. Yoritgichdan ekranning turli masofalarida tajribani kamida uch marta takrorlang. O'lchov natijalarini quyidagi jadvalga kiriting. 1.
4. (12) formuladan foydalanib, har bir tajribada yig'uvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlang va o'rtacha qiymatni toping.

№	a , sm	b , sm	f , sm	$\tilde{f}$, sm
1				
2				
3				

Bessel usuli bo'yicha yig'uvchi linzaning bosh fokus masofasini aniqlash

1. Ekranni optik skameykaga shunday joylashtiringki, u bilan ob'ekt (to'r) orasidagi masofa $4f$ dan (taxminan) kattaroq bo'lsin.
2. Ob'ekt va ekran orasiga yig'uvchi linzani shunday joylashtiringki, ob'ektning keskin kattalashtirilgan tasviri (to'r) ekranda paydo bo'lsin. Optik skameykada linzaning holatiga mos keladigan a_1 masshtab bo'linmasini yozing.
3. Yoritish moslamasi va ekran orasidagi masofani o'zgartirmasdan, ob'ektning (to'rning) kichraytirilgan tasviri ekranda paydo bo'lishi uchun linzani optik tagflik (skameyka) bo'ylab harakatlantiring. Optik skameykada linzaning yangi holatiga mos keladigan a_2 shkala bo'linmasini yozing.
4. Ob'ektivning ikkita pozitsiyasi orasidagi farq sifatida l masofasini aniqlang, ya'ni. $l = a_2 - a_1$.
5. Ob'ekt va ekran orasidagi masofani o'lchang (ammo u $4f$ dan katta bo'lishi kerak) va tajribani takrorlang. Tajribani kamida uch marta takrorlang. O'lchov natijalarini quyidagi jadvalga kiriting.
6. Barcha uchta tajriba uchun Bessel usuli yordamida yig'uvchi linzalarning fokus masofasini hisoblang va o'rtacha qiymatini toping. Natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

№	L , sm	a_1 , sm	a_2 , sm	l , sm	f , sm	$\tilde{f}$, sm
1						
2						
3						

Sochuvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash

1. Ekran va yoritgich orasidagi optik taglik (skameyka) ga yig'uvchi linzani o'rnatish. Uning yordami bilan ekranda ob'ektning kichraytirilgan tasvirini oling.
2. Ushbu ekran holatiga mos keladigan x_1 masshtab bo'linmasini yozing.
3. Yig'uvchi linza va ekran o'rtasida sochuvchi linzani o'rnatish (Yig'uvchi linzaga yaqinroq). Ekranni optik skameyka bo'ylab siljitish orqali siz yana ob'ektning aniq tasvirini oling hamda yangi ekran holatiga mos keladigan x_2 masshtabli bo'linmasini yozing.
4. Optik skameykada sochuvchi linzaning (aniqrog'i, uning optik markazi) holatiga mos keladigan x_2 masshtabli bo'linmasini yozing.
5. (25) formula yordamida a va b masofalarning qiymatlarini aniqlang. Tajribani kamida uch marta takrorlang. O'lchov natijalarini quyidagi jadvalga kiriting.

6. (24) formuladan foydalanib, har bir tajribada sochuvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlang va keyin uning o'rtacha qiymatini toping.

№	x_1 , sm	x_2 , sm	x_p , sm	a , sm	b , sm	f , sm	$\tilde{f}_{cp}$, sm
1							
2							
3							

Nazorat savollari

1. Yig'uvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash bo'yicha ishda muhokama qilingan ikkita usuldan qaysi biri aniqroq? Nega?
2. Ushbu ishda muhokama qilingan narsalardan tashqari, sochuvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlashning yana qanday usullarini bilasiz?
3. Ob'ektivning bosh fokus masofasi unga tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqmi? Agar bu bog'liq bo'lsa, qanday qilib?
4. Ob'ektivning optik kuchi qanday? Ob'ektivni optik jihatdan shaffof suyuqlikka botirganda optik kuchiqanday o'zgaradi?
5. Linzalarni kattalashtirish nima deb ataladi? Ob'ektivni optik jihatdan shaffof suyuqlikka botirganda kattalashtirish o'zgaradimi? Agar u o'zgarsa, qanday qilib?
7. Qaysi miqdorlarni o'lchash fokus masofasini aniqlashda eng katta (eng kichik) xatolikka olib keladi?
8. Ob'ektiv diametri bo'ylab kesilsa, u yangi xususiyatlarga ega bo'ladimi, agar shunday bo'lsa, qaysi va qanday sharoitlarda?

№24 LABORATORIYA ISHI

SHISHANING SINDIRISH KO'RSATKICHINI MIKROSKOP YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: mikroskopning tuzilishini o'rganish, shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash, yorug'likning sinish qonunini o'rganish.

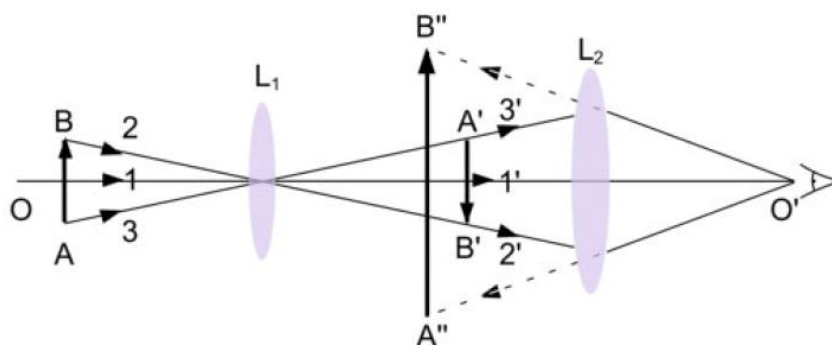
Kerakli asbob va jihozlar: mikrometrik vint o'rnatilgan o'lchash mikroskopi, mikrometr, sindirish ko'rsatkichi aniqlanadigan shisha plastinkalar.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

Ko'p marta kattalashtirish uchun lupa sifatida qisqa fokusli linzalardan foydalanishadi. Lekin bunday linzalar katta emas, ularda anchagina aberratsiyalar

hosil bo'radi. Bu esa lupaning kattalashtirishini cheklaydi.

Ko'p marta kattalashtirishni qo'shimcha linzalar sistemasi yordamida amalga oshirish mumkin. Buning uchun bitta lupa – *okulyar*, qo'shimcha linza yoki linzalar sistemasi esa *ob'ektiv* deyiluvchi linzalar sistemasi ishlatiladi. Mikroskop ana shunday qurilmalardan biridir. Mikroskopning optik tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.



1 – rasm. Mikroskopning optik tuzilishi.

Optik mikroskopning kattalashtirish quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\Gamma = \frac{\Delta}{f_1} \cdot \frac{L_0}{f_2} = \Gamma_{ob} \cdot \Gamma_{ok}$$

Bunda Δ - tubusning optik uzunligi, L_0 – eng yaxshi ko'rish masofasi, f_1 va f_2 – ob'ektiv va okulyarning fokus masofalari. Ob'ektiv va okulyarning kattalashtirishi quyidagicha topiladi:

$\Gamma_{ob} = \frac{\Delta}{f_1}$ ob'ektivning kattalashtirish,

$\Gamma_{ok} = \frac{L_0}{f_2}$ okulyarning kattalashtirish.

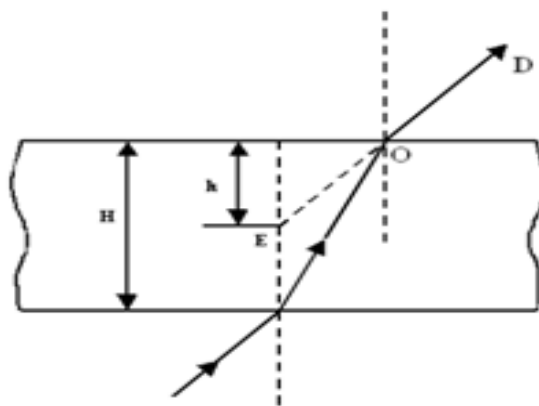
Mikroskop bilan qaraganda, alohida ikki nuqta bo'lib ko'rinishga, ya'ni jismning ajratila olinadigan ikki nuqtasi orasidagi eng kichik masofaga *ajrata olish chegarasi* deyiladi.

Ajrata olish qobiliyati deganda mikroskopning ko'rilayotgan jism mayda detallari tasvirini ayrim – ayrim qilib ko'rsata olishiga aytiladi.

Mikroskopning ajrata olish chegarasi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$Z = \frac{0.5 \cdot \lambda}{A}, \text{ bundan } A = n \cdot \sin \frac{U}{2}$$

bunda λ - yorug'likni to'lqin uzunligi, A – sonli apertura, n – nisbiy sindirish ko'rsatkichi, $U/2$ – burchakli apertura.



2 – rasm

Mikroskopning foydali kattalashtirish

$$\Gamma = \frac{A \cdot Z^1}{0.5 \cdot \lambda}$$

bunda Z^1 – tasvir o'lchovi.

Mikroskopning foydali kattalashtirishi qiymatlari intervali quyidagicha $500\text{\AA} < G < 1000\text{\AA}$. Agar immersion sistemalarni sonli aperturasi $A=1,43$ ni qo'ysak $700\text{\AA} < G < 1400\text{\AA}$ bo'ladi.

Ma'lumki, sindirish ko'rsatkichini bir necha xil usullar bilan o'lchash mumkin. Bu laboratoriya ishida shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida o'lchash usulini ko'rib chiqamiz.

Biror shaffof plastinka, masalan, shisha plastinka yuzasidagi (A) nuqtaga yorug'lik nuri α burchak ostida tushayotgan bo'lsin (2-rasm).

Plastinka yuzasiga tushayotgan nur ikki marta sinadi va yana avvalgi

yunalishiga parallel holda (OD) yo'nalish bo'ylab tarqaladi.

Agar kuzatuvchi (D) nuqtada turib, (OD) yo'nalish bo'yicha (A) nuqtaga qarasa, yorug'likning sinishi natijasida (A) nuqtani o'zining haqiqiy o'rnida emas, balki ma'lum masofaga ko'tarilgan holda, ya'ni (E) nuqtada ko'rinadi. Buning natijasida plastinka o'zining (H) qalinligidan "yupqalashib", h qalinlikda ko'rinadi.

$$n = \frac{H}{h} \quad (3)$$

Shisha plastinkaning haqiqiy qalinligi (N) mikrometr yordamida o'lchanadi, uning ko'rinma qalinligi h esa mikroskopga o'rnatilgan mikroskopik vint yordamida o'lchanadi.

Yuqorida keltirilganidek biror narsani shaffof plastinka orqali kuzatishda uning balandga kutarilgan xodisasidan, mikroskop yordamida shaffof plastinkani sindirish ko'rsatkigichini aniqlashda foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Tekshirilayotgan plastinkani mikroskopning predmet stolchasiga qo'yiladi.
2. Mikroskopdan shisha plastinkaning yuqorigi sirtidagi belgini kuzatib, aniq tasviri paydo bo'lgunicha mikroskopning makrovinti buraladi.
3. Mikroskopdan shisha plastinka ustki qismidagi belgini kuzatib, aniq tasviri paydo bo'lgunicha mikrovinti buraladi. Mikroskopning stolidan linzagacha bo'lgan masofa h o'lchanadi. Buning uchun mikrovintning to'liq aylanishlar soni N ni 50 ga ko'paytirib va yana qancha n bo'lakcha o'tilganini unga qo'shib, uni $0,002 \text{ mm}$ ga ko'paytirish kerak.
4. Plastinkaning kuzatilayotganda kelib chiqqan optik ("ko'rinma") qalinligi hisoblanadi:

$$h = (N \times 50 + n) \times 0,002 \text{ mm}.$$

5. Plastinkaning qalinligi H mikrometr yoki shtangentsirkul yordamida o'lchanadi.
6. Shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichi bu formuladan topiladi:

$$n = \frac{H}{h}$$

7. O'lchash ishlarini 3 marta har xil qalinlikdagi shisha plastinkalarda takrorlab, absolyut va nisbiy xatolik hisoblanadi va quyidagi jadvalga yoziladi.

N_0	H_i	h_i h	n_i	$\bar{n}$	Δn	$\Delta \bar{n}$	$\frac{\Delta \bar{n}}{\bar{n}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							

Nazorat uchun savollar:

1. Mikroskopning tuzilishini gapirib bering.
2. Mikroskopning kattalashtirish qanday topiladi?
3. Burchakli apertura nima?
4. Sonli apertura nimaga teng?
5. Foydali kattalashtirish qaysi formula orqali aniqlanadi?
6. Plastinkaning ko'rinma qalinligi qanday aniqlanadi?
7. Plastinkaning sindirish ko'rsatgichini qaysi formula bilan aniqlanadi?
8. Sinish qonunini so'zlab bering.
9. Qaytish qonunini so'zlab bering.

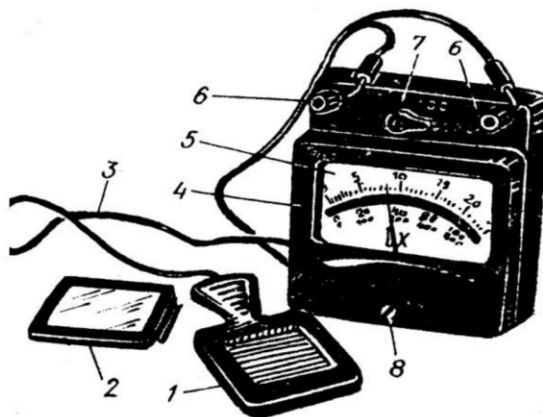
№25- LABORATORIYA ISHI

Lyuksmetr yoradamida yoritilganlikni o'lchash

Ishning maqsadi. Tajriba yo'li bilan yoritilganlik qonunlarni lyuksmetr yoradamida o'rganish.

Kerakli asbob va jixozlar. Elektr lampochkasi yoki yorug'lik kuchini aniqlaydigan jadval, lyuksmetr, transportir, lineyka.

Lyuksmetrning yorug'likni yutuvchi qismi to'g'ri burchak shaklidagi selenli fotoelementdan iborat (15.1-rasm). Ishlovchi (faol) yuzi 25 sm^2 fotoelementni plastmassali korpusga joylashtirilgan. O'lchash chegarasini 100 marta oshirish uchun fotoelement korpusiga yutgich qoplanadi. Lyuksmetr o'lchagichi, plastmassali korpus ichiga joylashgan strelkali magnitoelektrik asbobdan iborat.



15.1-rasm

Asbob korpusi yuz tomonining o'rta qismida yoritilganlikni uch xil 25-100-500 lk gacha chegaralarda o'lchashga mos raqamlar qo'yilgan va 50 ta bo'limga taqsimlangan shkala bor. Yutgich ishlatilganda yoritilganlikni o'lchash chegaralari mos ravishda 2500-10000-50000 lk gacha oshadi. Asbob korpusining pastki tomonida strelkani nol vaziyatga o'tkazish uchun korrektor, yuqori qismida esa o'lchash chegaralari pereklyuchateli o'zgartuvchi

dastak va fotoelementga ulash uchun qisqichlar bor. Chap tomondagi qisqich minus (-) ishorasi bilan belgilangan.

Lyuksmetrning ishlash prinsipi fotoelektr effektga asoslangan. Fotoelement sirti yoritganda fotoelement va magnitoelektrik o'lchagichdan iborat berk zanjirda xosil bo'lgan tok o'lchagichning harakatchan qismini og'diradi. Tok miqdori, demak o'lchagich strelkasining og'ishi fotoelement ishlovchi yuzining yoritilganligiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Lyuksmetr YU16 1-fotoelement; 2-yorug'lik yutgich; 3- ulash simlari; 4-o'lchagich; 5-shkala; 6-qisqichlar; 7-o'zgartuvchi dastak; 8-korrektor

1. YU-16 tipdagi lyuksmetr, kerakli jadvallar: O'lchashlarni boshlashdan avval:

a) o'lchagich va fotoelement gorizontal xolatda joylashtiriladi;

b) o'lchagich strelkasining ko'rsatishi tekshiriladi. Agar strelka shkalaning nolinch bo'limini ko'rsatmasa, korrektor yordamida nolinch bo'limga keltiriladi;

c) shundan so'ng fotoelement qisqichlarda ko'rsatilgan qutbiylikka rioya qilib, o'lchagich simlar(fotoelementga birlashtirilgan) bilan ulanadi.

2. Binoning ichidagi yoritilganlikni o'lchash pereklyuchatelning "500 lx" gacha chegaraga qo'yilgan xolatidan boshlanadi. Bunda strelka 10 tadan kam bo'limga og'sa, pereklyuchatelni "100lx" chegaragacha, 10 ta bo'limdan kamni ko'rsatsa, uni "25 lx" chegarali xolatga o'tkazish kerak.

3. Binoning ichkarisida quyosh yorug'ligi bevosita tushadigan joylardagi va tashqaridagi tabiiy yoritilganlikni o'lchashlarni fotoelementga yutgichni qoplagan xolda bajarish kerak. Bunda pereklyuchatel " 500lx" xolatga qo'yiladi. Strelka 10 tadan kam bo'limga og'sa, pereklyuchatelni yana kamroq chegarali xolatlarga o'tkaziladi. Lyuksmetr bilan o'lchashda maksimal xatolik shkalaning boshlariga to'g'ri keladi. Shuning uchun katta aniqlik bilan o'lchashda strelka kamroq bo'limlarga og'sa, o'lchashlar pereklyuchatelning kam chegarali xolatlarida bajariladi.

4. Yoritilganlikni aniqlash uchun strelkaning shkaladan ko'rsatgan bo'limlari sonini, 1ta bo'lim qiymati va tuzatma koeffitsientiga ko'paytirish kerak. Ba'zi yorug'lik manbalari uchun tuzatma koeffitsientlar quyidagicha bo'ladi: 1ta bo'lim qiymati, pereklyuchatel ko'rsatayotgan o'lchash chegarasining asbob shkalasidagi bo'limlar soni nisbatiga teng.

Har xil yorug'lik manbalari uchun tuzatma koeffitsientlar

Tabiiy yorug'lik 0.8

Cho'g'lama lampalar 1

LD markali lampalar 0.88

LB markali lampalar 1.15

DRL markali lampalar 1.20

Fotoelementga yutgich qoplab o'tkazilgan o'lchashlarda esa dastlabki ko'paytirishlardan chiqqan natijani yana 100 ga ko'paytirish kerak. Masalan, fotoelementni yutgich bilan qoplab tabiiy yoritilganlikni o'lchashda o'lchagich strelkasi 0 dan 100 lk gacha chegarali shkaladan 40 – bo'limni ko'rsatsin. Bu xolda yoritilganlik $40 \frac{100}{50} \cdot 0,8 \cdot 100 = 6400 \text{ lk}$ ga teng bo'ladi:

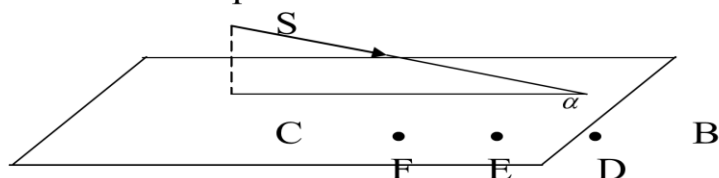
5. O'lchashlarni agrometeorologiya laboratoriyasi xonasida, koridorda, tashqarida (yoki ochiq deraza oldida) o'tkazish tavsiya qilinadi. Lyuksmetr bilan o'lchash fotoelement va yutgichlar toza qilib artilgandan keyin bajarilishi lozim. Asbobni lyuksmetr o'lchagichda ko'rsatilgan chegaradan oshiq yoritilganlikda ko'proq vaqt tutib turish qat'iyan man qilinadi.

Eslatma. Mashg'ulotdan tashqari vaqtda institut tajriba uchastkasida ekinlar ichidagi yoritilganliklarni o'lchang va o'zaro solishtiring.

A-ekranga, C–yorug'lik manбайдan yorug'lik biror α - burchak ostida tushsa. A-ekrandagi B–nuqtaning yoritganligi.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \quad (15.1)$$

Tenglama bilan aniqlanadi.



15.2 - rasm

Bunda I - S yorug'lik manbaining yorug'lik kuchi. r - S yorug'lik manбайдan B nuqtagacha bo'lgan masofa, α -yorug'likni ekranga og'ish burchagi. (15.1) tenglamadan ko'rinib turibdiki ekran bilan yorug'lik mabai orasidagi masofa r -qancha kichik bo'lsa, ekranni yoritilganligi shuncha katta bo'ladi, aksincha kichik bo'ladi. Xuddi shuningdek, α -burchagi qancha kichik bo'lsa, ekranning yoritilganligi shuncha katta bo'ladi. Masalan: $\alpha = 0$ bo'lsa, (15.1) tenglama maksimumga intiladi. Bu laboratoriya ishidan maqsad yoritilganlik qonuni (15.1) tenglamani to'g'ri ekanligini tajribada tekshirib ko'rishdan iboratdir.

Ishni bajarish tartibi

1. S lampochkani yoqib, $SB=r$ masofani o'lchaymiz, so'ngra $CB=q$ masofani o'lchaymiz. E qiymatini (15.1) formula yordamida topamiz. Bunda α ning son qiymatini trigonometrik jadval yordamida (sinuslar jadvali yordamida) aniqlaymiz.

2. S manbaining yorug'lik kuchi I ni elektr lampochkasining quvvati bo'yicha jadvaldan aniqlaymiz.

3. Aniqlangan α - yordamida $\cos \alpha$ qiymatini kosinuslar jadvalidan aniqlaymiz.

4. Aniqlangan $I, \cos \alpha$ larni (15.1) formulaga qo'yib E ning qiymatini aniqlaymiz.

5. Tajribani ekrandagi 2 va 3 ta nuqta uchun bajaramiz, ya'ni D, C, F, E -nuqtalar uchun 15.1-rasm. Bunda S, B, E, D larni ham oldingi usulda topib (1) tenglama yordamida E ni C, F, E, D, B -nuqtalar uchun aniqlaymiz, natijani quyidagi jadvalga yozib qo'yamiz.

6. Olingan natijalarni Lyuksmetr fotoelementini xisoblash olingan nuqtalarga qo'yib shu B, D, E, F nuqtalardagi yoritilganlikni aniqlab pribor ko'rsatishini, (15.1) formulada aniqlangan natijalar bilan taqqoslab (15.1) qonunni to'g'ri ekanligini tajribada isbot etiladi.

15.1-jadval

№	r	Q	α	$\cos \alpha$	I	E
1						
2						
3						

Sinov savollari

1. Yorug'lik deb nimaga aytiladi?
2. Yoritilganlik deb nimaga aytiladi?
3. Bir steradian deb nimaga aytiladi?
4. Yorug'lik kuchi masofa ortishi bilan qanday o'zgaradi?
5. Yoritilganlik yorug'likni tushish burchagiga bog'liqmi?
6. Yoritilganlik va yorug'lik kuchi orasidagi bog'liqlik?
7. Yoritilganlikni hisoblash formulasini tushuntiring.
8. Yorug'lik kuchini hisoblash formulasini tushuntiring.

№26 LABORATORIYA ISHI

FOTOELEMENTNING XOSSALARINI O'RGANISH.

Ishning maqsadi: Fotoeffekt hodisasi va uning qonuniyatlarini o'rganish; Fotoelement sezgirliğini aniqlash.

Kerakli asboblari: Selenli fotoelement, mikroampermetr, fotometriya qonuniyatlarini o'rganuvchi asbob, tok manbai, ulovchi simlar.

Nazariy ma'lumotlar

Fotoeffekt. Elektromagnit nurlar ta'sirida moddadan elektronlarning ajralib chiqishiga *fotoeffekt hodisasi* deyiladi. Fotoeffekt hodisasini birinchi marta 1887-yilda G.Gers kuzatgan. Gers razryadli ochiq konturda elektr tebranishlarini uyg'otish orqali elektromagnit to'lqinlar generatsiyasini hosil qilishda katodni ultrabinafsha nurlar bilan yoritilganda, razryadnikning metall elektrodleri orasida uchqunning uzunligi uzayishini kuzatgan yoki boshqacha aytganda, metall elektrodga tushayotgan ultrabinafsha nurlar katod va anod orasida hosil bo'ladigan uchqunning uzunligini uzaytiradi. Kuzatilgan bunday hodisaning mohiyati V.Galvaks, A.Stoletov, P.Lenard va boshqa olimlarning bu borada o'tkazgan tajribalarida tushuntirildi.

Gers kuzatgan hodisaning mohiyati shundan iboratki, manfiy zaryadlangan katodni ultrabinafsha nurlar bilan yoritilganda katod manfiy zaryadini yo'qotishi kuzatilgan. Musbat zaryadli anod yoritilganda zaryad yo'qotilishi kuzatilmagan. 1897-yilda J.J.Tomson elektronni kashf qildi. 1898-yilda Tomson va Lenardlar o'tkazgan tajribalarida modda yoritilganda undan ajralib chiqayotgan zarralarning magnit maydonida og'ishiga asoslanib, ularning solishtirma zaryadini (e/m kattalikni) aniqladilar. Bu bilan yorug'lik ta'sirida katoddan ajralib chiqadigan zarralar manfiy zaryadli elektronlar ekanligi aniqlandi. Yorug'lik ta'sirida (ultrabinafsha, ko'zga ko'rinadigan, infraqizil va boshq.) metallardan elektronlarning ajralib chiqishi *fotoelektrik effekt* yoki *fotoeffekt* deb ataldi. Yorug'lik ta'sirida metallardan ajralib chiqqan elektronlar fotoelektronlar deyildi.

Stoletov o'z tajribalari asosida fotoeffekt hodisasini o'rganish usullarini va asosiy miqdoriy qonunlarini ishlab chiqdi. Lenard katodga tushayotgan ultrabinafsha nurlar katod materialidan elektronlarni urib chiqarishini isbotladi.

Fotoeffekt hodisasi yorug'lik kvantlari metall atomlaridagi bog'langan elektronlar bilan ta'sirlashganda yuz beradi. Elektronning atomda bog'lanish energiyasi qancha katta bo'lsa, fotoeffekt hodisasi sodir bo'lishining ehtimoliyati shuncha katta bo'ladi. Bu ehtimoliyat σ_f – element zaryadi Z ga kuchli bog'liq, ya'ni

$\sigma_f \sim Z^5$. Bundan tashqi fotoeffekt hodisasi yorug'lik tushayotgan metallning

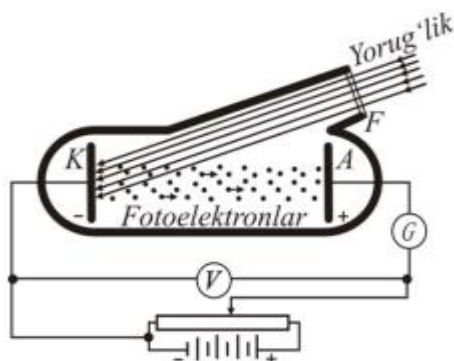
kimyoviy xossasiga, sirtining silliqiligi va tozalik darajasiga bog‘liqligi tajribada aniqlandi. Fotoeffekt hodisasi yuzaga kelishining zaruriy sharti yoritilayotgan metall ustki qatlamiga tushayotgan yorug‘likning sezilarli darajada yutilishidir. Fotoeffekt hodisasi metallar, dielektriklar, yarimo‘tkazgichlar, elektrolitlarda yuzaga keladi. Ishqoriy metallar – litiy, natriy, kaliy, rubidiy, seziy fotoelektrik ta’sirga juda sezgir, ko‘zga ko‘rinadigan nurlar ta’sirida ham fotoeffekt hodisasi hosil bo‘ladi. Erkin elektronlarda fotoeffekt hodisasi yuz bermaydi, chunki erkin elektronlar prinsipial ravishda yorug‘likni yuta olmaydi.

Fotoeffekt tashqi va ichki fotoeffektlarga ajraladi. Agar yoritilayotgan modda sirtqi qatlamidan elektronlar butunlay ajralib chiqib, boshqa muhitga o‘tsa (masalan, vakuumga) bunday hodisa tashqi fotoeffekt deyiladi. Tashqi fotoeffekt hodisasi 1887-yilda G.Gers tomonidan kashf qilingan.

Agar elektronlar faqat o‘z atomi bilan bog‘lanishni “uzib” chiqib yoritilayotgan modda ichida “erkin elektron”ga aylanib qolsa, bunday hodisa ichki fotoeffekt deyiladi. Ichki fotoeffekt hodisasi 1873-yilda U.Smit tomonidan kashf qilingan.

Ichki fotoeffektda tushayotgan yorug‘lik ta’sirida valent energetik zonadagi elektronlarning bir qismi o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tadi. Bunda yarimo‘tkazgichda tok tashuvchilar konsentratsiyasi ortadi va fotoo‘tkazuvchanlik yuzaga keladi. Ya’ni yorug‘lik ta’sirida yarimo‘tkazgichning elektr o‘tkazuvchanligi ortadi. Elektronlarning turli energetik holatlarda qayta taqsimlanishi yarimo‘tkazgichda ichki elektr maydonining o‘zgarishiga olib keladi. Bundan esa yoritilayotgan ikki turli yarimo‘tkazgichlar chegarasida elektr yurituvchi kuch (foto EYuK) paydo bo‘ladi yoki yoritilayotgan yarimo‘tkazgich va metall chegarasida ham foto EYuK yuzaga keladi. Chegara yaqinida o‘tish qatlami paydo bo‘ladi. Bu qatlam tokni faqat bir yo‘nalishda o‘tkazadi, ya’ni bu qatlam ventill xossalariga ega bo‘ladi.

Tashqi fotoeffekt metallarda kuzatiladi. Masalan, elektroskopga ulangan manfiy zaryadlangan rux plastinkasi ultrabinafsha nurlar bilan yoritilganda elektroskop tezda zaryadsizlanadi, agar plastinka musbat zaryadlangan bo‘lganda zaryadsizlanish kuzatilmaydi. Bundan ultrabinafsha nurlar metall plastinkadan (katoddan) manfiy zaryadlangan zararlarni ajratib chiqishini ko‘rish mumkin.

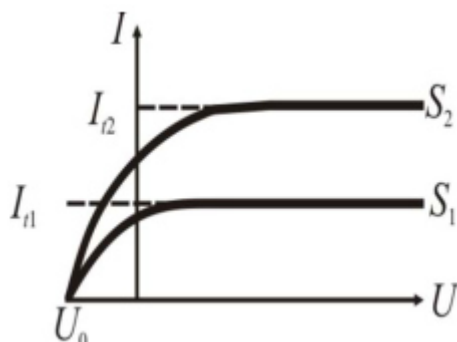


1 – rasm. Tashqi fotoeffekt hodisasi kuzatiladigan qurilma sxemasi

Tashqi fotoeffekt hodisasi kuzatiladigan qurilma sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Havosi soʻrib olinib yuqori darajada vakuum hosil qilingan shisha idish ichiga anod – A va katod – K joylashtirilgan boʻlib, ular orasida V – voltmetr bilan oʻlchanadigan potentsiallar farqi qoʻyilgan. Elektr zanjirida hosil boʻladigan elektr toki G – galvanometr bilan oʻlchanadi. Idish devoriga kvars “darcha” qoʻyilgan. Darchadan tushgan yorugʻlik nurlari bilan katod yoritilganda elektr zanjirida tok paydo boʻladi.

Bu tokni yorugʻlik taʼsirida katod sirtidan ajralib anodga tomon harakatlanayotgan manfiy zaryadli elektronlar hosil qiladi. Bunday hosil qilingan tok fototok deyiladi. Agar katod yoritilmasa elektr zanjirida fototok hosil boʻlmaydi.

Yorugʻlik intensivligi va chastota doimiy boʻlganda yorugʻlik intensivligi S_1 va S_2 boʻlgan hollar uchun fototokning katod va anod orasiga qoʻyilgan potentsiallar farqiga bogʻliqligini ifodalovchi egri chiziqlar 2-rasmda keltirilgan.



2 rasm. Fototokning katod va anod orasiga qoʻyilgan potentsiallar farqiga bogʻliqligi

Katod va anod orasidagi maydon tezlatuvchi maydon boʻlganda (katodda manfiy va anodda musbat) fototokning qiymati potentsiallar farqi U ga proporsional ravishda rasmda keltirilgandek ortib boradi.

Potentsiallar farqining biror qiymatidan boshlab fototok oʻzgarmay qoladi.

Rasmda egri chiziq gorizontol toʻgʻri chiziqqa oʻtadi. Bu chiziq maksimal tok kuchiga toʻgʻri keladi. Tok kuchining bunday maksimal qiymati toʻyinish toki deyiladi. Yorugʻlik taʼsirida katod sirtidan ajralgan fotoelektronlarning hammasi anodga kelib tushganda toʻyinish toki hosil boʻladi. Potentsiallar farqining bundan keyingi ortishi toʻyinish fototok kuchini oʻzgartirmaydi. Toʻyinish fototok kuchi yorugʻlik taʼsirida katoddan har sekunda chiqadigan elektronlar soni bilan aniqlanadi.

Lekin katodga tushayotgan yorugʻlik intensivligi oʻzgarganda, toʻyinish tokining qiymati ham oʻzgaradi. Buni 2-rasmdagi grafiklardan koʻrish mumkin. Grafiklarda $I_{t1} < I_{t2}$, chunki $S_1 < S_2$, rasmdan koʻrinishicha, katod va anod orasidagi potentsiallar farqi nolga teng ($U=0$) yoki $U < 0$ boʻlgan hollarda ham fototok yoʻqolmaydi, yaʼni

$U=0$ bo'lganda ham katoddan anodga tomon harakatlanayotgan elektronlar soni mavjudligi kuzatiladi. Bunday hol katod sirtidan qandaydir boshlang'ich tezlik bilan

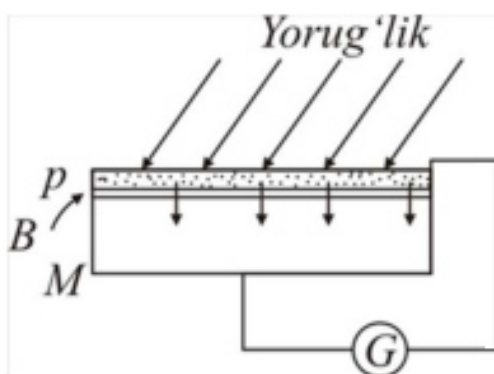
ajralib chiqayotgan elektronlar soni mavjudligini va ular anodga yetib bora olishini ko'rsatadi. Bu elektronlarni to'xtatish va fototokni yo'qotish uchun katod va anod orasiga tormozlovchi potentsiallar farqi ($U=-U_T$) qo'yish zarur. Tormozlovchi potentsiallar farqi yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lmaydi. Tormozlovchi potentsiallar katod sirtidan chiqayotgan elektronlar kinetik energiyasining ko'rsatgichidir. Katoddan chiqayotgan elektronlardan tezligi, ya'ni kinetik energiyasi eng katta bo'lgan elektronlarga anodga yetib boradi. Tormozlovchi potentsial U_T qo'yilganda katod sirtidan maksimal tezlik $v_{\max}$ bilan ajralgan elektronlar bu tezligini to'liq ravishda yo'qotadi, bunda fototok ham yo'qoladi. U vaqtda energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$e \cdot U_T = \frac{1}{2} m_e \cdot v_{\max}^2 \quad (1)$$

Bu formulada m_e – elektron massasi, e – uning zaryadi, $v_{\max}$ – elektronning maksimal tezligi, U_T – tormozlovchi potentsial.

Tormozlovchi potentsiallar farqining qiymatlarini tajribada o'lchab, elektronlarning bu qiymatlarga to'g'ri keladigan kinetik energiyalarini (1) formula yordamida hisoblash mumkin.

2-rasmdagi grafiklarda ko'rsatilgan to'yinish fototokining mavjudligi va to'yinish fototoki kuchining I_f yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsionalligi, katod sirtidan vaqt birligida urib chiqarilgan elektronlar soni yorug'lik intensivligiga proporsionalligini ko'rsatadi. Bunday bog'lanish Stoletov tomonidan tajribada aniqlangan.



3 – rasm. Yorug'lik chastotasi va tormozlovchi potentsiallar farqi orasidagi bog'lanish

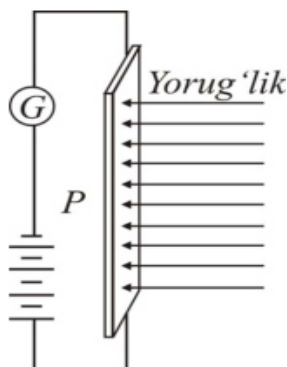
3-rasmda yorug'lik chastotasi va tormozlovchi potentsiallar farqi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi grafik tasvirlangan. Bu grafik tajriba natijalari asosida

chizilgan. Rasmdan ko‘rinishicha, tormolovchi potentsiallar farqi U_T ning qiymati (ya’ni fotoelektronlarning maksimal tezligi) va yorug‘lik chastotasi orasida chiziqli bog‘lanish mavjud. Chastotaning biror ν_q qiymatida fotoelektronlarning tezligi nolga teng bo‘ladi. Chastotaning bu qiymati chegara hisoblanadi. Bu shunday chegaraviy chastotaki, bu chastotadan past chastotalarda fotoeffekt kuzatilmaydi. ν_q – fotoeffekt sodir bo‘lishining chegaraviy chastotasi yoki fotoeffektning “qizil” chegarasi deyiladi, ya’ni $\nu_{ch} = \nu_q$ bo‘ladi. $\nu < \nu_q$ chastotali yorug‘lik fotoeffekt hodisasini yuzaga keltirmaydi. Fotoeffekt $\nu > \nu_q$ chastotali yorug‘lik ta’sirida kuzatiladi. Chegaraviy chastota (ν_{ch})ga mos bo‘lgan to‘lqin uzunligi λ_q ham fotoeffektning **qizil chegarasi** deb aytiladi, ya’ni

$$\lambda_q = \frac{c}{\nu_q} \quad (2)$$

O‘lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi

Selenli fotoelementda temir plastinkasi M ning sirti selen qatlam bilan qoplangan bo‘ladi. Buning sirtidan esa yarim tiniq oltin yoki boshqa modda P yupqa qatlam surtiladi. Selen va oltin qatlamlari chegarasida biriktiruvchi B qatlam hosil bo‘ladi. Agar oltin qatlami temir plastinka orqali galvanometr ga ulangan bo‘lsa, selen qatlamiga yorug‘lik kvantlari kelib tushishi natijasida selen atomlaridan fotoelektronlarni urib chiqarish kuzatiladi.



4 – rasm. Yarimo‘tkazgichli fotoelement

Bunday fotoelementlar yordamida yorug‘likning nurlanishi energiyasini to‘g‘ridan to‘g‘ri elektr toki energiyasi ko‘rinishiga o‘tkaziladi.

Fotoelementning sezgirligi γ deb, fotoelementda hosil bo‘ladigan fototok i kattaligining fotoelementga tushadigan yorug‘lik oqimi Φ ga bo‘lgan nisbatiga aytiladi.

$$\gamma = \frac{i}{\Phi} \quad (3)$$

formuladagi yorug‘lik oqimi, $\Phi = ES$ ekanligidan foydalanamiz, E – yoritilganlik, S – yorug‘lik tushadigan yuza. Yoritilganlik qonuniyatiga ko‘ra

$$E = \frac{J}{r^2}$$

ga teng bo'ladi.

Agar yorug'lik oqimi fotoelement yuzasiga normal bo'yicha tushadigan bo'lsa, (3) formulani quyidagicha ko'rinishda yozamiz:

$$\gamma = \frac{i}{\Phi} = \frac{i}{E \cdot S} = \frac{i \cdot r_0^2}{J \cdot S} \quad (3a)$$

bu yerda J – yorug'lik manbaining yorug'lik kuchi hisoblanadi, r_0 – yorug'lik manbai bilan fotoelement orasidagi masofa, S – fotoelementning yorug'likka sezgir bo'lgan qismining yuzasi.

Bu yuza kattaligini diafragma o'gartirish bilan turlicha qilish mumkin. Demak, S ni diafragma diametri orqali ifodalash mumkin, ya'ni:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Bizning ishda diafragma diametri. $D = 2$ sm.

Bundan foydalanib, (3) formulani quyidagicha ko'rinishda ifodalaymiz:

$$\gamma = \frac{4 \cdot i \cdot r_0^2}{J \cdot \pi \cdot D^2} \left[\frac{mkA}{kd} \right] \quad (4)$$

formula fotoelement sezgirligini tajribada aniqlashga imkon beradi.

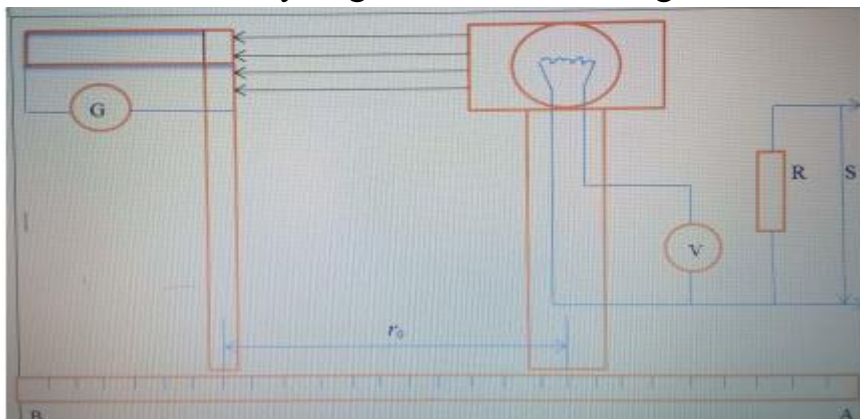
Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarishdan oldin fotometriya qonunlarini o'rganuvchi asbob tuzilishi bilan qisqacha tanishib o'tmoq lozim.

Asbob gorizontal taglikka (stolik) o'rnatilgan, ochilish va (yopilish) imkoniyatigaega bo'lgan temir trubkadan iborat. Bu trubkaning chap tomonida, alohida bo'lgan qismida selenli fotoelement o'rnatilgan. Bu fotoelementning ikkita qutbiga ulangan simlar orqali ikkita kontakt chiqarilgan bo'ladi. Ishni bajarish vaqtida shu ikki kontaktlar mikroampermetrga ulanadi

Ochilib yopiladigan temir trubkaning ichiga yorug'lik manbai sifatida elektr lampochkasi o'rnatilgan bo'ladi. Bu lampochkani trubka uzunligi chegarasida har tomonga siljitish mumkin. Bunday yorug'lik manbaini fotoelementdan turli xil uzoqliklarga o'rnatish imkonini beradi. Fotoelement yoritilishining masofaga bog'liq qonuniyatlarini o'rganishga imkon beradi. Fotoelement bilan yorug'lik manbai orasidagi masofaning o'zgarishlari temirli trubka ostiga o'rnatilgan va santimetrli shkalaga bo'lingan qismidan aniqlab olinadi. Asbobda o'tkaziladigan barcha tajribalarni bajarishda xonani qorong'i qilishga ehtiyoj yo'q. Chunki shu temirli trubka tashqi tushadigan yorug'liklardan fotoelementni ishonchli himoya qila oladi. Shu sababli tashqi yorug'lik tushib turganida ham tajriba o'tkazish mumkin. Qurilmaning elementar sxemasi 5-rasmda ko'rsatilgan.

Rasmda ko'rsatilgan AB optik taglik. Unda siljish imkoniyatiga ega bo'lgan yorug'lik manbai qo'yilgan. F – selenli fotoelement, G – mikroampermetr (yoki galvonometr), L – yorug'lik manbai, V – voltmeter, R – potensiometr, $\sim$ – tok manbai, r_0 – fotoelement bilan yorug'lik manbai orasidagi masofa.



5-rasm. Asbobning umumiy sxemasi

Yorug'lik manbai tok manbaiga ulanadi, unga ma'lum bir kuchlanish beriladi. Shu kuchlanishda yonadigan lampochkaning yorug'lik kuchi aniqlanadi (laborant yoki o'qituvchi tomonidan aytiladi).

Fotoelement bilan yorug'lik manbai o'zaro ma'lum bir masofaga o'rnatiladi. Masofa shunday tanlanishi kerakki, mikroampermetr strelkali shkalasining yarmidan ko'prog'iga og'adigan bo'lsin.

Mikroampermetr strelkasiga qarab fototok kattaligi lampochka bilan fotoelement orasidagi r_0 masofa aniqlab olinadi.

Fotoelement diafragmasining diametri D o'lchab olinadi ($D = 2$ sm).

Fotoelement bilan lampochka orasidagi masofani juda ozgina bir necha millimetrdan santimetr gacha o'zgartirib, i va r_0 lar 5-7 marta takroriy aniqlanadi. Olingan natijalar (3) formulaga qo'yiladi va har bir r_0 hamda i ning qiymatlariga mos keladigan γ qiymatlari hisoblab topiladi. Olingan natijalarning barchasi quyidagi jadvalga yoziladi.

N_0	$I_0, (mA)$	$r_0, (cm)$	$\gamma, \left[\frac{mA}{kd} \right]$	$\Delta\gamma, \left[\frac{mA}{kd} \right]$	$\Delta\gamma = \gamma \pm \Delta\gamma \cdot \tau$

Nazorat savollar va topshiriqlar

1. Fotoeffekt hodisasi va uning qonuniyatlari haqida gapiring.
2. Fotoeffekt hodisasini yorug'likning to'liq tabiatiga ko'ra tushuntirib bo'ladimi?
3. Elektronlar chiqish ishining fizik mohiyatini tushuntiring.
4. Ichki va tashqi fotoeffektlarning o'zaro farqi haqida gapiring.

№27 LABORATORIYA ISHI

FOTOELEKTRIK KOLORIMETR YORDAMIDA SUYUQLIKLAR TARKIBINI O'RGANISH

Ishning maqsadi. KFK-2 fotoelektrik kolorimetrining tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. Darajalash egri chizig'i yordamida eritmada moddaning konsentratsiyasini aniqlashni o'rganish.

Kerakli asbob-uskunalar: KFK-2 fotoelektrik kolorimetr, millimetrli qog'oz, chizg'ich (lineyka), qalam,

I. Nazariy ma'lumotlar

Nurlanish oqimi qisman yutuvchi muhitdan o'tganda (1-rasm), Buger-Lambert-Ber qonuniga ko'ra o'tgan oqim I ning intensivligi

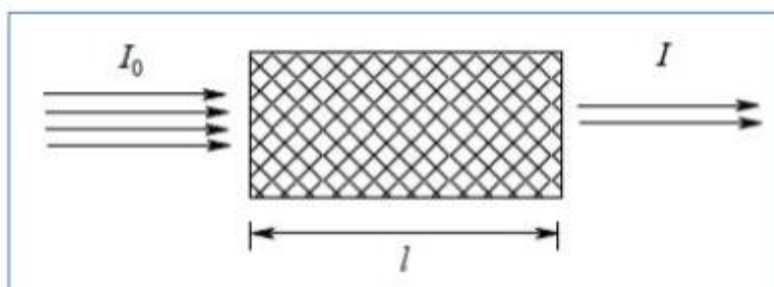
$$I = I_0 \cdot 10^{\varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot C} \quad (1)$$

Bu yerda I_0 - yutuvchi muhitga (eritmaga) kelayotgan nurlanish oqimining intensivligi; ε_{λ} - berilgan to'lqin (λ) uzunligidagi molyar yutilish koeffitsienti; l - yutuvchi qatlamning kyuvetaning) qalinligi; C - yutuvchi moddaning (eritmada) konsentratsiyasi, mol/dm³.

Yoki logarifmik shaklda yozsak:

$$\begin{aligned} \lg I &= \lg I_0 - \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot C \\ \lg \left(\frac{I_0}{I} \right) &= A = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot C \end{aligned} \quad (2)$$

$\lg \left(\frac{I_0}{I} \right)$ – qiymatni (2) eritmada moddaning nurlarni yutish sig'imini xarakterlovchi optik zichlik deyiladi.



1 - rasm. Eritma qatlamidan yorug'lik oqimining o'tish sxemasi

Analitik amaliyotda, fotometrik aniqlashning asosiy jarayonining mohiyatini, ya'ni optik diapazonning elektromagnit nurlanishining kvantlarini analitik shaklda yutilishini ta'kidlash uchun, bu kattalikni yutilish yoki nurlanish (yorug'lik) yutilishi deb ataladi va shartli ravishda A harfi bilan belgilanadi. Yutuvchi qatlamning doimiy

qalinligida bir qator analitik aniqlashlar bajariladi. Endi o'rganayotgan Qonunimizni ta'riflash fursati keldi, demak: **Buger-Lambert-Ber qonuni: eritmaning optik zichligi moddaning konsentratsiyasiga va yutuvchi qatlam qalinligiga to'g'ri proporsional.**

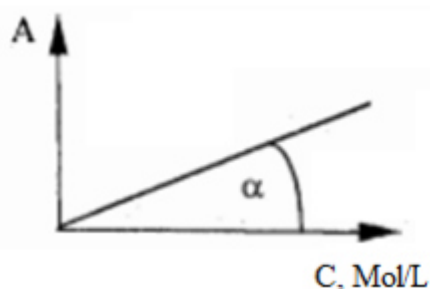
Nurlanish (yorug'lik) yutilishi (absorbtsiyasi) qiymati A ni bevosita asbob shkalasidan o'qish mumkin. Biroq ayrim asboblarda faqat nurlanishni o'tkazish shkalasiga - T (%) ega:

$$T = \left(\frac{I_0}{I} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

Shuning uchun fotometrik aniqlashlarni bajarishda bunday qurilmalarning o'qishlari formula bo'yicha absorbtsiya uchun qayta hisoblanishi kerak:

$$A = \lg \left(\frac{1}{T} \right) \cdot 100 = 2 - \lg T \quad (4)$$

Amalda A ning doimiy l da aniqlanayotgan modda konsentratsiyasiga bog'liqligi va analitik aniqlashning aniq sharoitlarida darajalash grafigi – koordinatalar boshidan chiqib o'tuvchi to'g'ri chiziq ko'rinishida tasvirlanadi (2 - rasm).



2 – rasm. Darajalash grafigi

Bu holda uslubning aniqlanish chegarasini aniqlovchi ε_λ molyar yutilish koeffitsienti, agar konsentratsiya, mol/L bilan ifodalansa, darajalash chizig'ining abssissa o'qiga og'ish burchagining tangensiga teng bo'ladi. Agar konsentratsiya massa birliklarida ifodalansa, burchak koeffitsienti yutilish koeffitsienti K ga teng bo'ladi. Darajalash grafigining konsentratsiya o'qiga nisbatan burchagi qancha kichik bo'lsa, bu fotometrik usul shuncha sezgir bo'ladi.

Optik zichlikni (ε_λ ni) berilgan oldindan ma'lum konsentratsiyadagi eritmalarining optik zichligini o'lchash yo'li bilan quyidagi formulaga asosan hisoblash mumkin:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{A_{\min}}{l \cdot C}$$

Bundan tashqari, tayyor jadval ma'lumotlaridan foydalanish ham mumkin.

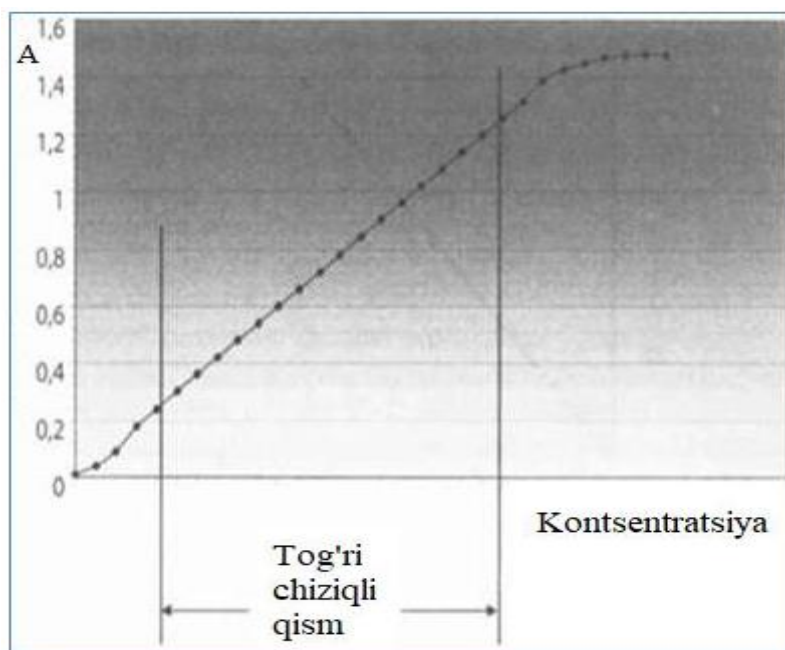
Molyar yutish koeffitsientining nazariy qiymati $\varepsilon_\lambda \cong n \cdot 10^5$ ga tengdir.

Eng kuchli rangdor birikmalar uchun bu qiymat odatda $\varepsilon_{\lambda} \cong n \cdot 10^4$. Bunday holda, Buger-Lambert-Ber qonuni tenglamasidan foydalanib (2 formula) aniqlanayotgan moddalarning konsentratsiyasini oralig'ining quyi chegarasini C_{min} quyidagi formulaga asosan aniqlash mumkin:

$$C = \frac{A_{min}}{l \cdot \varepsilon_{\lambda}} \quad (5)$$

Agar $l=1$ cm va $A_{min}=0.005$ faraz qilsak, $C_{min}=0,005/(10^4 \cdot 1) = 5 \cdot 10^{-7}$ mol/L ga teng. Agar aniqlash chegarasini yanada pasaytirish zarur bo'lsa, yutuvchi qatlam qalinligini oshirish yoki moddani, masalan, ekstraktsiya yo'li bilan konsentrlash mumkin. Kyuvetaning devorlari tushayotgan nurlanishning bir qismini tarqatadi va uni eritma bilan birgalikda qisman yutilishiga olib keladi. Bu ta'sirni kompensatsiyalash (qoplash) uchun amalda I_0 ni o'lchash uchun bir xil kyuvetaga to'ldirilgan sof erituvchidan foydalaniladi.

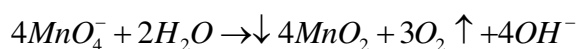
Buger – Lambert – Ber qonunidan istisnolar. Buger-Lambert-Ber qonuni faqat ma'lum sharoitlarda suyultirilgan eritmalar uchun qat'iy amal qiladi. Demak, juda konsentrlangan eritmalar tahlildan oldin bir necha marta suyultirish maqsadga muvofiqdir. Analitik maqsadlar uchun shartlar quyidagicha: - tanlangan analitik reaksiya va kimyoviy sharoit bilan aniqlanadigan eritmadagi yutuvchi zarrachalarning tarkibi va yutuvchi zarrachalarning o'zgarmasligi; - asosan fotometrik qurilmaning loyihaviy xususiyatlari, xususan, nurlanishni monoxromatizatsiya uslubi bilan bog'liq bo'lgan namunadan o'tuvchi nur oqimining monoxromatikligi, uning chegaralangan intensivligi va parallelligi; - haroratning doimiyligi. Agar analitik shakldagi eritma Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunmasa, bu eritmadagi moddaning konsentratsiyasini darajalash to'g'ri chizig'iga muvofiq aniqlashda sistematik xatoliklarga olib keladi.



3–rasm. Kotsentratsiya va optik zichlikning (A) bog'liqligi (*Konsentratsiya va optik zichlikning (A) bog'liqligining Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunadigan to'g'ri chiziqli qismidagina aniq natijalarga erishish mumkin*).

Shuni ta'kidlash kerakki, darajalash grafigining izchil takrorlanadigan noto'g'ri chiziqligi bilan yetarlicha aniq tahlil natijalarini olish ham mumkin emas (3 rasm). Biroq yechimning analitik shaklini umuman Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi hali ham fotometrik tahlilda foydalanishning asosiy sharti bo'lib qolmoqda. Buger-Lambert-Ber qonuniga rioya qilmaslik sabablari fizik-kimyoviy va instrumental omillar bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham ko'rinadigan va UB nurlanish spektroskopiyasida A ning miqdori 0.1 dan 1.0 gacha bo'lishini kuzatib borish kerak. $A < 0.1$ bo'lganida tahlilning xatolik darajasi juda yuqori bo'ladi, $A > 1.0$ da esa Buger-Lambert-Ber qonuni ko'pchilik hollarda ishlamaydi. Fizik-kimyoviy sabablar yutuvchi moddaning asosiy modda bilan raqobatlashadigan reaksiyalarda, ayniqsa eritma kotsentratsiyasining ortishi bilan (assotsiatsiya, polimerlanish, murakkablashish va hokazo jarayonlar bilan bog'liq.); shuningdek eritma konsentratsiyasining kamayishi bilan (dissotsiatsiya, gidroliz, solvatsiya jarayonlari) bo'lishi mumkin.

Misol : Suvli eritmalaridagi MnO_4^- -ionlari sxema bo'yicha suv bilan reaksiyaga kirishadi:



$KMnO_4$ kotsentratsiyasi ortishi bilan katalitik parchalanish jarayonlari tezlashadi, bu esa MnO_4^- – kotsentratsiyasining pasayishi bilan kechadi, natijada yorug'lik yutilishining asosiy qonunidan chetga chiqadi. Shuning uchun fotometrik o'lchashlar uchun faqat kam kotsentratsiyali yangi tayyorlangan $KMnO_4$ eritmalaridan foydalaniladi. Buger-Lambert-Ber qonunidan og'ishlarga olib keladigan instrumental omillar yorug'lik oqimining yetarli monoxromatikligi bilan bog'liq va fotoelektrokolorimetrlarda ishlaganda ko'pincha namoyon bo'ladi. Bu qurilmalarda «monoxromatizatsiya»ga nurlanishni ma'lum to'lqin uzunliklari oralig'ida uzatuvchi yorug'lik filtrlari orqali erishiladi. Nurlanishni yetarlicha keng to'lqin uzunligida uzatuvchi an'anaviy yorug'lik filtrlari bilan ishlaganda o'lchash natijasi integral yutilish hisoblanadi. Yutuvchi moddaning kotsentratsiyasi oshgan sari yutilish yo'lagingining konturi yoki spektrning biror qismi o'zgarishi mumkin. Shuning uchun, ushbu maydonga mos keladigan to'lqin uzunligi oralig'ida o'lchangan yutilish kotsentratsiyaning ortishi bilan juda ramziy bog'liq emas. Bu holda integral yutilish bilan yutuvchi modda kotsentratsiyasi orasidagi bevosita mutanosiblik munosabati buziladi. Bu hodisa ko'pincha sariq rangli eritmalar va eski modellardagi qurilmalarda kuzatiladi. Kam yo'lakli yorug'lik filtrlaridan foydalanilganda (masalan interferentsiyali), shuningdek, zamonaviyroq va mukammalroq qurilmalar - spektrofotometrlarda ishlaganda bu ta'sir juda kamayadi yoki umuman yo'q qilinadi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan istisnolar bizga shundoq bo'lib tuyuladi xolos; chunki aslini olganda nur yutilishining asosiy qonuni (Buger-Lambert-Ber qonuni) buzilmaydi, bunda nur yutuvchi zarralar soni o'zgarganligi yoki qurilma eritmada o'tgan yorug'lik oqimining haqiqiy intensivligini noto'g'ri qayd etilganligi uchun bu og'ishlar yuz beradi. Amaliyotda, standart eritmalar yordamida eksperimental tarzda o'rnatilgan grafik $A=c$ mavjud bo'lganda analitik o'lchashlar nur yutilishining asosiy qonuniga qat'iy rioya qilmagan holda ham amalga oshirilishi mumkin.

Spektrofotometrik usul o'rganilayotgan moddaning maksimal yutilish egri chizig'iga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligida (monoxromatik nurlanish) yutilish spektrini aniqlash yoki yorug'likning yutilishini (ultrabinafsha, spektrning ko'rinadigan yoki infraqizil sohalarida) o'lchashni o'z ichiga oladi. .

Fotometrik usul yutilish spektrini aniqlashga yoki spektrning ko'rinadigan qismida yorug'lik yutilishini o'lchashga asoslangan. Spektrofotometrik usuldan farqli o'laroq, fotometrik usul keng polosali yorug'lik filtrlari orqali o'tadigan yorug'lik nurlanishidan foydalanadi.

Fotometrik usul hozirgi vaqtda amaliyotda qo'llaniladigan va eng keng tarqalgan hamda nisbatan sodda tahlil usullaridan biridir. Ushbu usul bilan aniqlashni amalga oshirish ikkita asosiy jarayonni o'z ichiga oladi: **sinov komponentini yorug'likni yutuvchi birikmaga aylantirish va eritmada yorug'lik yutilishi orqali uni konsentratsiyasini aniqlash.**

Texnik shartlarga qarab, eritmaning konsentratsiyasini o'lchash mumkin:

- vizual (kolorimetrik) - o'rganilayotgan eritmaning rangi va rang intensivligini etalon eritmaning rangi va rang intensivligi bilan taqqoslash orqali. Ushbu usul **kolorimetrik** deb ataladi va hozirda nisbatan kam qo'llaniladi;
- fotokolorimetrik - yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi fotoelementlar (fotoelsktrokolorimetrlar) bilan jihozlangan asboblari va yorug'lik filtrlari yordamida spektrning ma'lum bir tor sohasini tanlab olish yo'li bilan eritma konsentratsiyasi aniqlanadi. Ushbu usul **fotokolorimetrik** deb ataladi va kolorimetrikdan sezilarli afzalliklarga ega, chunki u ob'ektiv va vizual taqqoslashni amalga oshirayotgan kuzatuvchining xususiyatlariga bog'liq emas.

Fotometrik aniqlashda aniqlanayotgan eritmaning konsentratsiyasi darajalash grafigi yordamida topiladi. Buning uchun ketma-ket suyultirish yo'li bilan o'rganilayotgan eritmaning 5-6 ta etalon eritmaları seriyasi tanlanadi va ularning optik xususiyatlari o'lchanadi.

Abtsissalar o'qi bo'yicha o'rganilayotgan komponentlarning standart eritmalarining konsentratsiyalari va ordinata o'qi bo'yicha eritmalarining optik zichligi chizilgan darajalash grafigi tuziladi. Keyin tekshiriluvchi eritmaning optik zichligi o'lchanadi va uning qiymati darajalash grafigiga chiziladi.

Abtsissalar o'qi bo'yicha o'rganilayotgan etalon eritmalarining konsentrasiyalarining tarkibiy qismlari va ordinata o'qi bo'yicha esa eritmalarining optik zichligi chizilgan darajalash grafigi tuziladi. Keyin o'rganilayotgan eritmaning optik zichligi o'lchanadi va uning qiymati darajalash grafigiga chiziladi. Abscissa o'qiga perpendikulyar chiziq tushirish orqali tahlil qilinadigan eritmaning konsentratsiyasi aniqlanadi. Eritmaning yorug'lik yutilishini o'lchash uchun hozirda ФЭК-60, КФК-2 va boshqalar kabi fotokolorimetrlar qo'llaniladi.

Fotometrik usulning afzalligi uning yuqori sezuvchanligi, 15-20% xatoligi va keng doiradagi moddalarni aniqlash uchun foydalanish imkoniyatidir.

Fotometrik usul ko'plab tarkibiy qismlarni, asosan biogen elementlarning birikmalarini, og'ir metallarni, ifloslantiruvchi moddalarning asosiy guruhlarini: fenollarni, yuvish vositalarini, neft mahsulotlarini va o'ziga xos moddalar va boshqalarni aniqlashda qo'llaniladi.

Optik usullardan foydalangan holda gidrokimyoviy tadqiqotlarni boshlashdan oldin fotoelektrokolorimetrlarning tuzulishi, ishlash prinsipi va ishlash tartibini diqqat bilan o'rganish kerak.

KFK-2 fotoelektr konsentratsion kolorimetr. KFK-2 315-980 nm to'lqin uzunligi diapazonidagi yorug'lik filtrlari tomonidan chiqariladigan ma'lum sohalarida, suyuq eritmalar va qattiq moddalarning o'tkazuvchanligi va optik zichligini o'lchash, shuningdek, darajalash grafiklarini tuzish orqali eritmalaridagi moddalar konsentratsiyasini aniqlash uchun mo'ljallangan.

Kolorimetr shuningdek, o'tadigan yorug'likdagi tarqaladigan suspenziyalar, emulsiyalar va kolloid eritmalarining o'tkazuvchanligini o'lchash imkonini beradi.

Kolorimetr suv ta'minoti korxonalarida, metallurgiya, kimyo, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo'jaligi, tibbiyot va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida qo'llaniladi. Kolorimetrning normal ish sharoitlari: atrof-muhit harorati (20+5)°C, havoning nisbiy namligi 45-80%, tarmoq kuchlanishi (220+4,4) V, 50 Hz.

KFK-2 fotoelektrik kolorimetri tuzilishi va ishlash prinsipi.

Ishlash printsipi. Fotoelektrik kolorimetrini o'lchash prinsipi shundaki, yorug'lik oqimlari fotodetektorga navbat bilan yuboriladi: o'rganilayotgan muhitdan umumiy $F^{0\lambda}$ va F^λ o'tadi va bu oqimlarning nisbati aniqlanadi. Oqim nisbati - o'rganilayotgan eritmaning o'tkazuvchanligi τ :

$$\tau = \frac{F^\lambda}{F^{0\lambda}} 100\%$$

Kolorimetrda bu nisbat quyidagicha aniqlanadi. Birinchi, yorug'lik nuriga erituvchi yoki tekshiriladigan eritmasi solingan kyuveta joylashtiriladi. Kolorimetrning sezgirlikni o'zgartirish orqali n_1 kolorimetrning o'tkazuvchanlik shkalasidagi ko'rsatkich 100 ballga teng bo'lishi ta'minlanadi. Shunday qilib, umumiy yorug'lik oqimi $F^{0\lambda}$ shartli ravishda 100% deb qabul qilinadi. Keyin yorug'lik nuriga tekshiriladigan eritma solingan kyuveta

qo'yiladi, natijada o'tkazuvchanlik shkalasidagi n_2 ko'rsatkichi F^λ ga to'g'ri keladi. Binobarin, tekshirilayotgan eritmaning foizda o'tkazuvchanligi n_2 ga teng bo'ladi, ya'ni.

$$\tau\% = n_2.$$

Optik zichlik D formula bilan aniqlanadi:

$$D = -\lg\left(\frac{F^\lambda}{F^{0\lambda}}\right) + \frac{\lg \tau}{100} = 2 - \lg \tau \quad (6)$$

Kolorimetr qurilmasi. KFK-2 ikkita asosiy blokga ega - optik blok va tok manbai. KFK-2 ning umumiy ko'rinishi rasmda ko'rsatilgan. 1, 2 va 3.



4 – rasm. KFK-2 ning umumiy ko'rinishi

Optik blokga quyidagilar kiradi: yoritgich; optika, yorug'lik filtrlari, kyuvetka bo'linmasi bilan ramka; kyuveta ushlagichi, doimiy tok kuchaytirgichi va boshqaruv elementlari bo'lgan fotometrik qurilma; qayd qilish qurilmasi. Elektr ta'minoti kuchlanish stabilizatorlarini va quvvat transformatorini o'z ichiga oladi.

Foydalanish bo'yicha umumiy ko'rsatmalar.

1. Filtrlarni almashtirishda " ЧУВСТВТЕЛЬНОСТЬ" tugmasi "1" holatida bo'lishi kerak va 6-tugmani - " УСТАНОВКА 100 ГРУБО" - chap holatning oxirigach burab qo'ying (minimal sezgirlik). Bu yozish moslamasini ortiqcha yuklanishdan va uning shikastlanish ehtimolidan himoya qiladi.
2. Kolorimetrning old panelida qizil rang bilan belgilangan 315, 364, 400, 440, 490, 540 nm filtrlar bilan o'lchashda "ЧУВСТВТЕЛЬНОСТЬ" tugmachasini "1", "2", "3" pozitsiyalaridan biriga o'rnatish.
3. Kyuvetkalarining ishchi yuzalarini har bir o'lchashdan oldin spirt-efir aralashmasi bilan yaxshilab artib olish kerak. Kyuvetkalarni ushlagichga o'rnatayotganda, yuzalarning ish joylariga (kyuvettadagi suyuqlik darajasidan past) tegmang.

4. Kyuvetaning ishchi yuzalarida ifloslantiruvchi moddalar yoki eritma tomchilarining mavjudligi noto'g'ri o'lchov natijalariga olib keladi.
5. Kyuvetaning yon devoridagi belgigacha suyuqlik quyung. Kyuvetka ushlagichiga o'rnatayotganda uni suyuqlik bilan og'ishiga yo'l qo'ymang.
6. Yorug'lik filtrini almashtirgandan so'ng va kolorimetрни kyuvetka bo'linmasining qopqog'ini uzoq vaqt ochiq qoldirgandan so'ng (5 daqiqadan ko'proq), o'lchovlar fotodetektorning yoritilgach besh daqiqadan keyin boshlang.

Xavfsizlik bo'yicha ko'rsatmalar.

1. Kolorimetrda ishlash chang, bug'lar, kislotalar va ishqorlardan tozalangan toza xonada amalga oshirilishi kerak.
2. Talabanning ishida noqulaylik tug'diradigan katta hajmli mahsulotlar kolorimetr yaqinida joylashtirilmassligi kerak.
3. Kolorimetrning ishchi qismlariga doimiy to'siqlarga kirib borish, lampalarni almashtirish va noto'g'ri qismlarni almashtirish bilan bog'liq barcha sozlash ishlari kolorimetрни elektr tarmog'idan uzgandan keyin amalga oshirilishi kerak.
4. Ishlash vaqtida kolorimetr ishonchli tarzda erga ulangan bo'lishi kerak.

Ishga tayyorgarlik.

1. O'lchovlarni boshlashdan 15 daqiqa oldin kolorimetрни rozetkaga ulang. Isitish vaqtida kyuveta bo'limi ochiq bo'lishi kerak (bu holda fotodetektorlar oldidagi parda yorug'lik nurini to'sib qo'yadi).
2. O'lchov turi uchun zarur bo'lgan rang filtrini kiriting.
3. Kolorimetrning minimal sezuvchanligini belgilang. Buning uchun " ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ " tugmachasini "1" holatiga, " УСТАНОВКА 100 ГРУБО " tugmachasini chap holatning oxirigacha burab qo'ying.
4. O'lchashdan oldin va fotodetektorlarni almashtirishda, kyuveta bo'limi ochiq holda kolorimetr ignasi T o'tkazuvchanlik shkalasida "0" ga o'rnatilganligini tekshiring. Ko'rsatkich nol holatidan harakat qilganda, uyaning ostida joylashgan " НУЛЬ " potansiyometri yordamida u nolga keltiriladi.

O'tkazuvchanlik koeffitsiyentini o'lchash

1. Yorug'lik nurida o'lchovlar o'tkazilayotgan etalon eritmani yoki nazorat eritmasi bilan kyuvetani joylashtiring.
2. Kyuvetka bo'linmasining qopqog'ini yoping.
3. " ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ " va " УСТАНОВКА 100 ГРУБО " va " ТОЧНО " tugmalaridan foydalanib, kolorimetr shkalasida ko'rsatkichni 100 ga o'rnatish. " ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ " "1", "2", "3" uchta pozitsiyadan birida bo'lishi mumkin.

4. Keyin 4-tugmachani burab (2-rasm) kyuvetani erituvchi yoki nazorat eritmasi bilan tekshiriluvchi eritma bilan almashtiring.



5– rasm. KFK-2 ning orqa ko'rinishi

5. Tekshirilayotgan eritmaning o'tkazuvchanligiga mos keladigan kolorimetr shkalasi bo'yicha ko'rsatkichni foizda yoki optik zichlik birliklarida D shkalasida oling.

6. O'lchovni 3-5 marta bajaring va olingan qiymatlarning o'rtacha arifmetik qiymati sifatida o'lchangan yakuniy qiymatini aniqlang.

Eritmaning konsentratsiyasini aniqlash

Eritmadagi moddaning konsentratsiyasini aniqlashda quyidagi ketma-ketlikka rioya qilish kerak:

- yorug'lik filtrini tanlash;
- kyuvetani tanlash;
- berilgan modda uchun darajalash grafigini qurish;
- tekshirilayotgan eritmaning optik zichligini o'lchash va eritmadagi moddaning konsentratsiyasini aniqlash.

Filtrni tanlash. Kolorimetrdagi yorug'lik filtri birligi va kyuvetalar to'plamining mavjudligi ularning kombinatsiyasini tanlash imkonini beradi, bunda konsentratsiyani aniqlashda xatolik eng kichik bo'ladi.

Yorug'lik filtrini tanlash quyidagi tarzda amalga oshiriladi. Eritmani kyuvetaga qo'ying va barcha yorug'lik filtrlari uchun optik zichlikni aniqlang. Olingan ma'lumotlarga asoslanib, gorizontal o'q bo'ylab yorug'lik filtrlarining maksimal o'tkazuvchanligiga mos keladigan to'lqin uzunliklarini va vertikal o'q bo'ylab - eritmaning optik zichligining mos keladigan qiymatlarini chizib, egri chiziq chiziladi. Egri chiziqning quyidagi shartlar bajarilgan qismini belgilang:

- optik zichlik maksimal qiymatga ega;

- egri chiziqning yo'nalishi gorizontall o'qga taxminan parallel, ya'ni. optik zichlik to'lqin uzunligiga bog'liq emas.

Ishlash uchun yorug'lik filtrining maksimal o'tkazuvchanligiga mos keladigan to'lqin uzunligi yuqorida qayd etilgan sinov eritmasining spektral egri chizig'iga to'g'ri keladigan tarzda tanlanadi. Agar bir nechta yorug'lik filtrlari uchun ushbu shartlar bajarilsa, kolorimetrning sezgirliigi yuqoriroq bo'lganini tanlang.

Kyuvet tanlash. Kyuvetlarni dastlabki tanlash eritmaning rang intensivligiga qarab vizual tarzda amalga oshiriladi. Agar eritma zich rangli (quyuq) bo'lsa, qisqa ishlaydigan uzunlikdagi kyuvetlardan foydalanish kerak. Zaif rangli eritmalar bo'lsa, katta ish uzunligi bo'lgan kyuvetlar bilan ishlash tavsiya etiladi.

Eritmani oldindan tanlangan kyuvetaga qo'ying va nurlanish yo'liga berilgan eritmaga mos keladigan yorug'lik filtrini kiritish orqali uning optik zichligini o'lchang.

Bir qator eritmalarini o'lchashda kyuvetani o'rtacha konsentratsiyali eritma bilan to'ldiring. Olingan optik zichlik qiymati taxminan 0,3-0,5 bo'lsa, ushbu eritma bilan ishlash uchun ushbu kyuvetani tanlang. Agar bu shart bajarilmasa, boshqa kyuvettani sinab ko'rishingiz kerak. Optik zichlik qiymati 0,5-0,6 dan ortiq bo'lsa, qisqaroq ish uzunligi kyuvetani oling, agar optik zichlik qiymati 0,3-0,2 dan kam bo'lsa, siz kattaroq ish uzunligi bilan kyuvetani tanlashingiz kerak.

Darajalash grafigi quyidagicha chiziladi. Barcha eritmalarining optik zichligi o'lchanadi va darajalash grafigi chiziladi, gorizontall o'q bo'ylab ma'lum konsentratsiyalar va vertikal o'q bo'ylab mos keladigan optik zichlik qiymatlari chiziladi.

Eritmadagi moddaning konsentratsiyasini aniqlash. Darajalash grafigi yordamida siz o'rganilayotgan eritmalaridagi moddaning noma'lum konsentratsiyasini aniqlashingiz mumkin. Buning uchun eritmani darajalash grafigi qurilgan bir xil kyuvetaga quying va bir xil yorug'lik filtrini yoqing, eritmaning optik zichligini aniqlang. Keyin darajalash egri chizig'idan foydalanib, o'lchangan optik zichlik qiymatiga mos keladigan konsentratsiyani toping.

LABORATORIYADA BAJARILADIGAN VAZIFA.

Berilgan eritmada yorug'lik yutilishining to'lqin uzunligiga bog'liqligini toping, maksimal yutilish to'lqin uzunligini aniqlang. To'lqin uzunligi bir nechta eritmalar uchun teng bo'lgan yorug'lik yordamida darajalash grafigini tuzing va shu grafikdan noma'lum konsentratsiyani toping.

LABORATORIYA ISHINING TEXNIK TA'MINOTI.

Tadqiqotlarni o'tkazish uchun KFC-2 fotoelektrokolorimetridan foydalaniladi (4-rasm) va bir xil moddaning turli konsentratsiyali eritmaları to'plami, eritmalarining konsentratsiyasi kolbalarda ko'rsatilgan bo'lishi kerak.

LABORATORIYA ISHINING TEXNIK TA'MINOTI.



6 – rasm

1. Qurilmani tok manbaiga ulang.
2. 315 nm to'lqin uzunligiga mos keladigan №1 filtni o'rnatish.
3. Kolorimetrlarning bir kyuvetasiga erituvchini, ikkinchisiga konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan eritmani quyish.
4. Qurilmani yorug'lik erituvchi bilan kyuvettadan o'tishi uchun sozlash uchun "1" (6-rasm) tugmasidan foydalanish.
5. Qurilmani optik zichlik shkalasi bo'yicha "nol" ga o'rnatish uchun "sezuvchanlik", "ТОЧНО", "ГРУБО" tugmalaridan foydalanish (6-rasm).
6. "1" dastasini eritma bilan kyuvettadan yorug'lik o'tadigan holatga keltirish.
7. Qurilmaning pastki shkalasida optik zichlik qiymatini (5-rasm) o'qish va uni 1-jadvalga yozish galvanometrni nolga aylantiradi.
8. 2-7 bandlarni boshqa yorug'lik filtrlari uchun ham takrorlash. O'lchov natijalarini 1-jadvalga kiritish.
9. 1-8 bandlarni 3-4 marta takrorlash. O'rtacha optik zichlikni topish. O'lchov natijalarini 1-jadvalga kiritish.
10. Eritmaning optik zichligining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi grafiklarini tuzish.
11. Grafikga asoslanib, eng yuqori optik zichlikka mos keladigan filtni tanlash.

1 – jadval

Yorug'lik filtrlari raqami.	To 'lqin uzunlik- lari λ , (nm)	Optik zichlik D_1	Optik zichlik D_2	Optik zichlik D_3	Optik zichlik D_4	$D_{o'rt}$
1	315					

2	364					
3	400					
4	440					
5	490					
6	540					
7	590					
8	670					
9	750					
10	870					
11	980					

2 – Mashq. Eritmaning noma'lum konsentratsiyasini aniqlash

- 1 – jadvaldagi 1-yorug'lik filtrlaridan birini o'rnatish.
- Har xil konsentratsiyali eritmalarini kyuvetaga soling va ularning optik zichligini o'lchang.
- Har bir konsentratsiya uchun 4 marta o'lchang. Har bir eritma konsentratsiyasi uchun o'rtacha absorbsiya qiymatini toping. Tajribadagi xatoni toping.
- O'lchov natijalarini 2-jadvalga kiriting.
- Jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib, optik zichlikning eritmaning ma'lum konsentratsiyasiga bog'liqligi grafigini (darajalash grafigi) tuzing, o'lchov xatosini grafikda tuzing.
- Konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritmani kyuvetaga soling va uning optik zichligini o'lchang.
- Darajalash grafigi yordamida noma'lum konsentratsiyani va tajriba xatosini aniqlang.

2 – jadval

Konsentratsiya C , %	Optik zichlik D_1	Optik zichlik D_2	Optik zichlik D_3	Optik zichlik D_4	$D_{o'rt}$

Ishni yakunlash. KFK-2 qurilmasi tuzilishi, va ishlash prinsipi bilan tanishing. O'qituvchi tomonidan taklif qilingan ma'lumotlarga asosanib, daraalash grafiklarini tuzing va o'rganilayotgan eritma uchun optik zichlikning ma'lum qiymatiga asosanib, darajalash grafigi yordamida o'rganilayotgan eritmada konsentratsiyasini aniqlang.

Hisobot. Ushbu laboratoriya ishi bo'yicha hisobot o'qituvchi bilan og'zaki suhbatdan iborat.

NAZORAT SAVOLLARI

- 1.Tabiiy suvlarni spektrofotometrik va fotokolorimetrik tahlil usullari qanday qonunga asoslanadi?
- 2.Nima uchun tadqiqotlarda fotokolorimetrik tahlil usuli keng qo'llaniladi?
- 3.Tabiiy suvlarning qaysi komponentlarini fotokolorimetrik tahlil usuli yordamida aniqlash mumkin?
- 4.KFK-2 ning ishlash prinsipi, qurilmasi nima?
- 5.Moddalarni aniqlash uchun yorug'lik filtri qanday tanlanadi?
- 6.Kolorimetriya uchun kyuvetalar qanday tanlanadi?
- 7.Darajalash grafigi qanday va nima uchun tuziladi?

LABORATORIYA ISHI № 28

YORUG'LIKNING ERITMALARDA YUTILISHINI O'RGANISH

Ishdan maqsad: To'g'ri ko'rish yo'nalishli prizma bilan spetrlarni tadqiq qilish, rangli suyuqlikdan o'tayotgan yorug'lik spektrini tahlil qilish.

Kerakli asbob uskunalar: 1.Optik stol, S1 profil, 1 m. 2. Qisqichli rider, qisqichi bilan. 3.Qisqichli rider, qisqichi bilan, 45/35. 3. Transformator, 6/12 V. 4. Lampa patroni kabeli bilan. 5. Lampalar, 6 V/30 W, E14, 2 komplekt. 6. Diafragma tutgichli condenser. 7. Ramkali linza, $f=100$ mm. 8. Prizma stoli. 9. Shisha stakan –kyuveyta. 9. Yo'naltiruvchi prizma. 10. Ekran. 11. Fukusin, 250 g.....

NAZARIY MA'LUMOTLAR

a) Yutilish. Yorug'lik nuri vakuumda intensivligi va qutblanishi o'zgarmasdan nur yo'liga qo'yilgan plastina yoki filtrlar bir qancha effaktlarni hosil qiladi. **Birinchidan,** plastina yoki filtr yorug'lik nuri bir qism energiyasini boshqa turdagi energiyaga

masalan, issiqlikka aylantirishi mumkin. Bu hodisaga yutilish deyiladi. **Ikkinchidan**, ular tushayotgan nurlanish energiyasining bir qismini ajratib barcha yo'nalishlar bo'ylab chastotasini o'zgartirmasdan sochadi. Bu hodisaga elastik sochilish deyiladi. Umuman olganda nurni tushish yo'nalishi va qutblanishidan farq qiluvchi boshqa yo'nalishda va qutblanishda sochadi.

Yutilish va sochilishi natijasida tushayotgan nur energiyasi yutilgan va sochilgan nur energiyasiga teng miqdorda kamayadi. Bu yoqotilish so'nish deyiladi. Bu so'nish darajasi tushayotgan nur qutblanish tashkil qiluvchilari uchun turlicha bo'lishi mumkin. Bu xodisa dioxorizm deyiladi va bu xodisa nurning plastina yoki filtrdan o'tgandan keyin nurning qutblanganlik holatini o'zgartirishi mumkin.

Shaffoflik yorug'lik intensivligining plastina yoki filtrdan o'tgandan keying va oldingi qiymatlari nisbati bilan belgilanadi. Shaffoflik quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$T = \frac{I}{I_0}$$

bu erda I_0 dastlabki intensivlik va I nurning plastina yoki filtrdan o'tgandan keyingi intensivligi. Shaffoflik yorug'likning plastina yoki filtrdan necha foizi o'tganligini ko'rsatadi. Plastina yoki filtrning shaffofligi 50% deyilsa, demak ularda yorug'lik intensivligi ikki marta kamayadi. Shaffoflik (T) va yutilish (A) o'rtasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$A = \log_{10} \left(\frac{1}{T} \right)$$

Birinchidan, agar ma'lum to'lqin uzunlikli yorug'lik nuri biror miqdorda aralashmali eritmadan o'tganda fotonlar ko'p bo'lmagan miqdordagi yutuvchi kimyoviy birikmalar bilan to'qnashadi va mos holda yuqori shaffoflikni va past spectral yutilishni kutishimiz mumkin. Agar shu nur konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritmadan o'tsa fotonlar ko'p miqdordagi yutuvchi kimyoviy birikmalar bilan to'qnashadi va mos holda past shaffoflikni va yuqori spectral yutilishni kutishimiz mumkin. Shunday qilib spectral yutilish namuna konsentratsiyasiga bog'liq.

Ikkinchidan, agar nur namunada uzoq yo'l o'tsa o'tkazish koeffitsiyenti past va spectral yutilishli katta bo'ladi, hamda nur namunada kam yo'l o'tsa o'tkazish koeffitsiyenti yuqori va spectral yutilishli kichik bo'ladi. Bu ikki mulohaza quyidagi proporsionallikka olib keladi:

$$A \propto k \times l \times c$$

Bu erda, k proporsionallik koeffitsiyenti, l nur yo'li uzunligi va c yutuvchi material konsentratsiyasi. Nur yo'li santimetrlarda, yutuvchi birikmalar konsentratsiyasi mollarda o'lchanganda proporsionallik koeffitsiyentini molyar yutilish qobiliyati deyish mumkin va proporsionallik **Buger-Lambert** qonuniga aylanadi:

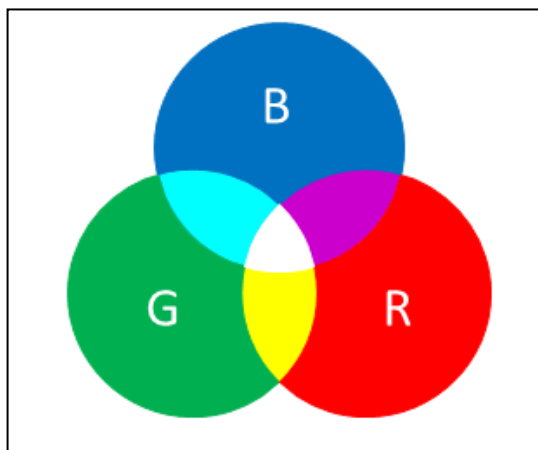
$$A = \varepsilon \times l \times c$$

b) Rang shakllanish modellari

Har bir rang modelida ranglarni tavsiflashning o'z usuli mavjud. Har bir rang modelida turlicha rang gammasiga ega bo'lgan turlicha rang kengligi mavjud. Masalan, RGB modelidagi sRGB rang gammasi Adobe RGB modelidagi rang gammasidan farq qiladi.

Shuningdek, tasvir hosil qilish (monitorlar, televizor ekranlari) yoki printer kabi tasvir chop qilish qurilmalarida ham o'z rang modeli va rang gammasi mavjud. Ekranida raqamli tasvirning hosil qilinishini keyin tasvirning chop qilinishini ko'rib chiqaylik. Ekranida ko'ringan tasvirdagi alohida ranglar printerda chop qilinganda o'zgarishi mumkin, chunki printer boshqacha o'ziga xos rang modeli va rang gammasiga asosan chop qiladi

RGB rang modeli RGB rang modelida (RGB=Red-qizil, Green-yashil, Blue-ko'k) barcha ranglar uchta qizil, yashil va sariq ranglarning qo'shilishidan hosil qilinadi. Demak, bizda faqat 3 ta asosiy rang bor bo'lib, qolgan barcha ranglar shu uchta rangni aralashmasidan hosil qilinadi. Agar biz qizil va yashil ranglarni aralashtirsak sariq, qizil va ko'kni aralashtirsak binafsha rang, ko'k va yashilni aralashtirsak havo rangni olamiz. 1-rasmga qarang.



1-rasm. RGB rang modeli: Red-qizil, Green-yashil va Blue-ko'k.

Agar barcha uchta rangni ham aralashtirsak oq rangni olamiz, uchta rangning birortasi bo'lmasa qora rangni olamiz. Elementar ranglar qo'shilishi bilan hosil qilingan rang aralashgan rang deyiladi.

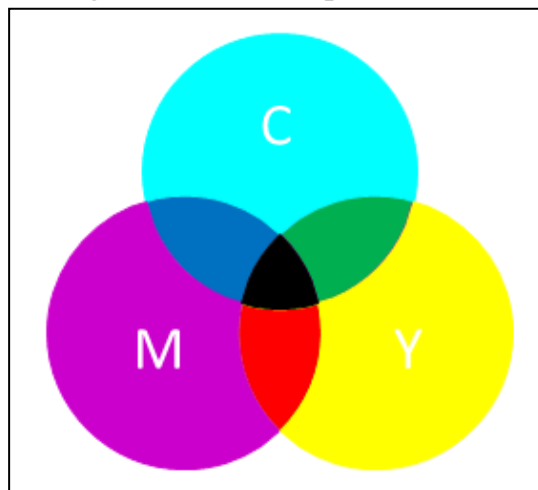
3 asosiy rangning har biri 0 da 255 gacha qiymatga ega. Har bir asosiy rang 255 ta darajaga ega. Agar 3 rangning barchasi 0 darjada bo'lsa ularning yig'indisi qora rangni beradi. Agar barchasining darajasi 255 ga teng bo'lsa oq rangni olamiz. Agar 3 asosiy ranglarda birining darajasi 255 ga boshqalariniki 0 ga teng bo'lsa, biz sof birinchi rangga ega bo'lamiz. Grafik dasturlarda, asosiy ranglar rang kanallari bilan tavsiflanib unda rang haqida ma'lumotlar saqlanadi. Barcha asosiy uchta qizil, yashil va ko'k ranglardagi barcha 256 ta rang tonlarini ko'paytirib (256x256x256) nazariy jihatdan 16.7 million rang gradatsiyalarini hosil qilish mumkin.

CMYK rang modeli. CMYK modelda asosiy ranglar Cyan-havorang, Magenta-pushti rang, Yellow-sariq va Black-qora ranglardan iborat. K-qora rangni bildirib qora rangni beruvchi kalitni (barcha rangni uzuvchi) bildiradi. Rangli torli va lazerli printerlar asosan CMYK ranglar bilan ishlaydi. Suyuq ranglarni aralastirish subtraktli rang aralashtirish deyiladi.

Ranglarning subtraktiv aralashtirish ozidan nur chiqarmaidigan jismlarda sodir bo'ladi. Subtraktiv rang aralashtirishda rang quyidagicha paydo bo'ladi, jism yoki filtdagi rang pigmentlari rang tashkil qiluvchilarining ba'zilarini yutadi qolganini ekranga qaytaradi. Masalan sariq rang RGB model kabi asosiy ranglar qizil va yashil ranglarni qo'shishdan hosil qilinmaydi. Subtraktiv rang aralashtirishda sariq rang qizil va pushti ranglarni olib tashlash bilan 2-rasmda ko'rsatilgani kabi hosil qilinadi.

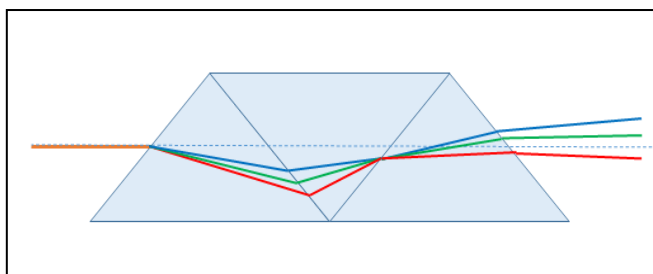
2-rasm. CMYK rang modeli: Cyan-havo rang, Magenta-pushti rangva Yellow-sariq.

Agar biz oq tabiiy nurning yashil tashkil qiluvchini filtrlab olib tashlasak pushti rang hosil bo'ladi. Ko'k rangni filtrlash sariq rangning pydo bo'lishiga olib keladi. Mana shu uch rangdan CMYK (cyan, magenta, yellow) rang modeli tashkil topadi va barcha ranglar spektri mana shu asosiy ranglarni kerakli miqdorda aralashtirish bilan hosil qilinadi.



c) To'g'ri ko'rishli prizma

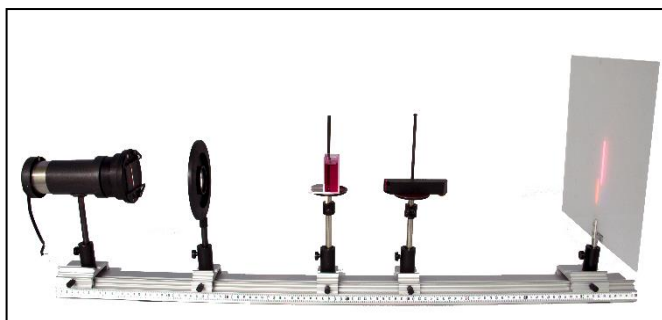
Prizma sirtiga tushayotga nur sinadi chunki nur sirtida ikkinchi muhitga o'tadi. Muhitning sindirish ko'rsatkichining tushayotgan nur to'lqin uzunligiga va



chastotasiga bog'liqligiga dispersiya deyiladi. Ko'pgina moddalar qisqa to'lqin uzunlikli yorug'lik nurini uzun to'lqin uzunlikli yorug'lik nurga qaraganda ko'proq sindiradi. Ko'k nur qizil nurga qaraganda ko'proq sinadi. Shunday qilib

prizma yorug'lik nurini to'lqin uzunligiga qarab ajratadi. Ayniqsa spektroskopiyada to'g'ri **ko'rish yo'nalishli prizmalar** juda muhim hisoblanadi. Bu prizma sindirish ko'rsatkichi turlicha bo'lgan bir-biriga ketma-ket joylashtirilgan uchta yoki beshta prizmalardan iborat bo'ladi. Ko'p uchraydigan tipik tuzilish ketma-ketligi masalan, optik shisha, kronglas, optik shisha. Ko'rish yo'nalishli prizma afzalligi shundaki, sodda tuzilishga ega va chiqishdagi nurlar kiruvchi nurga va prizma o'qiga (asosiga) parallel chiqadi. Ko'rish yo'nalishli prizma tuzilishi 3-rasmda keltirilgan. Bu erdan ko'rinadiki yashil nur kirish nuriga eng parallel nur hisoblanadi.

Fuksin. H 302 Istemol uchun zararli(Xn), H 317 Terining allergiyasini keltirib chiqarishi mimkin, H 334 bug'idan nafas olinsa nafas yo'llarni allergiyasini yoki astmani paydo qilishi, yoki nafas olishini qiyinlashtirishi mumkin, H 351 Saraton keltirib chiqarish xavfi bor.



Xavfsizlik:

P 261 Chang, tutun, gaz, tuman, bug' va aerezollardan bug'ilishdan saqlaning, P 280 Himoya qo'lqopi/ himoya kiyimi/ kiying yuzni himoya

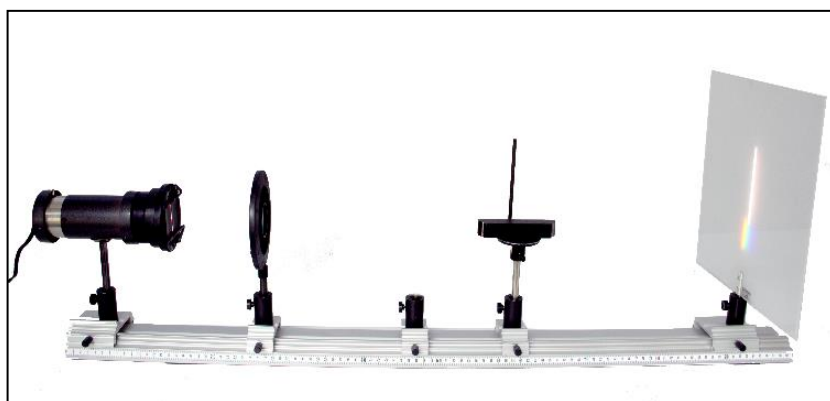
qiling, P 342 + 311 Yallig'lanish hollari va simptomlari kuzatilganda tibbiyot markaziga murojat qiling.

Tajribalar

Rangli suyuqlikning yutilish spektri xossalarini o'lchash va ko'rish mazkur tajribada amalga oshiriladi:

1-Tajriba:

Bu tajribada ko'rish yo'nalishli prizma spektri o'rganiladi.



4-rasm. Yorug'lik nuri spektrini tahlil qilish qurilmasi.

Dastlab, patronga 6 V/30 W lampani qo'ying. Lampa ro'parasiga diafragma tutgichli kondenserni shunday joylashtiringki

tutgich 6-rasmdagi kabi vertikal bo'lsin. Keyin asosga diafragma tutgichi o'rnatilgan taglik-surgichni o'rning.



5-rasm. Diafragma tutgichi va kondenser o'rnatilgan lampa.

Lampani relsning eng chap chekkasiga o'rning. Boshqa tomoniga esa shaffof ekranni 5-rasmdagi kabi joylashtiring.

Endi ramkali linzani($f=100$ mm) lampadan keyin o'rning. Linzani

shunday suringki tirqishning aniq tasviri ekranda paydo bo'lsin. Har bir optik asbob bir xil balandlikdiligiga e'tibor qiling. Ish tartibida asboblar quyidagicha masofalarda joylashtiriladi: lampa patroni tutgichi– linza tutgichi: 19 sm. Linza tutgichi – ekran tutgichi: 49 sm.

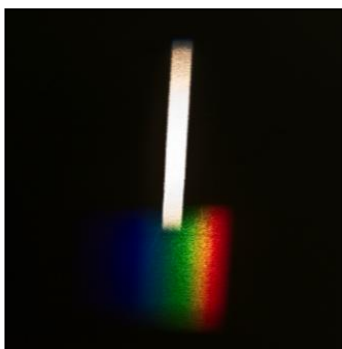
Keyingi bosqichda ko'rish yo'nalishli prizmani nur yo'liga qo'yng. Shuning uchun prizma stoli va ekran orasini yoping. Prizma stoli tutgichi – ekran tutgichi: 23 sm. Endi ko'rish yo'nalishli prizmani nur yo'liga shunday qo'yingki nur prizma sirtiga 7-rasmda ko'rsatilgani kabi tushsin. Nur prizma o'qlariga parallel bo'lishi kerakligini



yodda tuting.

6-rasm. Tushuvchi nur birinchi prizmaning birinchi sirti o'rtasiga tushadi.

Bir vaqtning o'zida to'g'ridan to'g'ri tushayotgan nurni va spektrni ekranda ko'rish uchun prizmalı stol ozroq pastlatilishi zarur. Yorug'lik nuri dastasining yuqorigi yarmi linza ustidan, pastki yarmi linza ichidan o'tishi lozim. Natija 8-



rasmda ko'rsatilgan.

7-rasm. Yuqorida: tirqishning o'tkir ko'rinishi. Quyida: lampa yorug'ligining to'g'ridan-to'g'ri prizmadan o'tgandagi yorug'ligining davomiyligi.

2-TAJRIBA:

Bu tajribada rangli suyuqlik spektri tadqiq qilinadi.

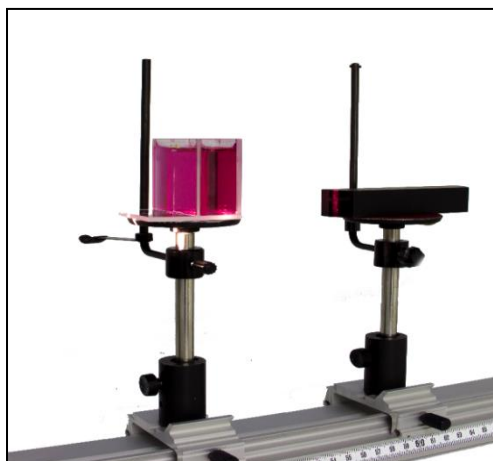
8-rasm. Rangli suyuqlik spektri tadqiq qilish qurilmasi.

Rangli suyuqlikni tayyorlash

Fuksinli qizil-binafsha rangli eritmani tayyorlash: qizil-binafsha rangli eritma olish uchun menzurkaga fuksin kukuni solinadi va 50 ml suq quyiladi. Agar eritma juda ham past rangli yoki juda ham qizg'ish bo'lib ketsa, zarur rang olish uchun ko'proq fuksin yoki erituvchi suv qo'shiladi. 9-rasmda ishga tayyor eritma rangi keltirilgan.

Bu tajriba uchun qurilma tarkibi birinchi tajribadagi bilan mos tushadi. Shu bilan birga, bu qurilmada ikkinchi prizmalı stol linza va prizma orasiga 9-rasmdagi kabi o'rnatiladi.

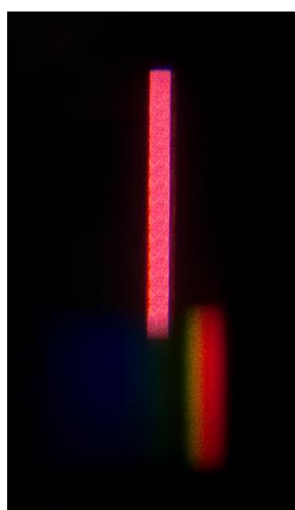
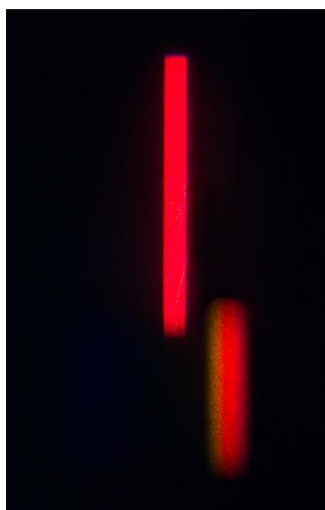
Endi kyuvetani rangli suyuqlik bilan to'ldirish va kyuvetani prizmalı stolga qo'yish mumkin. Kyuvetani prujinali qisqich bilan mahkamlang. Kyuveta uchun ikkita o'rnatish holati mavjud: 9- va 10- rasmlarda ko'rsatilgani kabi ko'ndalang va bo'ylama holatlar.



8-rasm. Qizil-binafsha rangli fuksinli eritmaning ko'ndalang joylashuvi. 10-rasm. Qizil-binafsha rangli fuksinli eritmaning bo'ylama joylashuvi.

Natijalar:

Fuksinli qizil-binafsha bo'yoqli eritma spektri 9-rasmda keltirilgan.

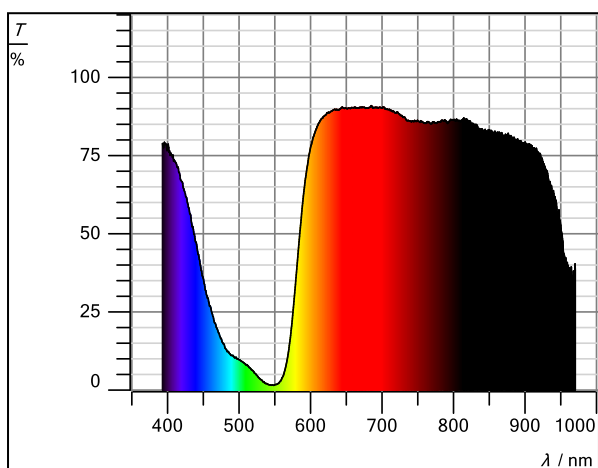


9-rasm. Fuksinli qizil-binafsha eritma spektri. Chapda: transversal. O'ngda: longitudinal.

Ikkala spektrda ham yashil rang yo'q, natijaviy rang olov rang. Qo'shimcha ranglar yutiladi va boshqalari o'tkaziladi.

Ko'ndalang holatda ko'k rang ko'proq yutiladi va natija rang esa qizil.

9-rasmda kameraning sezgirligi tufayli ko'k rang deyarli ko'rinmaydi.



Tozalash va utilizatsiya

Utilizatsiya turli mintaqalarda turlicha tartibda amalga oshiriladi va shuning uchun bunga mas'ul tashkilotlarni surishtirish kerak bo'ladi.

Qo'shimchalar:

12-rasm. Qizil binafsha eritmaning yorug'likni o'tkazish koeffitsiyenti.

Ko'ndalang.

13-rasm.Fuksinli qizil binafsha eritmaning yorug'likni o'tkazish koeffitsiyenti.Bo'ylama.

12 va 13 rasmlar spektrometrda olingan batafsilroq spektr sifatida keltirilgan. Bu yerda yashil rang yutilishini va yutilish sohasining kengligini ko'ramiz.

Ko'k va qizil ranglar fuksinda katta yutilishlarsiz o'tmoqda.

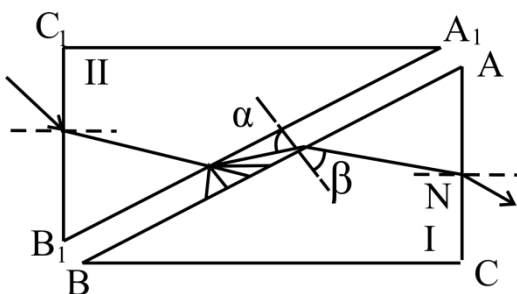
NAZORAT SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi
2. Yutilish. Buger-Beer formulasi.
3. Spektr va uning turlari.
4. Umumiy va selektiv nurlanish.
5. Normal va anomal dispersiya.
6. Ranglarning hosil bo'lish tavsifi

LABORATORIYA ISHI № 29

REFRAKTOMETR YORDAMIDA SUYUQLIKLARNING SINDIRISH KO'RSATKICHINI VA KONSENTRATSIYASINI O'RGANISH

Asbobning ishlash prinsipi va optik sxemasi. Bu ishda IRF-22 tipidagi refraktometr ishlatiladi. Uning ishlash prinsipi, yorug'likning sindirish ko'rsatkichi turlicha bo'lgan ikki muhit chegarasidan o'tishda sodir bo'ladigan hodisaga asoslangan. Shaffof suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi undan o'tuvchi yorug'likda aniqlanadi. Tekshiriladigan suyuqlikning bir necha tomchisi I va II prizmaning (1-rasm) gipotenuza yoqlari orasiga qo'yiladi, I prizmaning AB yog'i silliqlangan bo'lib, u o'lchash prizmasi, II prizmaning A_1B_1 yog'i silliqlangan bo'lib (matoviy), u yorituvchi prizma deb ataladi. Yoru'glik manбайдan kelayotgan nur II prizmaning C_1B_1 yog'idan sochilib chiqadi va turli yo'nalishlarda suyuqlikka kiradi. Undan o'tib I prizmaning AB yog'iga tushadi. Sindirish ko'rsatkichi I prizmaning sindirish ko'rsatkichidan kichik bo'lgan moddalar tekshirilishi mumkinligidan, hamma yo'nalishda ketgan yorug'lik nurlari I prizмага sinib o'tadi.



1-rasm

Sinish qonunidan

$$n \sin \alpha = N \sin \beta \quad (1)$$

bu yerda n – tekshirilayotgan moddaning sindirish ko‘rsatkichi, α – yorug‘likning tushish burchagi; N – I prizmaning sindirish ko‘rsatkichi; β – yo‘rug‘likning sinish burchagi.

Bu formuladan ko‘rinadiki, α ning oshishi bilan ham oshib boradi. Sinish burchagi 90° bo‘lgandagi tushish burchagining maksimal qiymati ga chegaraviy burchak deyiladi. $\beta = 90^\circ$ va $\sin = 1$ ni hisobga olib (1) – formuladan qo‘yidagini hosil qilamiz:

$$\sin \alpha = \frac{N}{n} \quad (2)$$

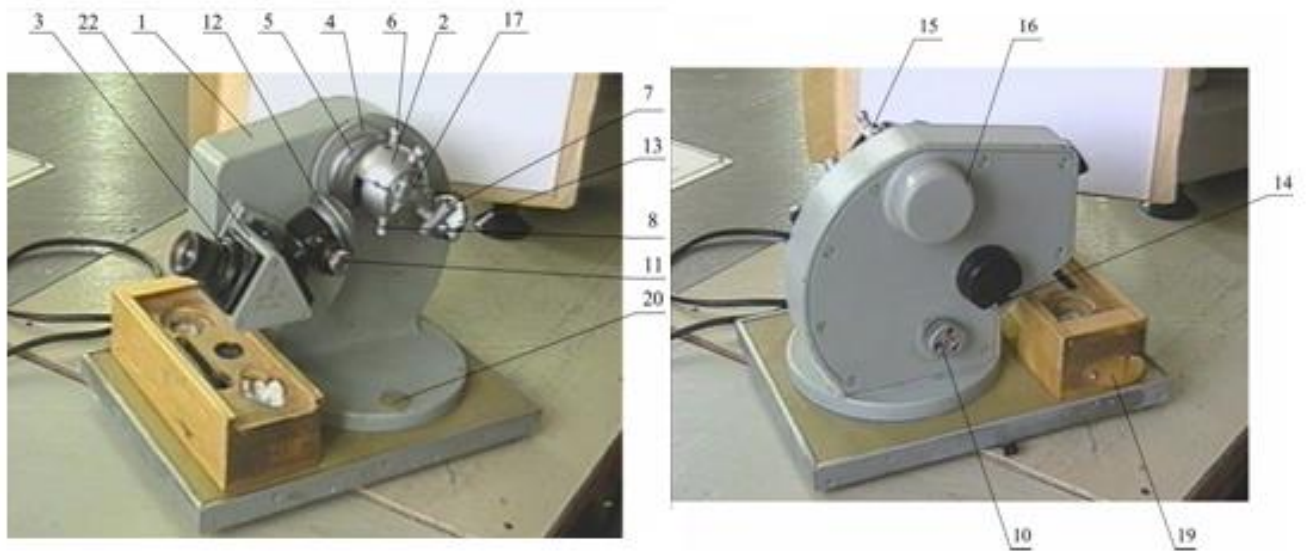
Haqiqatda, sindirish ko‘rsatkichini hisoblash formulasi ancha murakkab bo‘ladi, chunki nur yana I prizmaning AC yog‘ida ham sinadi.

Agar prizmadan chiqayotgan nurlar yo‘liga ko‘rish trubasini qo‘ysak, uning ko‘rish maydonining pastki qismi yorug‘, ustki qismi qorong‘u bo‘lib qoladi. Ko‘rish trubasidan kuzatilib yorug‘-qorong‘ulik chegarasi krestning o‘rtasiga to‘g‘rilanadi va asbob shkalasidan sindirish ko‘rsatkichining qiymati yozib olinadi.

Asbobning tavsifi. Refraktometr quyidagi qismlardan iborat: korpus (1), o‘lchash boshchasi (2) va ko‘rish trubasi (3) bilan sanoq qurilmasi. O‘lchash boshchasi korpusga mahkamlangan bo‘lib, ichi g‘ovak ikkita quyma yarim sharlardan iborat. Ular yorituvchi va o‘lchash prizmalarini tutib turadi. Moddalarning sindirish ko‘rsatkichi temperaturaga bog‘liq bo‘lganligi uchun o‘lchash vaqtida uni o‘zgarmaydigan qilib saqlash kerak.

Yorug‘-qorong‘ulik chegarasini topib setkadagi krest o‘rtasiga to‘g‘rilash uchun (10) maxovikni (2-rasm) aylantirib o‘lchash boshchasini burish kerak. Maxovik (11) yordamida bir vaqtda ikki prizmani ikki tomonga aylantirish mumkin. Kompensator bilan birga shkalali (12) baraban ham aylanadiki, undan o‘rtacha dispersiya aniqlanadi. Tekshirilayotgan modda (13) ko‘zgu bilan, shkala esa (14) ko‘zgu bilan yoritiladi.

Shaffof suyuqliklarning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash. Prizmalar orasini ochib, o‘lchash prizmasi yuziga bir necha tomchi tekshiriladigan suyuqlikdan tomizib, yoritish prizmasini uning ustiga yopish kerak. Ko‘zguning shunday holatini topish kerakki, u ko‘rish maydonini yaxshi yoritsin. Suyuqlik prizmalar orasini to‘la qoplashi kerak, uning ichida havo pufakchalari qolmasligi kerak. Okulyarga qarab (10) barabanni burish bilan yorug‘-qorong‘ulik chegarasi topiladi. (11) maxovik yordamida uning rangi yo‘qotiladi va krestning o‘rtasiga to‘g‘rilanadi. Shkaladan sindirish ko‘rsatkichining qiymati yozib olinadi. Setkadagi gorizontali to‘g‘ri chiziq hisoblash nuqtasidir. Butun, o‘ndan bir, yuzdan bir va mingdan bir bo‘laklari shkaladan topiladi, o‘n mingdan bir bo‘lagi ko‘zda chamalab topiladi.



2-rasm

O‘rtacha dispersiyani aniqlash. O‘rtacha dispersiyani aniqlashda tekshiriladigan modda oldingi mashqdagi kabi o‘rnatiladi. Kompensator prizmalaridan birini ikkinchisiga nisbatan burish dispersiya o‘lchovi bo‘lib xizmat qiladi. Bu (11) maxovikni chegara rangdorligi to‘la yo‘qolguncha aylantirish bilan bajariladi. Shu vaqtda hisob 120 bo‘lakka bo‘lingan (12) barabandan olinadi.

O‘lchash vaqtida barabanning ikki tomonidan ham 4-5 marta hisob olish va uning o‘rtacha qiymati Z ni topish kerak. Z ning bu topilgan qiymatiga va shu moddaning aniqlangan n_D sindirish ko‘rsatkichiga asosan ishdagi jadvaldan foydalanib o‘rtacha dispersiya qiymati $n_F - n_C$ topiladi. Buning uchun n_D ning o‘lchab olingan qiymati uchun jadvaldan A va B lar topiladi. Agar n ning ushbu qiymati jadvalda berilmagan bo‘lsa, A va B kattaliklar interpolyatsiya formulasidan foydalanib topiladi. Z ning aniqlangan qiymati uchun δ topiladi. Agar Z ning qiymati butun son bo‘lmasa, δ ning qiymati ham interpolyatsiya yo‘li bilan topiladi. Shuni hisobga olish kerakki, Z ning 30 dan katta qiymatlari uchun, δ ning qiymati manfiy bo‘ladi.

Interpolyatsiya formulasi:

$$A_x = A_1 + \frac{A_2 - A_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

$$B_x = B_1 + \frac{B_2 - B_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

$$\delta_x = \delta_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1} (n_x - n_1)$$

Jadvaldan olingan A , B va δ kattaliklarning qiymatlariga asosan o‘rtcha dispersiya qo‘yidagicha hisoblanadi:

$$n_F - n_C = A + B\delta \quad (3)$$

Bunda n_F – vodorodning F chizig‘iga ($\lambda=486,1$ nm) tegishli sindirish ko‘rsatkichining qiymati; n_C – vodorodning C chizig‘iga ($\lambda=656,1$ nm) tegishli sindirish ko‘rsatkichining qiymati;

O‘rtacha dispersiya va sindirish ko‘rsatkichining ma‘lum qiymatlariga asosan, ko‘pincha nisbiy dispersiya deb ataluvchi kattalik hisoblanadi; n_D –natriyning D chizig‘iga ($\lambda=589,3$ nm) tegishli sindirish ko‘rsatkichining qiymati.

Ba‘zi holatlarda unga teskari bo‘lgan va dispersiya koeffitsiyenti yoki Abbe soni deb ataluvchi kattalik hisoblanadi:

$$V = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (4)$$

Misol: Suv uchun $t^0=20^\circ\text{C}$ $n_D=1,3330$

Kompensator barabanidan olingan hisob

O‘ng tomonga burilgandagi qiymati	Chap tomonga burilgandagi qiymati	O‘rtacha qiymat
41,7	42,1	
41,7	42,2	
41,6	42,0	
42,0	41,9	
41,8	41,9	
O‘rtacha 41.8	O‘rtacha 42	41.9

$$z_{o'r} = \frac{41,8 + 42}{2} = \frac{83,8}{2} = 41,9$$

Jadvaldan $n_D=1,3330$ uchun interpolyatsiya formulasidan foydalanib $A=0,02418$; $B=0,03120$ va $z=41,9$ va $\delta=0,584$ lar uchun o‘rtacha dispersiya va dispersiya koeffisientlarini hisoblaymiz

$$n_F - n_C = A - B \cdot \delta = 0,02418 - 0,01822 = 0,00596.$$

$$V = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} = \frac{0,3330}{0,00596} = 55,8.$$

O‘rtacha dispersiyani aniqlash jadvali

n_D	A	Δ	B	Δ	n_D	A	Δ	B	Δ

1,300	0,02437	−6	0,03168	−13	1,510	0,02356	−2	0,02558	−49
1,310	0,02431	−5	0,03155	−14	1,520	0,02354	−1	0,02509	−52
1,320	0,02425	−5	0,03141	−16	1,530	0,02353	−1	0,02457	−54
1,330	0,02420	−5	0,03124	−17	1,540	0,02352	0	0,02403	−57
1,340	0,02415	−5	0,03108	−19	1,550	0,02352	0	0,02346	−59
1,350	0,02410	−5	0,03089	−20	1,560	0,02352	0	0,02287	−62
1,360	0,02405	−4	0,03069	−22	1,570	0,02352	+1	0,02225	−65
1,370	0,02401	−5	0,03047	−24	1,580	0,02353	+1	0,02160	−68
1,380	0,02396	−4	0,03023	−25	1,580	0,02354	+2	0,02092	−71
1,390	0,02392	−4	0,02998	−27	1,600	0,02356	+2	0,02021	−74
1,400	0,02388	−4	0,02971	−29	1,610	0,02358	+3	0,01947	−78
1,410	0,02384	−4	0,02942	−30	1,620	0,02361	+4	0,01869	−83
1,420	0,02380	−4	0,02912	−32	1,630	0,02365	+5	0,01786	−88
1,430	0,02376	−3	0,02880	−34	1,640	0,02370	+6	0,01698	−93
1,440	0,02373	−3	0,02846	−36	1,650	0,02376	+7	0,01605	−99
1,450	0,02370	−3	0,02810	−37	1,660	0,02383	+8	0,01506	−106
1,460	0,02367	−3	0,02773	−39	1,670	0,02391	+9	0,01400	−116
1,470	0,02364	−2	0,02734	−41	1,680	0,02400	+11	0,01286	−124
1,480	0,02362	−3	0,02693	−43	1,690	0,02411	+14	0,01162	−137
1,490	0,02359	−2	0,02650	−45	1,700	0,02425		0,01025	
1,500	0,02357	−1	0,02605	−47					

Z	σ	Δ	Z	Z	σ	Δ	Z

0	1000	-1	60	16	0,669	-40	44
1	0,999	-4	59	17	0,629	-41	43
2	0,995	-7	58	18	0,588	-43	42
3	0,988	-10	57	19	0,545	-45	41
4	0,978	-12	56	20	0,500	-46	40
5	0,966	-15	55	21	0,454	-47	39
6	0,951	-17	54	22	0,407	-49	38
7	0,934	-20	53	23	0,358	-49	37
8	0,914	-23	52	24	0,309	-50	36
9	0,891	-25	51	25	0,259	-51	35
10	0,866	-27	50	26	0,208	-52	34
11	0,939	-30	49	27	0,156	-52	33
12	0,809	-32	48	28	0,104	-52	32
13	0,777	-34	47	29	0,052	-52	31
14	0,743	-36	46	30	0,000		30
15	0,707	-38	45				

NAZORAT SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi.
2. Ishda qo'llanilgan asbobning optik sxemasi va ishlash prinsipi.
3. Geometrik optika qonunlari.
4. Nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichi va uning fizik ma'nosi. U qaysi faktorlarga bog'liq.
5. To'la ichga qaytish hodisasi va uning amalda qo'llanilishi.

№ 30 LABORATORIYA ISHI

DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Difraksion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash. Har xil to'lqin uzunligidagi yorug'likning inson organizmiga ta'siri haqida ko'nikma va malakalar hosil qilish. Yorug'lik nurlarining tibbiyotda qo'llanilishini o'rganish.

Kerakli asbob-uskunalar: Shkalalarga ega bo'lgan optik qurilma, difraksion panjara, yoritgich, tok manbai va ulash simlari.

I. Nazariy ma'lumotlar

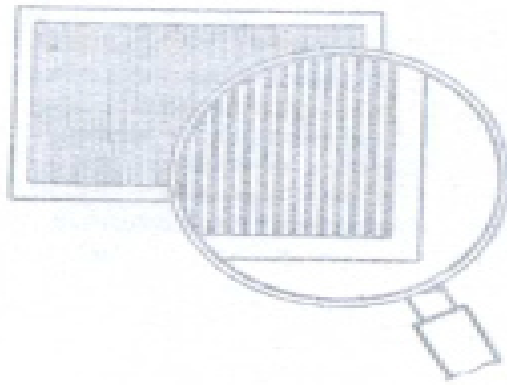
Yorug'likning tabiati – dualistik nazariyaga bo'ysinib, yorug'lik – elektromagnit to'lqin, yorug'lik – zarrachalar (fotonlar) oqimi sifatida namoyon bo'ladi. Yorug'likning dualistik tavsifi Plank formulasida yaqqol ko'rinadi. Unga ko'ra yorug'likning bir kvanti (portsiyasi) $E=h\nu$ energiyaga ega. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, inson tanasidagi ayrim molekulalar yorug'lik energiyasini $h\nu$ ga teng portsiyalar bilan yutadi. Molekulalar yorug'likni ayniqsa ultrabinafsha nurlarni yutganda bu energiya ko'pgina molekulalarni parchalashga yetarli bo'lishi mumkin, bunga yorug'likning kimyoviy ta'siri deyiladi.

Molekulalarning har qanday o'zgarishi kimyoviy hodisadir. Odam tanasining oftobda qorayishi bu kimyoviy o'zgarishlarga yaqqol misol bo'lishi mumkin.

Hozirgi paytda biologiyada, kimyoda, texnikada, tibbiyotda va xalq xo'jaligining turli sohalarida qo'llanilayotgan lazer nurlarining ham fizik kattaliklari bilan bir qatorda to'lqin uzunliklarini o'lchash muhim ahamiyatga ega. N.N. Bexteroevning fikriga ko'ra har bir to'lqin uzunlikdagi nur organizmga o'ziga xos psixologik ta'sir ko'rsatar ekan. Masalan, qizil rang qo'zg'atuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib organizmni toliqishiga olib keladi, moviy rang tinchlantirish xususiyatiga ega, yashil rang organizmga hordik chiqarish imkonini beradi, qora rang ruhiyatga qo'rquv hissini uyg'otadi.

Fizikada yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlashning bir necha usullari mavjud. Shulardan biri *Difraksiya* hodisasiga asoslangan *difraksion panjara* deb ataluvchi optik asbob yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash eng sodda va qulay usullardan hisoblanadi.

Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'lib tarqalish qonuniyatidan chetlanishi *Difraksiya* deb ataladi.



1 – rasm. Difraksion panjaraning umumiy ko‘rinishi

Bir-biridan bir xil uzoqlikda joylashgan shaffofmas to‘siqlar bilan ajratilgan juda ko‘p tor tirqishlardan iborat oddiy optik asbob **difraksion panjara** deyiladi (1-rasm).

Sifatli difraksion panjara shisha plastinkali parallel shtrixlar (chiziqlar) tortuvchi maxsus bo‘lish mashinasi yordamida tayyorlanadi. Shtrixlar soni 1 mm da 100 dan 2400 gacha yetadi, shtrixlarning umumiy soni 100000 dan ortiq bo‘lishi mumkin. Keng tarqalgan difraksion panjaralar jelatinga tushurilgan iz bo‘lib, bu jelatina ikkita shisha plastinka orasiga solib qo‘yiladi.

Qaytaruvchi panjaralar deb ataladigan difraksion panjaralarning sifati eng yaxshi bo‘ladi. Bular yorug‘likni qaytaruvchi va o‘tkazuvchi qismlari navbatlashib keladigan optik asbobdir. Yorug‘likni o‘tkazuvchi shtrixlar yaxshilab silliqlangan metall plastinkaga qisqich yordamida chiziladi.

Agar shaffof tirqishlar (ya‘ni qaytaruvchi yo‘llar) eni a bilan, shaffofmas oraliqlar (ya‘ni yorug‘likni sochuvchi yo‘llar) eni b bilan belgilansa, $d=a+b$ kattalik **panjaraning davri** yoki **doimiysi** deb ataladi.

Difraksion panjaraning optik asbob sifatida qimmatligi bu panjara hosil qiladigan difraksion manzara aniqligi bilan belgilanadi. Difraksion panjaraga oid elementar nazariyaning asosiy jihatlarini ko‘rib chiqaylik. Difraksion panjaraga tabiiy nur tushurilsa difraksion **maksimum** larda etti xil rangli chiziqlar (spektrlar) hosil bo‘ladi, **minimum** joyda esa qora chiziqlar paydo bo‘ladi.

Tirqishlardagi ikkilamchi kogerent manbalar barcha yo‘nalishlarda tarqaluvchi yorug‘lik to‘lqinlarini hosil qiladi.

Turli nuqtalarda qo‘shiluvchi to‘lqinlar fazalari ayirmasi - $\Delta\varphi$ ning doimiyligini ta‘minlovchi sozlangan manba kogerent manba deb ataladi.

Tirqishlardan chiquvchi to‘lqinlar bir-birini kuchaytiradigan sharoitni topamiz. Buning uchun φ burchak bilan belgilanuvchi yo‘nalishda tarqaluvchi to‘lqinlarni ko‘rib chiqamiz. Qo‘shni tirqishlarning chetlaridan chiqayotgan to‘lqinlar orasidagi yo‘l ayirmasi AC kesmaning uzunligiga teng. Agar bu kesmada butun sondagi to‘lqin uzunliklari joylashsa, barcha tirqishlardan chiquvchi to‘lqinlar qo‘shilib, bir-birini kuchaytiradi, ya‘ni interferentsion maksimum hosil bo‘ladi.

Maksimumlar quyidagi shart bilan belgilanadigan φ burchaklar ostida ko‘rinadi:

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

Bu yerda $k = 0, 1, 2, \dots$ bular asosiy maksimumlar tartibi deb ataladi. Shuni nazarda tutish kerakki, (2) shart qanoatlantirilganda tirqishlarning pastki (rasm bo‘yicha) chetlaridan keluvchi to‘lqinlarga emas, balki tirqishlarning boshqa barcha nuqtalaridan keluvchi to‘lqinlar ham kuchayadi. Birinchi tirqishdagi har bir nuqtaga ikkinchi tirqishda d masofada turgan nuqta muvofik keladi. Shu sababli bu nuqtalardan chiqqan ikkilamchi tulkin $k\lambda$ ga teng bo‘lib, bu to‘lqinlar bir-birini kuchaytiradi.

Agar bu kesmada yarim sondagi tulkin uzunliklari joylashsa, barcha tirqishlardan chikuvchi tulkinlar kushilib, bir-birini susaytiradi, ya'ni *interferentsion minimum* hosil bo‘ladi.

Minimumlar quyidagi shart bilan belgilanadigan φ burchaklar ostida ko‘rinadi:

$$d \sin \varphi = k \lambda / 2 \quad (2)$$

ABC uchburchakdan AC katetni topish mumkin:

$$AC = AB \sin \varphi = d \sin \varphi \quad (3)$$

Yo‘llari bir-biriga yaqin bo‘lgan uzoq chalinadigan plastinka qaytaruvchi difraksion panjaraga o‘xshaydi. Agar siz elektr lampasining ana shunday plastinkadan qaytgan yorug‘ligiga qarasangiz, yorug‘likning spektr ranglariga ajralganligini ko‘rasiz. k ning har xil qiymatlariga to‘g‘ri keladigan bir necha spektrni ko‘rish mumkin. Agar elektr lampasining yorug‘ligi plastinkaga katta burchak hosil qilgan holda tushsa, manzara juda aniq ko‘rinadi.

Ishni bajarish

Lampadan chiqayotgan nurlar difraksion panjaradan o‘tib ekranga tushadi. Bunda optik skamyada tirqishni bemaolol harakatlantirish mumkin. Ekranda difraksion manzara hosil qilinadi. Bunda difraksion panjaraga tushayotgan yorug‘lik oq bo‘lgani uchun ekranda rangli spektrlar hosil bo‘ladi.

Difraksiya nazariyasidan ma'lumki birinchi tartibli maksimum uchun $d \sin \varphi = k \lambda$ shart bajariladi. Bu erda λ yorug‘lik to‘lqin uzunligi, φ Difraksiya burchagi, d esa difraksion panjara doimiysi bo‘lib 0,01 ga teng.

Yorug‘likning to‘lqin uzunligini topish uchun quyidagi amallarni bajaramiz.

1. Ekranda difraksion manzara hosil qilamiz.
2. Rangli spektrlarning birinchi tartiblisidan qizil spektrni tanlab olamiz.
3. Tirqish markazidan qizil spektrning markazigacha bo‘lgan masofani o‘lchab olamiz.
4. Tirqishdan difraksion kartina kuzatilayotgan masofani o‘lchab olamiz.

Bizga ma'lumki difraksion panjaraning asosiy formulasi

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

ifoda orqali aniqlangani uchun:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k} \quad (4)$$

3-rasmdan

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \frac{\lambda}{L} \quad (5)$$

ga teng ekanligini hisobga olsak, (5) ifodani (4) qo'ysak:

$$\lambda = \frac{d \cdot \lambda}{k \cdot L} \quad (6)$$

hosil bo'ladi.

Bu yerda $\lambda = x$ ga teng bo'lib tirqish markazidan difraksion manzaradan tanlab olinayotgan rangni markazigacha bo'lgan masofa, L difraksion manzara kuzatilayotgan ekrandan difraksion panjaragacha bo'lgan masofa. Bunda $d = 0,01 \text{ mm}$, k - difraksion manzaralarning tartibi, L va λ lar tajribadan o'lchanib olinib, har xil rangdagi yorug'lik nuri to'liq uzunligini aniqlash mumkin.

Olingan natijalarni 1 jadvalga yozamiz.

№	d, [mm]	L, [mm]	λ , [mm]	k	λ , [nm]
1					
2					
3					

Nazorat savollari

1. Difraksiya hodisasi nima?
2. Difraksion panjara deb nimaga aytiladi?
3. Difraksion panjara doimiysi nimaga teng?
4. Difraksion panjaraning asosiy formulasi qanday yoziladi?
5. Kogerent yorug'lik manbai deb qanday manbaga aytiladi?
6. Yorug'lik kvanti energiyasi formulasi qanday yoziladi?

Mustaqil ta'lim bo'yicha o'quv materiallari

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanish istiqbollari. Olamning fizik manzarasi haqida ma'lumot.
2. Kapillyar hodisalar.
3. Havo namligi, uni o'lchash usullari va ahamiyati.
4. Suyuqliklarda oqim turlari.
5. Tovushning fizik va fiziologik xossalari.
6. Termodinamika qonunlari.
7. Inersiya moment va uning ahamiyati.

8. Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish.O‘zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.
9. Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti. Lazer nurlarining qishloq xo‘jaligida qo‘llanilishi.
- 10.Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo‘llanilishi.
- 11.Uch elektrodli elektron lampalar. Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo‘llanilishi.
12. Klassik va kvant Xoll effekti.
13. O‘ta o‘tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.
14. Yarim o‘tkazgich - yarim o‘tkazgich kontakti. Yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar. Yarim o‘tkazgichli kuchaytirgichlar.
15. Elektron lampalar. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
16. Plazma, xossalari va qo‘llanilishi. Termoelektrik hodisalar.
17. Metallarda elektronlar konsentrasiyasi va harakatchanligi. Magnit oqimidan texnikadan foydalanish.
18. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish. Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.
19. Payvandlash transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.
- 20.O‘zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans hodisalar. O‘zgarmas tok generatorlari. O‘zgaruvchan tok generatorlari.
21. O‘zgarmas tok elektr dvigateli. Sinxron va Asinxron dvigatellar.
22. Quyosh nurining biologik ta’siri.
23. Fotometriya asoslari.
24. Yorug‘likning moddalar bilan o‘zaro ta’siri
25. Fotoeffekt va uning qonunlari.

3.5.Fan bo‘yicha glossariy (o‘zbek, rus, ingliz tillarida)

1.Fizika fani va uning tadqiqot uslublari

Atamaning o‘zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma’nosi
Materiya	Matter	Материя	Koinotda real mavjud bo‘lgan va bizning sezgi organlarimizga ta’sir qilib sezgi o‘yg‘otadigan barcha narsalar, ya’ni tevarak atrofimizdagi barcha jismlar materiadir.
Gipoteza	Hypothesis	Гипотеза	Kuzatish natijalari mulohaza qilingan va mantiqiy umumlashtirishgan ilmiy fikr gipoteza deyiladi.

2.Kinematika asoslari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Moddiy nuqta	Material point	Материальная точка	Kuzatuvchi bilan jism orasidagi masofa jismning o'lchamlaridan juda ko'p marta katta bo'lsa. Bu jism moddiy nuqtadir.
Sanoq tizimi	System of the count	Система счёта	Sanoq jismi, unga bog'langan koordinatalar tizimi va vaqtni o'lchaydigan sabob sanoq tizimi deyiladi.
Trayektoriya	Path	Траектория	Jism harakatlanganda chizgan chizig'I yoki qoldirgan izi
Fazo	Space	Пространства	Atrofimizni o'rab turgan moddiy borliq
Ko'chish	Carrying	Перенос	Moddiy nuqtaning boshlang'ich va oxirgi vaziyatini tutashtiruvchi yo'nalishli to'g'ri chiziqli kesma
Yo'l	Way	Путь	Trayektoriya uzunligi
Vaqt	Time	Время	Hodisalarning ketma-ket o'zgarish tartibini ifodalovchi fizik skalyar kattalik.
Vektor kattalik	Vector value	Векторная величина	Ham son qiymatga, ham yo'nalishga ega bo'lgan kattaliklar
Skalyar kattalik	Scalar value	Скалярная величина	Faqat son qiymatga ega bo'lgan kattaliklar.

4.Ish va energiya

Atamaning o'zbek tilida	Atamaning ingliz tilida	Atamaning rus tilida	Atamaning ma'nosi

nomlanishi	nomlanishi	nomlanishi	
Energiya	Energy	Энергия	Jismning ish bajara olish qobiliyati
Mexanik ish	Mechanical work	Механическая работа	Jismga ta'sir etuvchi kuch va bu kuch ta'sirida sodir bo'lgan ko'chish vektorlarining skalyar ko'paytmasi
Kinetik energiya	Kinetic energy	Кинетическая энергия	Jismning harakati bilan bog'liq bo'lgan energiya
Potensial energiya	Potential energy	Потенциальная энергия	Jisholati bilan bog'liq bo'lgan energiyamning
Saqlanish qonuni	Conservations of the law	Сохранения закона	Fizikaning makon va zamonda ro'y beradigan barcha jarayonlarni ma'lum tartibga solib turuvchi umumiy qonun
Quvvat	Power	Мощность	Vaqt birligi ichida bajarilgan ish
Foydali ish koeffitsiyenti	Factor useful action	Коэффициент полезного действие	Mashinaning tejamkorligini, ya'ni u bajargan to'liq ishning qancha qismi foydali ishga aylanishini xarakterlovchi kattalik

5.Aylanma harakat dinamikasi

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Deformatsiya	Deformation	Деформация	Qattiq jismlarga tashqi kuch ta'sir qilganda ularning o'lchami va shaklining o'zgarishi
Inersiya momenti	Moment to inertias	Момент инерции	Jismning biror-bir o'q atrofida aylanma harakati

6.Gidrodinamika

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Laminar	Laminar	Ламинар	Oqim chiziqlari o'zaro

			parallel bo'lgan suyuqliklardagi oqim turi
Turbulent	Turbulent	Турбулент	Oqim chiziqlari o'zaro aralashib ketgan bo'lgan suyuqliklardagi oqim turi
Yopishqoqlik	Viscosity	Вязкость	Bir suyuqlik qatlami harakatining ikkinchi suyuqlik qatlami harakatiga qarshilik ko'rsatish hodisasi
Oqim chiziqlari	Line current	Линия течений	Chiziqlarning har bir nuqtasidagi o'rinma suyuqlik zarralarining harakat tezligi vektori bilan ustma-ust tushishi
Kapillyar	Capillary	Капилляр	Sut emizuvchilardagi eng katta qon tomirlari
Viskozimetr	Viskozimetr	Вискозиметр	Suyuqlik yopishqoqligini o'lchash uchun mo'ljallangan qurilma

7. Tebranma harakat dinamikasi

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Tebranish (tebranma harakat)	Fluctuations	Колебания	Vaqt o'tishi bilan takrorlanadigan harakat
Tebranish davri	Period of the fluctuation	Период колебания	Jismning to'la bir marta tebranishi uchun ketgan vaqt
Chastota	Frequency	Частота	Jismning bir sekunddagi tebranishlar soni
Mayatnik	Pendulum	Маятник	Bir uchi mahkamlangan, asosiy massasi ikkinchi uchida bo'lgan, cho'zilmaydigan va erkin tebrana oladigan tizim
Dissipativ	Dissipative	Диссипатив	Energiya yo'qolishi
Konservativ	Konservativ	Консерватив	Energiya yig'ishilishi
Faza	Phase	Фаза	Sinus yoki kosinus burchak kattaligi
Amplituda	Amplitude	Амплитуда	Jismning eng katta siljishi
Rezonans	Resonance	Резонанс	Tebranishlar jismning xususiy chastotasi unga ta'sir

			qilayotgan kuchning chastotasiga teng bo'lganda tebranishlar amplitudasining keskin ortish ketishi

9.Akustika

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Intensivlik	Intensity	Интенсивность	Yuza birligiga tushuvchi tovush energiyasi
Shovqin	Noise	Шум	Tarkibida barcha chastotalar ishtirok etuvchi tovush to'liqlari
Perkussiya	Perkussiya	Перкуссия	Kasallikni aniqlashda bemorni urib ko'rish usuli
Auskultatsiya	Auskultatsiya	Аускультация	Kasallikni aniqlashda bemorni eshitib ko'rish usuli
Tovush spektri	Spectrum of the sound	Спектр звука	Tovush intensivligining tovush chastotasidan bog'liqligi
Akustika	Acoustics	Акустика	Eng past chastotali elastik to'liqlardan o'ta yuqori chastotali to'liqlarni o'rganuvchi fizikaning bo'limi
Ultratovush	Ultrasound	Ультразвук	Chastotasi 20 kGs dan 10^6 Gs chastotali elastik to'liqlar
Infratovush	Infra sound	Инфразвук	Chastotasi 0 Gs dan 20 Gs chastotali elastik to'liqlar
Nuqson	Defect	Дефект	Moddada zarrachalar joylashuvi tartibining buzilishi

10.Molekulyar kinetik nazariya asoslari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Diffuziya	Diffusion	Диффузия	Bir-biriga chegaradosh bo'lgan ikki modda molekulalarining tartibsiz harakati tufayli o'zaro qo'shilib ketishi
Erkinlik daraja	Degree of the	Степень	Fazodagi o'rnini to'la

	liberty	свободы	aniqlash uchun zarur bo'lgan, bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalarning umumiy soni
Idea gaz	Ideal gas	Идельный газ	Molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik bo'lgan gaz
Temperatura	Temperature	Температура	Modda molekulalarining o'rtacha kinetic energiyasi
Solishtirma issiqlik sig'imi	Specific heat capacity	Удельная тепло ёмкость	Modda massa birligini 1 gradusga qizirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori
Issiqlik miqdori	Amount of the heat	Количества теплоты	Bir jismdan boshqasiga issiqlik uzatishda o'tgan energiya miqdori
Issiqlik o'tkazuvchanlik	Conductivity of the heat	Проводимость теплоты	Modda molekulalarining va boshqa zarralarning tartibsiz harakati sababli moddaning bir qismidan ikkinchi qismiga ichki energiyaning uzatilishi

11.Suyuqliklarda va gazlarda ko'chish hodisalari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Sikl	Cycle	Цикл	Sistemaning boshqa holatlardan o'tib yan dastlabki holatga qaytishi
Konveksiya	Convection	Конвекция	Havoning ko'chishi
Viskozimetriya	Viskozimetriya	Вискозиметрия	Suyuqliklar yopishqoqlik koeffitsiyentini o'lchash usullari
Ichki ishqalanish	Inside friction	Внутренняя трения	Hajm birligidagi molekulalarning harakati tufayli paydo bo'ladigan impuls
Issiqlik o'tkazuvchanlik	Conductivity of the heat	Проводимость теплоты	Qattiq jismlarda atomlarning tebranma harakati tufayli issiqlik uzatilishi.

12. Termodinamika asoslari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Entropiya	Entropy	Энтропия	Sistema molekularining tartibsizlik darajasini ko'rsatuvchi kattalik
Sikl	Cycle	Цикл	Sistemaning boshqa holatlardan o'tib yan dastlabki holatga qaytishi
Issiqlik mashinasi (Issiqlik dvigateli)	Heat machine	Тепловая машина	Yoqilg'ining yonishi natijasida olingan issiqlik miqdorining bir qismini mexanik ishga aylantiruvchi mashina
Kondensatsiya	Condensation	Конденсация	Moddaning gazsimon holatdan suyuq holatga o'tishi
Sublimatsiya	Sublimation	Сублимация	Qattiq jismlarning bug'lanishi
Kritik temperatura	Critical temperature	Критическая температура	Gazni siqish yo'li bilan suyuqlikka aylantirib bo'lmaydigan eng past temperatura
Namlik	Moisture	Влажность	Yer atmosferasida suv bug'ining mavjudligini xarakterlovchi kattalik
Parsial bosim	Portions of the pressure	Порциальная давления	Havo tarkibidagi faqat suv bug'ining hosil qiladigan bosimi
Shudring nuqta	Centre to condensations	Центр конденсации	Havodagi suv bug'lari to'yingan holatda bo'ladigan temperature

13. Elektrostatika

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Dielektrik	Dielektric	Диэлектрик	Elektr tokini o'tkazmaydigan materiallar
Elektr maydon	electric field	Электрическая поля	Elektr kuchini hosil qiluvchi kuch
Elektr dipol	Electric dipol	Электрический дипол	Modullari teng, ishoralari esa qarama-qarshi bo'lgan

			o'zaro bog'langan nuqtviy zaryadlar tizimi
Elektr sig'im	electric capacity	Электрическая ёмкость	O'tkazgichning o'zida zaryad to'plash qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalik
Maydon kuchlanganlik	Tension	Напряженность	Maydonga kiritilgan zaryadga maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchning shu zaryad miqdoriga nisbati
Kondensator	Capacitor	Конденсатор	Bir-biridan dielektrik bilan ajratilgan ikkita o'tkazgichdan iborat har qanday tizim
Vakuum	Vacuum	Вакуум	Havosi so'rib olingan muhit

15.O'zgaras elektr toki

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Elektr toki	Electric current	Электрический ток	Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati
Termistor	Термистор	Термистор	Yarimo'tkazgich qarshilikli termometr
Magnit maydoni	Magnetic field	Магнитная поля	Magnit momently jismlar harakatlanayotgan ob'yektlarga ta'sir qiladigan kuch
Paramagnit	Paramagnit	Парамагнит	Magnit maydonni kuchaytiruvchi moddalar
Diamagnit	Diamagnit	Диамагнит	Magnit maydonni zaiflashtiruvchi moddalar
Ferromagnit	Ferromagnit	Ферромагнит	Tashqi maydonni juda ham kuchaytiruvchi moddalar
Qarshilik	Resistance	Сопротивление	Metalilan erkin elektronlarning kristall panjara tugunlaridagi ionlar bilan to'qnashishi
Resistor	Resistor	Резистор	Zanjir orqali o'tayotgan tok kuchini boshqarish uchun ishlatiladigan aniq qarshilkka ega bo'lgan asbob

Reostat	Rheostat	Реостат	O'zgaruvchan qarshilikka ega bo'lgan rezistor
Magnit	Magnet	Магнит	Magnit maydon hosil qila oladigan jism

17.Yarimo'tkazgichlarda elektr toki

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Donor	Donor	Донор	Mendeleyev davriy jadvalining V – guruh elementlari n-tur o'tkazuvchanlikni beradi va bu donor atomlardir.
Tranzistor	Transistor	Транзистор	Elektr signallarini generatsiyalovchi va kuchaytiruvchi yarimo'tkazgichli asbob
Xususiy o'tkazuvchanlik	Own conductivity	Собственная проводимость	Sof yarimo'tkazgichlar o'tkazuvchanligi
Aralashmali o'tkazuvchanlik	Admixture conductivity	Примесная проводимость	Sof yarimo'tkazgichlarga aralashma qo'shilgandagi o'tkazgich
Termistor	Thermistor	Термистор	Issiqlik ta'sirida elektr qarshiligi o'zgaradigan element
Fotoelement	Photocell	Фотоэлемент	Yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi qurilma
Bolometr	Bolometr	Болометр	Temperaturani o'lchash uchun mo'ljallangan asbob

18.Suyuqliklarda elektr toki

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Elektrolit	Electrolyte	Электролит	Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklar
Anion	Anion	Анион	Elektrolitlarda anod tomon harakatlanadigan manfiy ionlar
Kation	Kation	Катион	Elektrolitlarda katod tomon harakatlanadigan musbat ionlar
Rekombinatsiya	Recombination	Рекомбинация	Qarama-qarshi ishorali

			miqdorlari teng zaryadlar birlashib neytral atom hosil bo'lishi
Elektroliz	Electrolysis	Электролиз	O'tkazgichning elektr toki ta'sirida kimyoviy tarkibiy qismlarga ajralish hodisasi
Dissotsiatsiya	Dissociatsiya	Диссоциация	Molekulalarning zaryadli ionlarga ajralish jarayoni
Kulonometr	Kulonometr	Кулонометр	Elektr zanjiri orqali o'tgan zaryad kattaligini bevosita o'lchaydigan asbob

21.Elektr tebranishlar va elektromagnit to'lqinlar

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Elektromagnit tebranish	Electromagnetic fluctuation	Электромагнитная колебания	Zanjirda zaryad miqdorining (yoki tok kuchining) va kuchlanishning davriy ravishda o'zgarib turishi
Elektromagnit to'lqin	Electromagnetic wave	Электромагнитная волна	Fazoda o'zgaruvchan elektromagnit maydonlarining tarqalishi
Tebranish konturi	Sideband of the fluctuation	Контуры колебания	Kondensator va g'altakdan iborat bo'lgan zanjir
Sindirish ko'rsatkichi	Factor of the refraction	Показатель преломления	Yorug'likning vakuumdagi tezligining moddada qanchaga kamayishini ko'rsatuvchi fizik kattalik
Kogerent to'lqinlar	coherent wave	когерентная волна	Chastotalari bir xil fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan to'lqinlar
To'lqin fronti	frontal wave	фронтальная волна	Bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometric o'rni

22.Yorug'likning tabiati

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Optika	Optics	Оптика	Grekcha – ko'rish ma'nosini anglatadi.
Sindirish ko'rsatkichi	Factor of the refraction	Показатель преломления	Yorug'likning vakuumdagi tezligining moddada qanchaga kamayishini ko'rsatuvchi fizik kattalik

Yoritilganlik	Luminosity	Освещенность	Yuza birligiga tushuvchi yorug'lik oqimi
Ravshanlik	Brightness	Яркость	Birlik fazoviy burchakka mos keluvchi yorug'lik kuchi
Fotometriya	Fotometriya	Фотометрия	Yorug'lik intensivligini o'lchash bilan shug'ullanuvchi optikaning bo'limi
Endoskop	Endoskop	Эндоскоп	Odam va hayvonlarning ichki organlarini tekshiruvchi asbob
Refraktometr	Refraktometr	Рефрактометр	Suyuqliklar sindirish ko'rsatkichini to'la ichki qaytish hodisasiga asoslanib aniqlovchi asbob
Lyuks	Luxary	Люкс	Yortilganlikning o'lchov birligi
Lyumen	Lyumen	Люмен	Yorug'lik oqimining o'lchov birligi

23.Yorug'likning to'lqin xossalari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Kogerent to'lqinlar	coherent wave	Когерентная волна	Chastotalari bir xil fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan to'lqinlar
Interferensiya	Interference	Интерференция	Ikki yoki undan ortiq to'lqinlarning qo'shilib bir-birini kuchaytirish yoki susaytirish hodisasi
Difraksiya	Difrakciya	Дифракция	To'lqinlarning to'siqlardan aylanib o'tish hodisasi
Dispersiya	Dispersion	Дисперсия	Nur sindirish ko'rsatkichining rangiga, to'lqin uzunligiga va chastotasiga bog'liqligi
Yorug'lik qutblanishi	Polarization of the light	Поляризация света	To'lqinning tarqalishiga perpendikulyar bo'lgan bitta yo'nalishdagi tebranish
Frenel zonasi	Zone Freneliya	Зона Френеля	Ma'lum burchak ostida difraktsiyalanuvchu nurlar dastasi

24.Yorug'likning kvant xossalari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Kvant	Quantum	КВАНТ	Eng kichik zarracha
Foton	Photon	ФОТОН	Yorug'lik zarrachasi
Fotoeffekt	Photoeffect	ФОТОЭФФЕКТ	Yorug'lik ta'sirida moddalardan elektronlarning chiqish hodisasi
Fotoelement	Photocell	ФОТОЭЛЕМЕНТ	Yorug'lik nuri ta'sirida ishlovchi optic asbob
Melanin	Melanin	Меланин	Quyosh nuri ta'sirida teri qatlami yuzida hosil bo'luvchi qatlam
Absolyut qora jism	Absolute blackening bodies	Абсолютная чёрная тела	O'ziga tushuvchi xamma nur energiyasini har qanday temperaturada butunlay yutadigan jismni
Issiqlikdan nurlanish	Heat radiation	Тепловое излучение	Qizish hisobiga jismning nurlanishi

25.Lyuminessensiya va fotoeffekt hodisalari

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Lyuminessinsiya	Luminescence	Люминесценция	Tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng moddalarning ko'rinadigan nur chiqarish, shulalanish hodisasi
Flyuorografiya	Flyuorografiya	Флюорография	Roentgen nuri yordamida o'pkaning tasvirini olish
Kvant	Quantum	КВАНТ	Eng kichik zarracha
Foton	Photon	ФОТОН	Yorug'lik zarrachasi
Fotoeffekt	Photoeffect	ФОТОЭФФЕКТ	Yorug'lik ta'sirida moddalardan elektronlarning chiqish hodisasi
Fotoelement	Photocell	ФОТОЭЛЕМЕНТ	Yorug'lik nuri ta'sirida ishlovchi optic asbob

26.Atom tuzilishi

Atamaning	Atamaning	Atamaning	Atamaning ma'nosi

o'zbek tilida nomlanishi	ingliz tilida nomlanishi	rus tilida nomlanishi	
Atom	Atom	Атом	Moddaning asosiy kimyoviy xossasini o'zida mujassamlashtirgan va o'lchami 10^{-8} bo'lgan markazida protonlar va uning atrofida elliprik orbitalar bo'yicha aylanuvchi elektronlar tizimidan iborat bo'lgan mikrozararchaga aytiladi.
Yadro	Kernel	Ядро	Atomning asosiy massasi mujassamlashgan tarkibi proton, neytron va boshqa mikrozararchalardan iborat bo'lgan 10^{-13} cm yoki 1 fermi bo'lgan tizim
Rentgen	X-rays	Рентген	Noma'lum nurlar, radioaktiv nurlanishning o'lchov birligi
Postulat	Postulate	Постулат	Isbot talab qilinmaydigan bashorat
Qobiq, qatlam	Shell	Оболочка	Atom electron qavatlar
Spontan nurlanish	Spontaneous radiation	Спонтанная излучения	Atomning o'z-o'zidan tashqi ta'sirsiz nurlanishi

27.Yadro fizikasi

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Defekt	Defect	Дефект	Moddada zarrachalar joylashuvining buzilishi
Nuklon	Nuklon	Нуклон	Yadro tarkibidagi zarrachalar umumiy nom bilan nuklonlar deyiladi
Izotop	Isotope	Изотоп	
Yemirilish	Disinteration	Распад	Modda tarkibidan atomlarning tashqi ta'sir yordamida yoki tashqi ta'sirsiz uchib chiqishi
Aktivlik	Activation	Активация	

IV. Fan bo'yicha o'tkaziladigan attestatsiyalar uchun savollar

4.1. 1-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)

1. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
2. Klassik mexanikaning fizik asoslari
3. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
4. Vektorlar ustida amallar.
5. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
6. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
7. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
8. Nyuton qonunlari.
9. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
10. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
11. Energiya, ish va quvvat.
12. Kinetik va potensial energiyalar.
13. Energiyaning saqlanish qonuni.
14. Inersiya momenti.
15. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
16. Kuch momenti.
17. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
18. Impuls momentining saqlanish qonuni.
19. Dielektrlarning turlari.
20. Dielektrlarning qutblanishi.
21. Elektr siljish vektori.
22. Dielektrik singdiruvchanlik.
23. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
24. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
25. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
26. Gidrodinamika asoslari.
27. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
28. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
29. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
30. Elektrostatik induksiya qonuni.
31. Elektr sig'imi.
32. Kondensatorlar.
33. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
34. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
35. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
36. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.

37. O'tkazgichlardagi elektr toki.
38. Tok kuchi. Kuchlanish.
39. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
40. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
41. O'zgarmas elektr toki qonunlari
42. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
43. Elektr yurituvchi kuch.
44. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
45. Molekulyar-kinetik nazariya.
46. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
47. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
48. Ideal gaz molekulalarining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
49. Diffuziya nima misollar keltiring
50. Termodinamikaning birinchi qonuni.
51. Issiqlik sig'imi.
52. Adiabatik jarayon.
53. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
54. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
55. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
56. Entropiya.
57. Van-der-Vaals tenglamasi.
58. Real gazning ichki energiyasi.
59. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
60. Ho'llash hodisasi.
61. Kapillyarlik hodisasi.
62. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
63. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi.
64. Bug'lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
65. Amorf jismlar.
66. Laminar va turbulent oqim.
67. Qattiq jism deformatsiyasi.
68. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
69. Kationlar va anionlar.
70. Elektroliz hodisasi.
71. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
72. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
73. Gazlarda elektr toki.
74. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
75. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.

76. Moddallarning elektr xossalari.
77. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
78. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
79. Magnit maydoni.
80. Doimiy magnit va aylanma tok.
81. Magnit maydon induksiya vektori.
82. Bio-Savar-Laplas qonuni.
83. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
84. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
85. Elektronlar dastasi.
86. Elektronlar emissiyasi.
87. Termoelektron emissiya.
88. Elektron lampalar.
89. Diod va triod.
90. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
91. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
92. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
93. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
94. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
95. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
96. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
97. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
98. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
99. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing. Elektrostatik himoya nima?
100. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
101. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining grafiklarini chizing va tushuntiring.
103. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
104. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
105. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
106. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g'oyalarini yozing.
107. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
108. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
109. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.

110. O'tkazgichning va kondensatorning elektr siG'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
111. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
112. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
113. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
114. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
115. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
116. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.
117. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
118. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
119. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
120. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Ohm qonuni ifodalarini yozing.

4.2. 2-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)

1. Fotoelektron emissiya va termoelektron emissiya xodisalari mohiyatini tushuntiring.
2. O'zgaruvchan tok ta'rifi va uni hosil qilinishi.
3. Elektron va protonning kashf qilinishi va ularning fizik xarakteristikalarini.
4. Ikkinchi tur o'tkazgichni ta'riflang va undan zaryad tashuvchilarni asoslang.
5. Plazma va chaqmoq haqida tushuncha bering.
6. Jismining issiqlikdan nurlanishi.
7. Kondensator va uning elektr sig'imi haqida gapiring.
8. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering.
9. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasini mohiyati tushuntiring.
10. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing.
11. Magnit hodisalari bilan elektr hodisalarining bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasining fizik mohiyati.
12. Bor postulatlarni tushuntiring.
13. Elektrostatiki induksiya nima?
14. Paramagnit va ferromagnit moddalar fizik xossalari ta'riflang.
15. Yorug'lik intensivligi. Buger-Lambert-Ber qonunini tushuntiring.
16. Yorug'likni to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qo'llanish sohalari.
17. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
18. Elementar elektr zaryadi nima?

19. Elektr zaryadi saqlanish qonunini ta'riflang.
20. p-tipo'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
21. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik ma'nosini tushuntiring.
22. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
23. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
24. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini ta'riflang.
25. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
26. Kulon qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.
27. Yarim o'tkazgichda electron haqida tushuncha bering.
28. Yoritilganlik ta'rifi, formulasi va o'lchov birligi.
29. Yarim o'tkazgichlarga ta'rif bering.
30. Diamagnit moddalar fizik hossalarga ta'rif bering.
31. Kirxgof qonunini va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
32. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qullanish sohalari.
33. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
34. Elementar elektr zaryadi nima?
35. Elektr manba qutblaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanishni ta'riflang va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
36. Amper qonuni ta'rifi va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
37. Ivanenk gipotezasini ta'riflang.
38. Elektr toki kuchini ta'riflang va o'chov birliklarini yozing.
39. Magnit induksiyasi oqimini ta'riflang va uni ifodalovchi formulasini hamda o'lchov birligini aniqlang.
40. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
41. Elektrostatika nimani o'rganadi?
42. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanish sohalari.
43. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
44. Kondensator va uning elektr sig'imini ta'riflang.
45. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering.
46. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasi mohiyatini tushuntiring.
47. Elektrostatik induksiya nima?
48. Geltgols gipotezasini ta'riflang.
49. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
50. Yorug'lik tabiati haqidagi nazariyalarni tushuntiring.
51. Birinchi tur o'tkazgichni ta'riflang va unda tashuvchilarni asoslang.
52. Yoy razryad va Yolqin fizik mohiyati hamda qo'llanish sohalarni tushuntiring.
53. Mutloq –Bolsman va vin qonunlarini tushuntiring.
54. Elektr doimiysi yoki vakumning dielektrik sindiruvchanligini fizik ma'nosini tushuntiring.

55. Yarim o'tkazgichli qarshilik termometri, ya'ni termistorni ishlash prinsipi tushuntiring.
56. Ravshanlik ta'rif formulasi va o'lchov birligi.
57. Elektr dipolni ta'riflang va dipol momentini ifodalovchi formulani yozing.
58. Gaz orqali tok o'tishini tushuntiring.
59. Yorug'lik qutblanishi hodisasini tushuntiring. Polyarimetr yoki Saxarometrning qo'llanish sohalarini asoslang.
60. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
61. O'zinduksiya hodisasi fizik mohiyati. O'zinduksiya koeffitsientini tushuntiring.
62. α β γ –nurlarga ta'rif bering.
63. Elektrozaryadlarni saqlanish qonunini tariflang
64. ρ – tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
65. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik manosi tushuntiring.
66. Elektr toki kuchini tariflang va o'lchov birliklarini yozing
67. Magnit induksiya oqimini tariflang va uni ifodalovchi formulasini xamda o'lchov birligini yozing.
68. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
69. Kulon qonunini tariflang va matematik ifodasini yozing.
70. Yarim o'tkazgichda elektron haqida tushuncha bering.
71. Yoritilganlik tarifini, formulasi va o'lchov birligi.
72. O'tkazgich qarshiligini xaroratga bog'liqligini tushuntiring va uni ifodalovchi formulani yozing.
73. Elektromagnit induksiya hodisasi uchun Faradey qonunini tariflang va uni ifodalovchi formulani yozing.
74. Yadroning bo'linishi. Zanjir reaksiyasi.
75. Ostrogradskiy- gauss teoremasini tariflang va matematik ifodasini ham.
76. Uchqun razryad va Toj razryadni fizik mohiyatini tushuntiring hamda misollar keltiring.
77. Rentgen nurlar difraksiyasini tushuntiring. Volf – Bregglar formulasi mohiyatini tushuntiring.
78. Elektron nur quvuri, vakumli diod va triod elektron lampalarini ishlash prinsipi tushuntiring.
79. O'zgaruvchan tok generatori ishlash prinsipi. Bor postulatlarini tushuntiring.
80. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
81. Gel'ts gipotezasini ta'riflang.
82. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
83. Yorug'lik tabiati haqidagi nazaryalarni tushuntiring.

84. Elektr tokini ta'riflang. Mandelshtam va Papapeksi o'tkazgan tajribalarni mohiyatini tushuntiring.
85. Magnit maydon induksiyasini ta'riflang va uni ifodalovchi formula hamda magnit singdiruvchanlik haqida tushuncha bering.
86. Lyuminesensiya va uning turlari hamda texnikada qullanilish sohalari.
87. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
88. O'zinduksiya hodisasini fizik mohiyati. O'zinduksiya ko'effitsiyentini tushuntiring
89. $\alpha\gamma$ -nurlarga tariff bering.
90. Elektrostatika nimani o'rganadi?
91. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari
92. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi
93. Birinchi tur o'tkazgichni tariflang va zaryad tushuvchilarni asoslang.
94. Yoy razryad va yolqin razryadni fizik mohiyati hamda qo'llanilish sohalarini tushuntiring.
95. Mutloq qora jismni tariflang va uning nurlanishi haqida Stefan-Bolsman va Vin qonunlarini tushuntiring.
96. Fotoelektron emissiya va termoelektron emissiya hodisalari mohiyatini tushuntirig.
97. O'zgaruvchan tok tarifi va uni hosil qilinishi.
98. Electron va protonning kashf qilinishi va ularning fizik xarakteristikalari.
99. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing.
100. Magnit hodisasi bilan elektr hodisalarini bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasini fizik mohiyati.
101. Bor postulatlarini tushuntiring.
102. O'tkazgich qarshiligini to'la ifodalovchi formulasi va o'lchov birligini tushuntiring.
103. Atom yadrosining tarkibiy qismi haqida tushuncha bering.
104. Kuchlanganlik oqimini tariflang va formulasini yozing.
105. Faradey sonining fizik mohiyatini tushuntiring va elektr zaryadini hisoblash formulasini yozing.
106. Yorug'lik diffraksiyasi hodisasini tariflang. Difraksion panjara nima.
107. Solishtirma qarshilik haqida tushuncha bering va haroratga bog'liqligini ifodalovchi formulani yozing.
108. O'zaro induksiya hodisasini fizik mohiyati va qo'llanilish sohalari. O'zaro induktivlikni ifodalovchi formula va o'lchov birligi.
109. Tabiiy radiaktivlik va uni kashf qilinishi.

110. Yarim o'kazgichlarga tariff bering.
111. Diamagnit moddalar fizik xossalariга tariff bering.
112. Kirxgof qonuni va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
113. O'tkazgichning elektr sig'imi va uni ifodalovchi formulani hamda o'lchov birligini keltirib chiqaring.
114. Elector maydoni va kuch chiziqlarini tariflang.
115. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
116. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini tariflamg.
117. Elektrostatika nimani o'rganadi?
118. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari.
119. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
120. Elektronning qator qilinishi va uni xarakterlovchi fizik kattalikdir.

4.3. YaB uchun og'zaki savollar (300 ta)

1. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
2. Klassik mexanikaning fizik asoslari
3. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
4. Vektorlar ustida amallar.
5. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
6. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
7. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
8. Nyuton qonunlari.
9. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
10. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
11. Energiya, ish va quvvat.
12. Kinetik va potensial energiyalar.
13. Energiyaning saqlanish qonuni.
14. Inersiya momenti.
15. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
16. Kuch momenti.
17. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
18. Impuls momentining saqlanish qonuni.
19. Dielektrlarning turlari.
20. Dielektrlarning qutblanishi.
21. Elektr siljish vektori.
22. Dielektrik singdiruvchanlik.
23. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
24. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ulaming texnikada qo'llanilishi.
25. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
26. Gidrodinamika asoslari.

27. Uzlüksizlik va Bernulli tenglamalari.
28. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o`lchash usullari.
29. Elektr maydonga kiritilgan o`tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
30. Elektrostatik induksiya qonuni.
31. Elektr sig`imi.
32. Kondensatorlar.
33. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
34. Elektr zaryadlarining o`zaro ta'sir energiyasi.
35. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
36. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
37. O`tkazgichlardagi elektr toki.
38. Tok kuchi. Kuchlanish.
39. Qarshilik. O`ta o`tkazuvchanlik.
40. Metallar elektr o`tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
41. O`zgarmas elektr toki qonunlari
42. O`zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
43. Elektr yurituvchi kuch.
44. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
45. Molekulyar-kinetik nazariya.
46. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
47. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
48. Ideal gaz molekularining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
49. Diffuziya nima misollar keltiring
50. Termodinamikaning birinchi qonuni.
51. Issiqlik sig`imi.
52. Adiabatik jarayon.
53. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
54. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
55. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
56. Entropiya.
57. Van-der-Vaals tenglamasi.
58. Real gazning ichki energiyasi.
59. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
60. Ho`llash hodisasi.
61. Kapillyarlik hodisasi.
62. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
63. Qattiq jismlarning issiqlik sig`imi.
64. Bug`lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
65. Amorf jismlar.

66. Laminar va turbulent oqim.
67. Qattiq jism deformatsiyasi.
68. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
69. Kationlar va anionlar.
70. Elektroliz hodisasi.
71. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
72. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
73. Gazlarda elektr toki.
74. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
75. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
76. Moddallarning elektr xossalari.
77. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
78. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
79. Magnit maydoni.
80. Doimiy magnit va aylanma tok.
81. Magnit maydon induksiya vektori.
82. Bio-Savar-Laplas qonuni.
83. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
84. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
85. Elektronlar dastasi.
86. Elektronlar emissiyasi.
87. Termoelektron emissiya.
88. Elektron lampalar.
89. Diod va triod.
90. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
91. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
92. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
93. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
94. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
95. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
96. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
97. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
98. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
99. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing. Elektrostatik himoya nima?
100. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
101. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining grafiklarini chizing va tushuntiring.
103. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga

- teng?
104. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
 105. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
 106. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g'oyalari yozing.
 107. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
 108. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
 109. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
 110. O'tkazgichning va kondensatorning elektr sig'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
 111. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
 112. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
 113. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
 114. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
 115. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
 116. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.
 117. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
 118. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
 119. Joul-Lens qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
 120. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Om qonuni ifodalarini yozing.
 121. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
 122. Klassik mexanikaning fizik asoslari
 123. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
 124. Vektorlar ustida amallar.
 125. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
 126. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
 127. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
 128. Nyuton qonunlari.
 129. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
 130. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
 131. Energiya, ish va quvvat.

132. Kinetik va potensial energiyalar.
133. Energiyaning saqlanish qonuni.
134. Inersiya momenti.
135. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
136. Kuch momenti.
137. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
138. Impuls momentining saqlanish qonuni.
139. Dielektrlarning turlari.
140. Dielektrlarning qutblanishi.
141. Elektr siljish vektori.
142. Dielektrik singdiruvchanlik.
143. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
144. Piezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
145. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
146. Gidrodinamika asoslari.
147. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
148. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
149. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
150. Elektrostatik induksiya qonuni.
151. Elektr sig'imi.
152. Kondensatorlar.
153. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
154. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
155. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
156. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
157. O'tkazgichlardagi elektr toki.
158. Tok kuchi. Kuchlanish.
159. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
160. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
161. O'zgarmas elektr toki qonunlari
162. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
163. Elektr yurituvchi kuch.
164. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
165. Molekulyar-kinetik nazariya.
166. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
167. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
168. Ideal gaz molekularlarining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
169. Diffuziya nima misollar keltiring
170. Termodinamikaning birinchi qonuni.

171. Issiqlik sig'imi.
172. Adiabatik jaroyon.
173. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
174. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
175. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
176. Entropiya.
177. Van-der-Vaals tenglamasi.
178. Real gazning ichki energiyasi.
179. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
180. Ho'llash hodisasi.
181. Kapillyarlik hodisasi.
182. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
183. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi.
184. Bug'lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
185. Amorf jismlar.
186. Laminar va turbulent oqim.
187. Qattiq jism deformatsiyasi.
188. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
189. Kationlar va anionlar.
190. Elektroliz hodisasi.
191. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
192. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
193. Gazlarda elektr toki.
194. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
195. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
196. Moddallarning elektr xossalari.
197. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
198. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
199. Magnit maydoni.
200. Doimiy magnit va aylanma tok.
201. Magnit maydon induksiya vektori.
202. Bio-Savar-Laplas qonuni.
203. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
204. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
205. Elektronlar dastasi.
206. Elektronlar emissiyasi.
207. Termoelektron emissiya.
208. Elektron lampalar.
209. Diod va triod.

210. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
211. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
212. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
213. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
214. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
215. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
216. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
217. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
218. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
219. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing. Elektrostatik himoya nima?
230. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
231. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining grafiklarini chizing va tushuntiring.
233. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
234. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
235. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
236. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g'oyalarini yozing.
237. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
238. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
239. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
240. O'tkazgichning va kondensatorning elektr sig'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
241. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
242. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
243. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
244. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
245. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
246. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.
247. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
248. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy

- shartlarini yozing.
249. Joul-Lens qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
250. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Om qonuni ifodalarini yozing.
251. Magnit maydon oqimi.
252. Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.
253. Magnit maydoni va uning asosiy xossalari.
254. Moddalarning magnit xossalari
255. Magnit maydon induksiyasi.
256. Moddadagi magnit maydon.
257. Molekulyar toklar.
258. Magnitlanish vektori.
259. Muhitlardagi magnit maydon uchun to'la tok qonuni.
260. Magnetiklarning turlari.
261. Diamagnetiklar.
262. Paramagnetiklar.
263. Ferromagnetiklar.
264. Tebranish konturidagi fizik jarayonlar.
265. Tomson formulasi.
266. Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
267. Kuchlanish rezonansi.
268. Tok rezonansi.
269. O'zgaruvchan tok.
270. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig'im va induktivlik.
271. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.
272. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
273. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi,
274. Yoritilganlik, Yorug'likkuchi, Ravshanlik.
275. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri.
276. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.
277. Yorug'likning yutilish.
278. Yutilish qonunlari.
279. Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
280. Yorug'likning ikkilanib sinishi.
281. Fotoelektron kollorimetrlar, ularning ishlash prinsipi va ishlatilishi
282. Yorug'likning qutblanishi,
283. Saxarometrlar va polyarimetrlar.
284. Ko'rish sistemasining tuzilishi va unda bo'ladigan biofizik jarayonlar.
285. Qutblanish tekisligining buralish hodisasi.
286. Kerr effekti va undan modda konsentrasiyasini aniqlashda foydalanish.
287. Issiqlik nurlanishi.
288. Absolyut qorq jism.

- 289.Kirxgof va Vin qonunlari.
- 290.Stefan –Bolsman qonuni.
- 291.Yorug`likning issiqlik manbalari.
- 292.Optik pirometriya.
- 293.Yorug`lik bosimi.
- 294. Fotoeffek, uning tutlari, qonunlari va texnologik jarayonlarda qo`llanilishi.
- 295 Atom tuzilishi va nur chiqarishi.
- 296.Rentgen nurlari, ularning olinishi, xossalari.
- 297.Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari.
- 298.Lazer nurlari, ularning xossalari va biologik ta'siri.
- 299.Atom yadrosi va uning tuzilishi.
- 300.Massa defekti.

4.4. 1-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)

- 1.Energiya, ish va quvvat.
- 2. Kinetik va potensial energiyalar.
- 3 Energiyaning saqlanish qonuni.
- 4Tabiatda energiya turlari.
- 5.Qattiq jismlar haqida umumiy ma`lumotlar.
- 6 Qattiq jismlar deformasiyasi.
- 7. Deformasiya turlari.
- 8.Inersiya momenti.
- 9.Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
- 20.Kuch momenti.
- 21.Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
- 22.Impuls momentining saqlanish qonuni.
- 23.Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
- 24.Gidrodinamika asoslari.
- 25.Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
- 26.Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
- 27.Yopishqoqlik koeffisienti va uni o`lchash usullari.
- 28.Yopishqoqlik koeffisientining haroratfan bog`likligi.
- 29.Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
- 30.Gaz qonunlari.
- 31.Boylm-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl,
- 32. Dalmton Qonunlari.
- 33.Avagadro va lashmid sonlari.
- 34.Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish.
- 35. Ichki energiya.
- 36.Real gazlar haqida ma`lumotlar.

37. Van-der-Vaals tenglamasi.
38. Gazlarni suyultirish.
39. Termodinamik jarayonlar va tizimlar.
40. Issiqlik muvozonati.
41. Ochiq va yopiq tizimlar.
42. Termodinamikaning birinchi qonuni.
43. Harorat va uni o'lchash usullari.
44. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.
45. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
46. Entropiya va uning fizik mohiyati.
47. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
48. Moddallarning elektr xossalari.
49. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
50. Potensiallar ayirmasi.
51. Kuchlanish.
52. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi..
53. Dielektrlarning turlari.
54. Dielektrlarning qutblanishi.
55. Dielektrik singdiruvchanlik.
56. O'tkazgichlardagi elektr toki.
57. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.
58. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik.
59. O'ta o'tkazuvchanlik.
60. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
61. O'zgarmas elektr toki qonunlari.
62. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
63. Om va Joule-Lenz qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
64. Piezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
65. Elektr sig'imi.
66. Kondensatorlar.
67. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
68. Tashqi kuchlar.
69. Elektr yurituvchi kuch.
70. O'zgarmas tok manbalari.
71. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
72. To'liq zanjir uchun Ohm qonuni.
73. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalar.
74. Gazlarda elektr toki.
75. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.

76. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakteristikasi.
77. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
78. Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo'llanilishi.
79. Plazma haqida tushuncha.
80. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
81. Elektronlar dastasi.
82. Elektronlar emissiyasi.
83. Termoelektron emissiya.
84. Elektron lampalar.
85. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
86. Diod va triod.
87. Suyuqliklarda elektr toki.
88. Elektrolitlar.
89. Kationlar va anionlar.
90. Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
91. Elektrolitik dissotsiatsiya.
92. Elektroliz hodisasi.
93. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
94. Elektrokimyoviy ekvivalent.
95. Kimyoviy ekvivalent.
96. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
97. Fermi sathi.
98. Magnit maydoni.
99. Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni.
100. Magnit maydon induksiya vektori.
101. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
102. Bio-Savar-Laplas qonuni.
103. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
104. Amper kuchi.
105. Parallel toklarning o'zaro ta'siri.
106. Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta'siri.
107. Lorens kuchi.
108. Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati.
109. Xoll effekti.
110. Faradey tajribalari.
111. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
112. Lens qoidasi.
113. O'zinduksiya hodisasi.
114. Induktivlik.

- 115.Fuko toklari.
- 116.Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar.
- 117.O‘zaronduksiya.
- 118.Transformatorlar.
- 119.Magnit maydon energiyasi va uning zichligi.
- 120.Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiyasi.
121. Magnit maydon oqimi.
122. Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.
- 123.Magnit maydoni va uning asosiy xossalari.
- 124.Moddalarining magnit xossalari
- 125.Magnit maydon induksiyasi.
- 126.Moddadagi magnit maydon.
- 127.Molekulyar toklar.
- 128.Magnitlanish vektori.
- 129.Muhitlardagi magnit maydon uchun to‘la tok qonuni.
- 130.Magnetiklamining turlari.
- 131.Diamagnetiklar.
- 132.Paramagnetiklar.
- 133.Ferromagnetiklar.
- 134.Tebranish konturidagi fizik jarayonlar.
- 135.Tomson formulasi.
- 136.Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
- 137.Kuchlanish rezonansi.
- 138.Tok rezonansi.
- 139.O‘zgaruvchan tok.
- 140.O‘zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig‘im va induktivlik.
141. O‘zgaruvchan tok zanjirida to‘la qarshilik - impedans.
- 142.Yorug‘likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
- 143.Fotometriya asoslari va uning qishloq xo‘jaligida qo‘llanilishi,
- 144.Yoritilganlik, Yorug‘likkuchi, Ravshanlik.
- 145.Yorug‘likning tirik organizmga ta‘siri.
- 146.Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.
- 147.Yorug‘likning yutilish.
148. Yutilish qonunlari.
- 149.Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
- 150.Yorug‘likning ikkilanib sinishi.

4.5. 2-OB uchun og‘zaki savollar (150 ta)

- 1.Fizika predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi.
- 2.Fizikaviy o‘lchov birliklar haqida umumiy ma‘lumotlar.
3. Traektoriya, ko‘chish, yo‘l, tezlik tezlanish.
- 4.Burchak tezlik va burchak tezlanish.

- 5.Massa.
- 6.Kuch.
7. Nyuton qonunlari.
- 8.Ishqalanish kuchlari.
- 9.Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
- 10.O`zgaruvchi massali jismning harakat tenglamasi.
- 11.Energiya, ish va quvvat.
12. Kinetik va potensial energiyalar.
- 13 Energiyaning saqlanish qonuni.
- 14Tabiatda energiya turlari.
- 15.Qattiq jismlar haqida umumiy ma`lumotlar.
- 16 Qattiq jismlar deformatsiyasi.
17. Deformatsiya turlari.
- 18.Inersiya momenti.
- 19.Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
- 20.Kuch momenti.
- 21.Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
- 22.Impuls momentining saqlanish qonuni.
- 23.Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
- 24.Gidrodinamika asoslari.
- 25.Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
- 26.Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
- 27.Yopishqoqlik koeffisenti va uni o`lchash usullari.
- 28.Yopishqoqlik koeffisentining haroratfan bog`likligi.
- 29.Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
- 30.Gaz qonunlari.
- 31.Boylm-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl,
32. Dalnton Qonunlari.
- 33.Avagadro va lashmid sonlari.
- 34.Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish.
35. Ichki energiya.
- 36.Real gazlar haqida ma`lumotlar.
- 37.Van-der-Vaals tenglamasi.
- 38.Gazlarni suyultirish.
- 39.Termodinamik jarayonlar va tizimlar.
- 40.Issiqlik muvozonati.
- 41.Ochiq va yopiq tizimlar.
- 42.Termodinamikaning birinchi qonuni.
- 43.Harorat va uni o`lchash usullari.

44. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.
45. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
46. Entropiya va uning fizik mohiyati.
47. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
48. Moddallarning elektr xossalari.
49. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
50. Potensiallar ayirmasi.
51. Kuchlanish.
52. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi..
53. Dielektriklarning turlari.
54. Dielektriklarning qutblanishi.
55. Dielektrik singdiruvchanlik.
56. O'tkazgichlardagi elektr toki.
57. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.
58. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik.
59. O'ta o'tkazuvchanlik.
60. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
61. O'zgarmas elektr toki qonunlari.
62. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
63. Om va Joul-Lens qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
64. Piezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
65. Elektr sig'imi.
66. Kondensatorlar.
67. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
68. Tashqi kuchlar.
69. Elektr yurituvchi kuch.
70. O'zgarmas tok manbalari.
71. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
72. To'liq zanjir uchun Om qonuni.
73. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalari
74. Gazlarda elektr toki.
75. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.
76. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakteristikasi.
77. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
78. Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo'llanilishi.
79. Plazma haqida tushuncha.
80. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
81. Elektronlar dastasi.
82. Elektronlar emissiyasi.

83. Termoelektron emissiya.
84. Elektron lampalar.
85. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
86. Diod va triod.
87. Suyuqliklarda elektr toki.
88. Elektrolitlar.
89. Kationlar va anionlar.
90. Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
91. Elektrolitik dissotsiatsiya.
92. Elektroliz hodisasi.
93. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
94. Elektrokimyoviy ekvivalent.
95. Kimyoviy ekvivalent.
96. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
97. Fermi sathi.
98. Magnit maydoni.
99. Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni.
100. Magnit maydon induksiya vektori.
101. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
102. Bio-Savar-Laplas qonuni.
103. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
104. Amper kuchi.
105. Parallel toklarning o'zaro ta'siri.
106. Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta'siri.
107. Lorens kuchi.
108. Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati.
109. Xoll effekti.
110. Faradey tajribalari.
111. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
112. Lens qoidasi.
113. O'zinduksiya hodisasi.
114. Induktivlik.
115. Fuko toklari.
116. Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar.
117. O'zaronduksiya.
118. Transformatorlar.
119. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi.
120. Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiyasi.
121. Magnit maydon oqimi.

122. Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.
123. Magnit maydoni va uning asosiy xossalari.
124. Moddalarning magnit xossalari
125. Magnit maydon induksiyasi.
126. Moddadagi magnit maydon.
127. Molekulyar toklar.
128. Magnitlanish vektori.
129. Muhitlardagi magnit maydon uchun to'la tok qonuni.
130. Magnetiklarning turlari.
131. Diamagnetiklar.
132. Paramagnetiklar.
133. Ferromagnetiklar.
134. Tebranish konturidagi fizik jarayonlar.
135. Tomson formulasi.
136. Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
137. Kuchlanish rezonansi.
138. Tok rezonansi.
139. O'zgaruvchan tok.
140. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig'im va induktivlik.
141. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.
142. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
143. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi, 144. Yoritilganlik, Yorug'likkuchi, Ravshanlik.
145. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri.
146. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.
147. Yorug'likning yutilish.
148. Yutilish qonunlari.
149. Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
150. Yorug'likning ikkilanib sinishi.

4.6. YaB uchun yozma ish savollari (500 ta)

1. Fotoelektron emissiya va termoelektron emissiya xodisalari mohiyatini tushuntiring. O'zgaruvchan tok ta'rif va uni hosil qilinishi.
2. Elektron va protonning kashf qilinishi va ularning fizik xarakteristikalarini.
3. Ikkinchi tur o'tkazgichni ta'riflang va undan zaryad tashuvchilarni asoslang.
5. Plazma va chaqmoq haqida tushuncha bering.
6. Jismining issiqlikdan nurlanishi.
7. Kondensator va uning elektr sig'imi haqida gapiring.
8. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering
9. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasini mohiyati tushuntiring

10. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing
11. Magnit hodisalari bilan elektr hodisalarning bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasining fizik mohiyati.
12. Bor postulalarni tushuntiring.
13. Elektrostatiki induksiya nima?
14. Paramagnit va ferromagnit moddalar fizik xossalarini ta'riflang.
15. Yorug'lik intensivligi.Buger-Lambert-Ber qonunini tushuntiring
16. Yorug'likni to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qo'llanish sohalari.
17. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
18. Elementar elektr zaryadi nima?
19. Elektr zaryadi saqlanish qonunini ta'riflang.
20. p-tipo o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
21. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik ma'nosini tushuntiring.
22. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
23. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
24. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini ta'riflang.
25. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
26. Kulon qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.
27. Yarim o'tkazgichda electron haqida tushuncha bering.
28. Yoritilganlik ta'rifi,formulasi va o'lchov birligi.
29. Yarim o'tkazgichlarga ta'rif bering.
30. Diamagnit moddalar fizik hossalari ta'rif bering.
31. Kirxgof qonunini va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
32. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qullanish sohalari.
33. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
34. Elementar elektr zaryadi nima?
35. Elektr manba qutblaridagi potensiallar ayirmasi yoki kuchlanishni ta'riflang va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
36. Amper qonuni ta'rifi va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
37. Ivanenk gipotezasini ta'riflang.
38. Elektr toki kuchini ta'riflang va o'chov birliklarini yozing.
39. Magnit induksiyasi oqimini ta'riflang va uni ifodalovchi formulasini hamda o'lchov birligini aniqlang.
40. Atom tuzilishi.Rezerford tajribasini tushuntiring.
41. Elektrostatika nimani o'rganadi?
42. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanish sohalari.
43. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
44. Kondensator va uning elektr sig'imini ta'riflang.

45. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering.
46. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasi mohiyatini tushuntiring.
47. Elektrostatik induksiya nima?
48. Geltgols gipotezasini ta'riflang.
49. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
50. Yorug'lik tabiati haqidagi nazariyalarni tushuntiring.
51. Birinchi tur o'tkazgichni ta'riflang va unda tashuvchilarni asoslang.
52. Yoy razryad va Yolqin fizik mohiyati hamda qo'llanish sohalarini tushuntiring.
53. Mutloq –Bolsman va vin qonunlarini tushuntiring.
54. Elektr doimiysi yoki vakumning dielektrik sindiruvchanligini fizik ma'nosini tushuntiring.
55. Yarim o'tkazgichli qarshilik termometri, ya'ni termistorni ishlash prinsipini tushuntiring.
56. Ravshanlik ta'rifi formulasi va o'lchov birligi.
57. Elektr dipolni ta'riflang va dipol momentini ifodalovchi formulani yozing.
58. Gaz orqali tok o'tishini tushuntiring.
59. Yorug'lik qutblanishi hodisasini tushuntiring. Polyarimetr yoki Saxarometrning qo'llanish sohalarini asoslang.
60. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
61. O'zinduksiya hodisasi fizik mohiyati. O'zinduksiya koeffitsientini tushuntiring.
62. α β γ –nurlarga ta'rif bering.
63. Elector zaryadlarni saqlanish qonunini tariflang
64. ρ – tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
65. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik manosiini tushuntiring.
66. Elektr toki kuchini tariflang va o'lchov birliklarini yozing
67. Magnit induksiya oqimini tariflang va uni ifodalovchi formulasini xamda o'lchov birligini yozing.
68. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
69. Kulon qonunini tariflang va matematik ifodasini yozing.
70. Yarim o'tkazgichda electron haqida tushuncha bering.
71. Yoritilganlik tarifini, formulasi va o'lchov birligi.
72. O'tkazgich qarshiligini xaroratga bog'liqligini tushuntiring va uni ifodalovchi formulani yozing.
73. Elektromagnit induksiya hodisasi uchun Faradey qonunini tariflang va uni ifodalovchi formulani yozing.
74. Yadroning bo'linishi. Zanjir reaksiyasi.
75. Ostrogradskiy- gauss teoremasini tariflang va matematik ifodasini ham.

76. Uchqun razryad va Toj razryadni fizik mohiyatini tushuntiring hamda misollar keltiring.
77. Rentgen nurlar difraksiyasini tushuntiring. Volf – Bregglar formulasi mohiyatini tushuntiring.
78. Elektron nur quvuri, vakumli diod va triod electron lampalarini ishlash prinsipini tushuntiring.
79. O'zgaruvchan tok generatori ishlash prinsipi. Bor postulatlarini tushuntiring.
80. Atom tuzilishi. Rezerdford tajribasini tushuntiring.
81. Geltgols gipotezasini ta'riflang.
82. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
83. Yorug'lik tabiati haqidagi nazaryalarni tushuntiring.
84. Elektr tokini ta'riflang. Mandelshtam va Papapeksi o'tkazgan tajribalarni mohiyatini tushuntiring.
85. Magnit maydon induksiya'sini ta'riflang va uni ifodalovchi formula hamda magnit singdiruvchanlik haqida tushuncha bering.
86. Lyuminesensiya va uning turlari hamda texnikada qullanilish sohalari.
87. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
88. O'zinduksiya hodisasini fizik mohiyati. O'zinduksiya ko'effitsiyentini tushuntiring
89. A β γ -nurlarga tariff bering.
90. Elektrostatika nimani o'rganadi?
91. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari
92. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi
93. Birinchi tur o'tkazgichni tariflang va zaryad tushuvchilarni asoslang.
94. Yoy razryad va yolqin razryadni fizik mohiyati hamda qo'llanilish sohasini tushuntiring.
95. Mutloq qora jismni tariflang va uning nurlanishi haqida Stefan-Bolsman va Vin qonunlarini tushuntiring.
96. Fotoelektron emissiya va termoelektron emissiya hodisalari mohiyatini tushuntirig.
97. O'zgaruvchan tok tarifi va uni hosil qilinishi.
98. Electron va protonning kashf qilinishi va ularning fizik xarakteristikalari.
99. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing.
100. Magnit hodisasi bilan elektr hodisalarini bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasini fizik mohiyati.
101. Bor postulatlarini tushuntiring.

102. O'tkazgich qarshiligini to'la ifodalovchi formulasi va o'lchov birligini tushuntiring.
103. Atom yadrosining tarkibiy qismi haqida tushuncha bering.
104. Kuchlanganlik oqimini tariflang va formulasini yozing.
105. Faradey sonining fizik mohiyatini tushuntiring va elektr zaryadini hisoblash formulasini yozing.
106. Yorug'lik diffraksiyasi hodisasini tariflang. Difraksion panjara nima.
107. Solishtirma qarshilik haqida tushuncha bering va haroratga bog'liqligini ifodalovchi formulani yozing.
108. O'zaro induksiya hodisasini fizik mohiyati va qo'llanilish sohalari. O'zaro induktivlikni ifodalovchi formula va o'lchov birligi.
109. Tabiiy radiaktivlik va uni kashf qilinishi.
110. Yarim o'tkazgichlarga tariff bering.
111. Diamagnit moddalar fizik xossalariга tariff bering.
112. Kirxgof qonuni va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
113. O'tkazgichning elektr sig'imi va uni ifodalovchi formulani hamda o'lchov birligini keltirib chiqaring.
114. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini tariflang.
115. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
116. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini tariflang.
117. Elektrostatika nimani o'rganadi?
118. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari.
119. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
120. Elektronning qator qilinishi va uni xarakterlovchi fizik kattalikdir.
121. Energiya, ish va quvvat.
122. Kinetik va potensial energiyalar.
123. Energiyaning saqlanish qonuni.
124. Tabiatda energiya turlari.
125. Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar.
126. Qattiq jismlar deformatsiyasi.
127. Deformatsiya turlari.
128. Inersiya momenti.
129. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
130. Kuch momenti.
131. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
132. Impuls momentining saqlanish qonuni.
133. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
134. Gidrodinamika asoslari.
135. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari.

136. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
137. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
138. Yopishqoqlik koeffisientining haroratdan bog'liqligi.
139. Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
140. Gaz qonunlari.
141. Boyle-Mariott, Gay-Lussak, Sharl,
142. Dalton Qonunlari.
143. Avogadro va Avogadro sonlari.
144. Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish.
145. Ichki energiya.
146. Real gazlar haqida ma'lumotlar.
147. Van-der-Vaals tenglamasi.
148. Gazlarni suyultirish.
149. Termodinamik jarayonlar va tizimlar.
150. Issiqlik muvozonati.
151. Ochiq va yopiq tizimlar.
152. Termodinamikaning birinchi qonuni.
153. Harorat va uni o'lchash usullari.
154. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.
155. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
156. Entropiya va uning fizik mohiyati.
157. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
158. Moddalarning elektr xossalari.
159. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
160. Potensiallar ayirmasi.
161. Kuchlanish.
162. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
163. Dielektrlarning turlari.
164. Dielektrlarning qutblanishi.
165. Dielektrik singdiruvchanlik.
166. O'tkazgichlardagi elektr toki.
167. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.
168. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik.
169. O'ta o'tkazuvchanlik.
170. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
171. O'zgarmas elektr toki qonunlari.
172. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
173. Ohm va Joule-Lenz qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
174. Piezoelektrlar, segnetoelektrlar va ularning texnikada qo'llanilishi.

175. Elektr sig'imi.
176. Kondensatorlar.
177. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
178. Tashqi kuchlar.
179. Elektr yurituvchi kuch.
180. O'zgarmas tok manbalari.
181. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
182. To'liq zanjir uchun Om qonuni.
183. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidolari
184. Gazlarda elektr toki.
185. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.
186. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakteristikasi.
187. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
188. Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo'llanilishi.
189. Plazma haqida tushuncha.
190. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
191. Elektronlar dastasi.
192. Elektronlar emissiyasi.
193. Termoelektron emissiya.
194. Elektron lampalar.
195. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
196. Diod va triod.
197. Suyuqliklarda elektr toki.
198. Elektrolitlar.
199. Kationlar va anionlar.
200. Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
201. Elektrolitik dissotsiatsiya.
202. Elektroliz hodisasi.
203. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
204. Elektrokimyoviy ekvivalent.
205. Kimyoviy ekvivalent.
206. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
207. Fermi sathi.
208. Magnit maydoni.
209. Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni.
210. Magnit maydon induksiya vektori.
211. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
212. Bio-Savar-Laplas qonuni.
213. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.

- 214.Amper kuchi.
- 215.Parallel toklaming o‘zaro ta’siri.
- 216.Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta’siri.
- 217.Lorens kuchi.
- 218.Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati.
- 219.Xoll effekti.
- 220.Faradey tajribalari.
- 221.Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
- 222.Lens qoidasi.
- 223.O‘zinduksiya hodisasi.
- 224.Induktivlik.
- 225.Fuko toklari.
- 226.Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar.
- 227.O‘zaronduksiya.
- 228.Transformatorlar.
- 229.Magnit maydon energiyasi va uning zichligi.
- 230.Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiyasi.
- 231.Magnit maydon oqimi.
- 232.Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.
- 233.Magnit maydoni va uning asosiy xossalari.
- 234.Moddalarning magnit xossalari
- 235.Magnit maydon induksiyasi.
- 236.Moddadagi magnit maydon.
- 237.Molekulyar toklar.
- 238.Magnitlanish vektori.
- 239.Muhitlardagi magnit maydon uchun to‘la tok qonuni.
- 240.Magnetiklaming turlari.
- 241.Diamagnetiklar.
- 242.Paramagnetiklar.
- 243.Ferromagnetiklar.
- 244.Tebranish konturidagi fizik jarayonlar.
- 245.Tomson formulasi.
- 246.Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
- 247.Kuchlanish rezonansi.
- 248.Tok rezonansi.
- 249.O‘zgaruvchan tok.
- 250.O‘zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig‘im va induktivlik.
- 251.O‘zgaruvchan tok zanjirida to‘la qarshilik - impedans.

- 252.Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
- 253.Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi,
- 254.Yoritilganlik, Yorug'likkuchi, Ravshanlik.
- 255.Yorug'likning tirik organizmga ta'siri.
- 256.Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.
- 257.Yorug'likning yutilish.
- 258.Yutilish qonunlari.
- 259.Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
- 260.Yorug'likning ikkilanib sinishi.
- 261.Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
- 262.Klassik mexanikaning fizik asoslari
- 263.Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
- 264.Vektorlar ustida amallar.
- 265.Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
- 266.Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
- 267.Burchak tezlik va burchak tezlanish.
- 268.Nyuton qonunlari.
- 269.Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
- 270.Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
- 271.Energiya, ish va quvvat.
- 272.Kinetik va potensial energiyalar.
- 273.Energiyaning saqlanish qonuni.
- 274.Inersiya momenti.
- 275.Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
- 276.Kuch momenti.
- 277.Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
- 278.Impuls momentining saqlanish qonuni.
- 279.Dielektrlarning turlari.
- 280.Dielektrlarning qutblanishi.
- 281.Elektr siljish vektori.
- 282.Dielektrik singdiruvchanlik.
- 283.Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
- 284.Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ulaming texnikada qo'llanilishi.
- 285.Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
- 286.Gidrodinamika asoslari.
- 287.Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
- 288.Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
- 289. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
- 290. Elektrostatik induksiya qonuni.
- 291. Elektr sig'imi.

292. Kondensatorlar.
293. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
294. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
295. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
296. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
297. O'tkazgichlardagi elektr toki.
298. Tok kuchi. Kuchlanish.
299. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
300. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
301. O'zgarmas elektr toki qonunlari
302. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
303. Elektr yurituvchi kuch.
304. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
305. Molekulyar-kinetik nazariya.
306. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
307. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
308. Ideal gaz molekularining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
309. Diffuziya nima misollar keltiring
310. Termodinamikaning birinchi qonuni.
311. Issiqlik sig'imi.
312. Adiabatik jarayon.
313. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
314. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
315. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
316. Entropiya.
317. Van-der-Vaals tenglamasi.
318. Real gazning ichki energiyasi.
319. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
320. Ho'llash hodisasi.
321. Kapillyarlik hodisasi.
322. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
323. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi.
324. Bug'lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
325. Amorf jismlar.
326. Laminar va turbulent oqim.
327. Qattiq jism deformatsiyasi.
328. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
329. Kationlar va anionlar.
330. Elektroliz hodisasi.

331. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
332. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
333. Gazlarda elektr toki.
334. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
335. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
336. Moddallarning elektr xossalari.
337. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
338. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
339. Magnit maydoni.
340. Doimiy magnit va aylanma tok.
341. Magnit maydon induksiya vektori.
342. Bio-Savar-Laplas qonuni.
343. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
344. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
345. Elektronlar dastasi.
346. Elektronlar emissiyasi.
347. Termoelektron emissiya.
348. Elektron lampalar.
349. Diod va triod.
350. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
351. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
352. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
353. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
354. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
355. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
356. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
357. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
358. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
359. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing.
360. Elektrostatik himoya nima?
361. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
362. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining
363. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
364. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
365. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
366. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik

- nazariyasining asosiy g'oyalarini yozing.
367. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
 368. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni Ifodasini yozing.
 369. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
 370. O'tkazgichning va kondensatorning elektr siG'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
 371. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
 372. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
 373. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
 374. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
 375. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
 376. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.
 377. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
 378. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
 379. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
 380. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Om qonuni ifodalarini yozing.
 381. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
 382. Klassik mexanikaning fizik asoslari
 383. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
 384. Vektorlar ustida amallar.
 385. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
 386. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
 387. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
 388. Nyuton qonunlari.
 389. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
 390. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
 391. Energiya, ish va quvvat.
 392. Kinetik va potentsial energiyalar.
 393. Energiyaning saqlanish qonuni.
 394. Inersiya momenti.
 395. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
 396. Kuch momenti.
 397. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.

398. Impuls momentining saqlanish qonuni.
399. Dielektrlarning turlari.
400. Dielektrlarning qutblanishi.
401. Elektr siljish vektori.
402. Dielektrik singdiruvchanlik.
403. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
404. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
405. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
406. Gidrodinamika asoslari.
407. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
408. Yopishqoqlik koeffitsienti va uni o'lchash usullari.
409. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
410. Elektrostatik induksiya qonuni.
411. Elektr sig'imi.
412. Kondensatorlar.
413. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
414. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
415. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
416. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
417. O'tkazgichlardagi elektr toki.
418. Tok kuchi. Kuchlanish.
419. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
420. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
421. O'zgarmas elektr toki qonunlari
422. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
423. Elektr yurituvchi kuch.
424. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
425. Molekulyar-kinetik nazariya.
426. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
427. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
428. Ideal gaz molekulalarining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
429. Diffuziya nima misollar keltiring
430. Termodinamikaning birinchi qonuni.
431. Issiqlik sig'imi.
432. Adiabatik jarayon.
433. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
434. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
435. Karno sikli va uning foydali ish koeffitsienti.
436. Entropiya.

437. Van-der-Vaals tenglamasi.
438. Real gazning ichki energiyasi.
439. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
440. Ho‘llash hodisasi.
441. Kapillyarlik hodisasi.
442. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
443. Qattiq jismlarning issiqlik sig‘imi.
444. Bug‘lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
445. Amorf jismlar.
446. Laminar va turbulent oqim.
447. Qattiq jism deformatsiyasi.
448. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
449. Kationlar va anionlar.
450. Elektroliz hodisasi.
451. Texnikada elektrolizni qo‘llanilishi.
452. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
453. Gazlarda elektr toki.
454. Mustaqil va mustaqil bo‘lmagan gaz razryadlari.
455. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
456. Moddallarning elektr xossalari.
457. Biopatsiellalar va ularning hosil bo‘lish mexanizmi.
458. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
459. Magnit maydoni.
460. Doimiy magnit va aylanma tok.
461. Magnit maydon induksiya vektori.
462. Bio-Savar-Laplas qonuni.
463. Tokli o‘tkazgichlarning o‘zaro magnit ta’siri.
464. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
465. Elektronlar dastasi.
466. Elektronlar emissiyasi.
467. Termoelektron emissiya.
468. Elektron lampalar.
469. Diod va triod.
470. Yarim o‘tkazgichlarda elektr toki
471. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
472. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
473. Uning kattaligi va yo‘nalishi qanday aniqlanadi?
474. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
475. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.

476. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
477. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
478. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
479. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing.
480. Elektrostatik himoya nima?
481. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
482. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining grafiklarini chizing va tushuntiring.
483. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
484. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
485. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
486. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g'oyalarini yozing.
487. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
488. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
489. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
490. O'tkazgichning va kondensatorning elektr sig'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
491. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
492. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
493. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
494. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
495. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
496. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.
497. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
498. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
499. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
500. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Om qonuni ifodalarini yozing.

4.7. 1-OB uchun test savollari (200 ta)

1. Tirik organizmga kelayotgan energiyaning asosiy qismi qaysi modda hisobiga keladi?
 - A. non mahsulotlari
 - B. meva mahsulotlari
 - D. yog`lar
 - E. turli xil ichimliklar
2. Orgnizm energiyasining asosiy qismi nimaga sarf bo`ladi?
 - A. turli aloqalar
 - B. ish bajarish
 - D. Mexanik energiyasi
 - E. tana haroratini saqlash
3. Termodinamikaning birinchi qonunini ko`rsating.
 - A. $\Delta A = mgh$
 - B. $\Delta U = iRT/2$
 - D. $Q = \Delta U + A$
 - E. $Q = cm\Delta t$
4. Quyidagi ta`riflarning qaysi biri termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydi?
 - A. ikkinchi tur abadiy dvigatel yasash mumkin
 - B. issiqlik energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o`z-o`zidan o`tmaydi
 - D. energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o`z-o`zidan har doim o`tib turadi
 - E. sovuq jismdan issiq jismga energiya o`tadi
5. Tirik organizm qanday termodinamik tizim bo`lishi mumkin?
 - A. ochiq va yopiq
 - B. yopiq
 - D. ochiq
 - E. ikkalasi ham bo`la olmaydi
6. Issiqlik miqdorining SI sistemasidagi birligini ko`rsating.
 - A. Joul
 - B. Kal
 - D. Amper
 - E. Puaz
7. Diffuziya hodisasida qaysi fizik kattalik ko`chadi?
 - A. impuls
 - B. energiya
 - D. massa
 - E. quvvat
8. Issiqlik o`tkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik ko`chadi?
 - A. og`irlik
 - B. massa
 - D. impuls
 - E. energiya
9. Issiqlik o`tkazuvchanlik sodir bo`lishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti noldan farqli bo`lishi kerak?
 - A. termometr

- B. tezlik
- D. hajm
- E. harorat

10. Hayvonlar teri ustidagi jun qatlamining asosiy vazifasi nimadan iborat?

- A. organizmni sovuqdan saqlash
- B. organizmni issiqdan saqlash
- D. organizmni sovuq va issiqdan himoya qilish
- E. hayvonni chiroyli ko`rsatish.

11. Yopishqoqlik koeffitsiyenti SI tizimida qanday birlikda o`lchanadi?

- A. Joul
- B. Puaz
- D. Pa•s
- E. Volt

12. Yopishqoqlik koeffitsiyenti SGS tizimida qanday birlikda o`lchanadi?

- A. Pa•s
- B. Puaz
- D. Joul
- E. Volt

13. Qanday suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi?

- A. laminar oqayotgan
- B. yopishqoqligi kam bo`lgan
- D. turbulent oqayotgan
- E. yopishqoqligi mutlaqo bo`lmagan

14. Uzlüksizlik tenglamasini ko`rsating

- A. $P + \rho v^2/2 + \rho gh = \text{const}$
- B. $\eta = S \cdot D$
- D. $S \cdot v = \text{const}$
- E. $A = mgh$

15. Bernulli tenglamasini ko`rsating.

- A. $S \cdot v = \text{const}$
- B. $A = mgh$
- D. $\eta = S \cdot D$
- E. $P + \rho v^2/2 + \rho gh = \text{const}$

16. Laminar oqim deb nimaga aytiladi?

- A. qatlamli oqimga
- B. uyurmali oqimga
- D. aralashma oqimga
- E. tez oqimga

17. Normal qon bosimi qancha?

- A. 90 - 180 mm Hg
- B. 120 - 180 mm Hg
- D. 80 - 120 mm Hg
- E. 100 - 140 mm Hg

18. Arteriyada qonning tezligi qancha?

- A. 0,5 : 1 m/s
- B. 1 - 1,5 m/s
- D. 0,3 : 0,5 m/s
- E. 1,5 - 3 m/s

19. Inson qulog'ining eshitish chegarasi qanday?

- A. Bunday chegara mavjud emas
- B. 20000 Hz dan yuqori
- D. 16 Hz dan past
- E. 16-20000 Hz oralig'ida

20. Tovush qattiqligini hisoblash formulasini ko'rsating?

- A. $I = W/St$
- B. $L = k \ln I/I_0$
- D. $L = k \lg I/I_0$
- E. $L = v \cdot t$

21. Nima uchun odam va hayvonlar eshitish organi ikkita bo'ladi?

- A. turli xil tovushlarni eshitish uchun
- B. chiroyli bo'lish uchun
- D. tovush yo'nalishini aniqlash uchun
- E. tovush balandligini sezish uchun

22. Tovush intensivligi nimani harakterlaydi?

- A. Tovushning xarakterini
- B. Tovushiy zarbini
- D. Tovushning energetik tavsifini
- E. Tovush bosimini

23. Ul'tratovush chastotasi qancha?

- A. 10^6 Hz - 10^{13} Hz
- B. 0 - 20 Hz
- D. 20 Hz - 20 kHz
- E. 20kHz - 10^6 Hz

24. Tovush qattiqligini o'lchov birlilari qanday ataladi?

- A. Vatt(W), soat(h)
- B. Nit(nt),sham
- D. Joule(J), kKal
- E. Bel(B), Desibell(dB)

25. Deformatsiyaning qanday turlari bor?

- A. elastik
- B. cho'zilish
- D. elastik va plastik
- E. siqilish

26. Quyidagi qaysi formula elastik deformatsiya uchun energiya ifodalashni ko'rsatadi?

- A. $E = \Delta mgh$
- B. $E = k \Delta x^2 / 2$
- D. $E = mv^2 / 2$
- E. $F = kx$

27. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
- A. jismning o'z - o'zidan isishiga
 - B. isitish tufayli jismning kengayishi
 - D. yoruqlik ta'sirida jismlarning isishi
 - E. tashqi ta'sir tufayli jism shakli va o'lchami o'zgarishi
28. Elastik defarmatsiya necha turga bo'linadi?
- A. 2
 - B. 3
 - D. 4
 - E. 5
29. Mexanik kuchlanishning o'lchov birligini ko'rsating.
- A. Farad (f)
 - B. Kulon (C)
 - D. N'yuton (N)
 - E. Paskal(Pa)
30. Guk qonunini ko'rsating.
- A. $E = mv^2/2$
 - B. $F = ma$
 - D. $F = kx$
 - E. $E = mgh$
31. Auskul'tatsiya nima?
- A. urib ko'rish
 - B. ushlab ko'rish
 - D. eshitib ko'rish
 - E. tekshirib ko'rish
32. Turbulent oqim nima?
- A. qatlamli oqim
 - B. laminar oqim
 - D. uyurmali oqim
 - E. parallel oqim
33. Reynol'd soni nima?
- A. laminar oqimni ifodalovchi son
 - B. turbulent oqimni ifodalovchi son
 - D. laminar va turbulent oqimlar chegarasini belgilovchi son
 - E. tezlikning absolyut qiymati
34. Entropiya nima?
- A. tizimning holati
 - B. tizimning tartibsizlik darajasi
 - D. keltirilgan issiqlik miqdori
 - E. holat funksiyasi
35. Shovqin spektri qanday?
- A. yo'l - yo'l
 - B. tutash
 - D. rangli
 - E. chiziqli

36. Mayer tenglamasini ko'rsating?

- A. $C_p > C_v$
- B. $C_p = C_v + R$
- D. $U = i RT/2$
- E. $C_v = v/2$

37. Yorug'lik kuchi qaysi birliklarda o'lchanadi?

- A. Lyumen(lm)
- B. Amper(A)
- D. Kandela(cd)
- E. Lyuks (lx)

38. Yoritilganlik qaysi asbob yordamida o'lchanadi?

- A. Vol'tmetr
- B. Lyuksmetr
- D. Ampermetr
- E. Vattmetr

39. Odam va hayvon ichki organlarini tekshiruvchi asbobning ish prinsipi nimaga asoslangan?

- A. yoruqlikning sinishiga
- B. qaytishiga
- D. to'la ichki qaytishga
- E. ikkilanib sinishiga

40. Qizil nurning to'lqin uzunligi qaysi biri?

- A. 300 nm
- B. 400 nm
- D. 620 nm
- E. 540 nm

41. Saxarometr qaysi optik jarayon asosida ishlaydi?

- A. qaytish
- B. yutilish
- D. qutblanish
- E. sinish

42. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini ko'rsating?

- A. $A = h\nu + eU$
- B. $E = h\nu$
- D. $h\nu = A + mv^2/2$
- E. $E = mc^2$

43. Biopotentsialning to'g'ri ta'rifini bering?

- A. ikki qo'l orasidagi potentsial
- B. ikki oyoq orasidagi potentsial
- D. tirik organizmning turli qismlari orasidagi potentsial
- E. chap qo'l - o'ng oyoq orasidagi potentsial

44. Bir xil tok kuchiga ega bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarning qaysi birining ta'sir effektligi katta?

- A. ikkalasi bir xil
- B. o'zgarmas tokniki

- D. o`zgaruvchan tokniki
- E. chastotasi katta tokniki

45. Yoruqlik ta'sirida ko'rish tizimida qanaqangi birlamchi biofizik jarayon sodir bo'ladi?

- A. yutilish
- B. gavxar kichrayadi
- D. qaytish
- E. ko'z gavxari xolati o'zgaradi

46. Rentgen nurlari nima?

- A. to'lqin uzunligi 8 nm - 160 nm bo'lgan elektromagnit to'lqinlar
- B. to'lqin uzunligi 80 nm - 10^{-6} nm bo'lgan elektromagnit to'lqinlar
- D. elektronlar dastasi
- E. chastotasi 20 kGs gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlar

47. Rentgenografiya qaysi fizik xodisaga asoslangan?

- A. odam va hayvon organizmidan rentgen nurlarning qaytish xodisasi
- B. odam va hayvon organizmidagi yutilish xodisasiga
- D. odam va hayvon organizmidan o'tishi
- E. odam va hayvon organizmidan sinish xodisas.

48. Rentgen nurlar necha xil va qanday?

- A. 2 xil bo'ladi. tormozli va xarakteristik
- B. 2 xil bo'ladi. oq va qizil
- D. 2 xil bo'ladi. qattiq va xarakteristik
- E. 2 xil bo'ladi. qattiq va yumshoq

49. Necha xil lyuminissensiya turi mavjud?

- A. uchta
- B. ikkita
- D. bechta
- E. to'rtta

50. Lazer nima?

- A. ikki nurning qo'shilishi
- B. yorug'likni majburiy nurlash yo'li bilan kuchaytirgich
- D. elektronlar dastasi
- E. protonlar oqimi

51. Lorens kuchi ifodasini ko'rsating?

- A. $F = BIl \sin \alpha$
- B. $F = Bqv \sin \alpha$
- D. $F = ma$
- E. $F = E \cdot q$

52. Magnit zondi nima?

- A. yerning magnit maydoni
- B. qoramollar oshqozonidagi temir buyumlarni oluvchi magnit
- D. shimoliy qutbdagi magnit maydoni
- E. janubiy qutbdagi magnit maydoni

53. Magnit induksiyasi qanday birlikda o'lchanadi?

- A. Amper(A)

- B. Tesla(Tl)
- D. Veber(Vb)
- E. Lyuks(lx)

54. Reobaza nima?

- A. maksimal tok qiymati
- B. bo`sag'a toki
- D. tok ta'sir etish vaqti
- E. tokning ta'sir etish davomiyligi

55. Xronaksiya nima?

- A. maksimal tok qiymati
- B. bo`sag'a toki
- D. tok ta'sir etish vaqti
- E. minimal tok qiymati

56. Lazer ixtirochisi kim?

- A. Tauns
- B. Basov
- D. uchalasi xam
- E. Praxorov

57. Auditoriya yoritilganligi qancha bo`lishi kerak?

- A. 50 lx
- B. 100 lx
- D. 150 lx
- E. 20 lx

58. Ko`zda qancha kolbacha bor?

- A. 137 mln
- B. 130 mln
- D. 7 mln
- E. 100 ta

59. Ko`z to`r pardasidagi tayoqchalar vazifasi nimadan iborat?

- A. rangli tasvirlar xosil qilish
- B. ikkalasi uchun xam ishlatiladi
- D. oq-qora tasvir xosil qilish
- E. ravshanlikni oshirish

60. Odam uchun xavfli bo`lgan nurlanish dozasi qancha?

- A. 125 Ber
- B. 50 ber
- D. 5 ber
- E. 100 ber

61. Metal sirtiga tushgan yorug`lik metal tarkibidan elektronlarni urib chiqaradi, bu hodisa ... deb ataladi.

- A. Yorug`likning sinishi
- B. Fotoelektrik effekt
- D. Yorug`likning to`la ichki qaytishi
- E. Metallning parchalanishi

62. Kandela(cd) nimaning o'lchov birligi?
- A. yorug'lik oqimi
 - B. ravshanlik
 - D. yorug'lik kuchi
 - E. yoritilganlik
63. Nit (nt) qanday kattalikning o'lchov birligi hisoblanadi?
- A. yorug'lik kuchi
 - B. ravshanlik
 - D. yorug'lik oqimi
 - E. yoritilganlik
64. Lyuks (lx) qanday kattalikning o'lchov birligi hisoblanadi?
- A. yorug'lik kuchi
 - B. ravshanlik
 - D. yorug'lik oqimi
 - E. yoritilganlik
65. Lyumen (lm) qanday kattalikning o'lchov birligi hisoblanadi?
- A. yorug'lik kuchi
 - B. ravshanlik
 - D. yorug'lik oqimi
 - E. yoritilganlik
66. Bernulli tenglamasi asosida ishlaydigan asbobni ko'rsating.
- A. Barometr
 - B. Suv chiqarish nasosi
 - D. O'simliklarga dori purkagich
 - E. Bunday asbob mavjud emas
67. Terining necha foizini kollogen tashkil qiladi?
- A. 55
 - B. 75
 - D. 35
 - E. 4
68. Terining necha foizini elastin tashkil qiladi?
- A. 75
 - B. 4
 - D. 3
 - E. 5
69. Muskulning statik ishi deb nimaga aytiladi?
- A. biror yukni ko'targanda toliqishig.
 - B. qarakat paytida muskul toliqishi
 - D. ko'chish bo'lganda muskul toliqishiga
 - E. ko'chish bo'lmaganda muskullarning toliqishiga
70. Muskul bajargan ish qaysi ifoda orqali aniqlanadi?
- A. $A=F \cdot S$
 - B. $A=(1/2)mv^2$
 - D. $A=mgh$
 - E. $A=Pt$

71. Elastin qanchagacha cho`ziladi?
- A. 100 %
 - B. 10 %
 - D. 300 %
 - E. cho`zilmaydi
72. Kollogen qanchagacha cho`ziladi?
- A. cho`zilmaydi
 - B. 100 %
 - D. 10 %
 - E. 300 %
73. Quloq pardasida nechta tola bor?
- A. 30000
 - B. 4000
 - D. 1000
 - E. 20000
74. Ultratovush yordamida 1 soatda qancha qo`yning xomiladorligini aniqlash mumkin?
- A. 50
 - B. 100
 - D. 200
 - E. 5
75. Veterinariyada ultartovush fonofarez usulining mohiyati nimada?
- A. hayvonlar terisidagi yaralarni davolash
 - B. qoramollar ichki organlarini tekshirish
 - D. qoramollar terisi orqali dori yuborish
 - E. hayvonlarning ichki organlarini ultratovush yordamida isitish
76. Yog` to`qimasi issiqlik o`tkazuchanlik koeffitsiyenti ($W/m \cdot K$) qancha?
- A. 0,25
 - B. 40
 - D. 0,025
 - E. 2,5
77. Molxonada ish vaqtida normal sharoit buzilsa sigirlar sut berish qobiliyati qancha kamayadi?
- A. 30-40 %
 - B. 10-20 %
 - D. 40-50 %
 - E. 20-30 %
78. Yog`lar kolloriyaligi (μ/km) qancha?
- A. 31,2
 - B. 38,9
 - D. 24,3
 - E. 17,6
79. Odam uchun xavfli tok qancha?
- A. 1mA
 - B. 50 mA
 - D. 150 mA

E. 100 mA

80. Hujayra membranasi qanday kuchlanishda teshiladi?

- A. 250
- B. 25000
- D. 2500
- E. 30000

81. Baliqlar va qushlar maydon induksiyasi qancha bo`lganda harakatdan to`xtaydi?

- A. 40 Tl
- B. 4 Tl
- D. 0,4 Tl
- E. 0,04 Tl

82. Milanin nima?

- A. yorug`lik ta`sirida qo`lning qorayishi
- B. ultrabinafsha nurlarning yutilishi
- D. yorug`lik ta`sirida terida xosil bo`lgan pigment
- E. infraqizil nurlarining organizmda xosil qilgan pigmenti

83. Infraqizil nurlar qaysi hayvonlar uchun ov quroli bo`la oladi?

- A. mushuklar
- B. ko`rshapalaklar
- D. ilonlar
- E. baliqlar

84. Ko`zning optik kuchi qancha (dptr)?

- A. 20
- B. 40
- D. 60
- E. 10

85. Ko`zdagi tayoqchalar izchirligi qancha?

- A. 10-6 lx
- B. 10-2 lx
- D. 10-4 lx
- E. 1 lx

86. Suyak va suvda rentgen nurlar yutilishi qanchagacha farq qiladi?

- A. 38
- B. 48
- D. 68
- E. 58

87. Nishonli atom usulidagi q/x da qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. ekinlarning fosfor o`g`itlarga bo`lgan ehtiyojini aniqlashda
- B. ekinlar rivojiga ta`sirini
- D. hayvonlar ichki organlarini tekshirishda
- E. hayvonlarga dori yuborishda

88. Tovushning boshlanishi va oxiridagi amplituda o`zgarishi nimani harakterlaydi?

- A. Tovush tembrini
- B. Tovush tonni
- D. Shovqinni
- E. Tovush balandligini

89. Puaz - qanday kattalikning o'lchov birligi?
- A. Zichlikni
 - B. Ichki ishqalanish ko'effitsiyentini
 - D. Qarshilik
 - E. Tok kuchini
90. Molekulalar xaotik harakati tufayli massa, energiya, impuls uzatilishiga olib keluvchi hodisa fizikada qanday nomlanadi?
- A. Fotoeffekt
 - B. Yadroning parchalanishi
 - D. Parnik effekt
 - E. Ko'chish
91. O'ziga tushuvchi nurni har qanday haroratda butunlay yutadigan jism qanday nomlanadi?
- A. Absolyut qattiq jism
 - B. Absolyut qora jism
 - D. Amorf jism
 - E. Absolyut oq jism
92. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?
- A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi yig'indisi
 - B. moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
 - D. Molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
 - E. Moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi
93. Ko'chish hodisalariga nimalar kiradi?
- A. Diffuziya, ichki energiya, zichlik
 - B. Diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, impuls
 - D. Aerasiya, temperatura, massa
 - E. Energiya, zichlik, og'irlik
94. Termodinamika nimani o'rganadi?
- A. Turli jarayonlarda molekulalarning issiqlik harakati tufayli energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi
 - B. Miqdoriy qonun-larini o'rganadi
 - D. Tizimning issiqlik miqdorining o'zgarishini
 - E. Tizimni harakterlovchi termodinamik kattaliklarini muvozanat holatini tizimning tashqi ta'siriga moslashuvi
95. O'zgarmas tok ta'rifini ko'rsating.
- A. Vaqt o'tishi bilan tok kuchi va yo'nalishi o'zgarmaydigan
 - B. Vaqt o'tishi bilan energiyasi o'zgarmaydigan tok
 - D. Vaqt o'tishi bilan qarshiligi o'zgarmasa
 - E. Vaqt o'tishi bilan chastotasi o'zgarmaydigan tok
96. Fotolyuminessensiyasi qanday nurlanish uyg'otadi?
- A. Rentgen nuri
 - B. Ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanish
 - D. Radioaktiv nurlanish
 - E. Lazer nurlanish

97. Magnit maydonini zaiflashtiradigan moddalar deb qanday moddaga aytiladi?
- A. Paramagnit moddalar
 - B. Diamagnit moddalar
 - D. Kislotalar
 - E. Qattiq modda
98. Elektr tebranishi hamma vaqt birgina va faqat birgina tekistlikda bo'ladigan yorug'lik nuri nima deb ataladi?
- A. Qutblangan nur
 - B. Rentgan nuri
 - D. Lazer nuri
 - E. Qutblanmagan nur
99. Agarda yorug'lik optik zichroq muhitdan optik zichligi kamroq muhitga o'tsa qanday hodisa ro'y beradi?
- A. To'la ichga qaytadi
 - B. Difraksiyalanadi
 - D. Interferensiyalanadi
 - E. Qutblanadi
100. Gazsimon, suyuq yoki qattiq muhitda to'lqin shaklida tarqaladigan elastik muhit zarralarining tebranma harakati nima deb ataladi?
- A. Yorug'lik
 - B. Interferensiya
 - D. Tovush
 - E. Elektr toki
101. Lyuminissensiya yuz beradigan moddalar qanday nomlanadi?
- A. Radioaktivlik
 - B. Absolyut qora jism
 - D. Lyuminafor modda
 - E. Har qanday modda
102. Moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishdan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanish nima deb ataladi?
- A. Fotoeffekt
 - B. Lyuminissensiya
 - D. Kapillyarlik
 - E. Aerasiya
103. Yorug'likni zaif yutadigan moddalar qanday nomlanadi?
- A. Shaffof modda
 - B. Qattiq modda
 - D. Suyuq modda
 - E. Absolyut qora jism
104. Vaqt birligi ichida tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan sirt birligi orqali o'tadigan zaryad miqdori nima deb yuritiladi?
- A. Tok zichligi
 - B. Energiya
 - D. Radioaktivlik
 - E. Massa

105. ... deb, harorat gradiyen—tiga perpendikular yoʻnalishda bir birlik yuzadan vaqt birligi ichida koʻchgan issiqlikka miqdor jihatdan teng boʻlgan fizik katalikka aytiladi.
- A. Issiqlik miqdori
 - B. Issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti
 - D. Solishtirma issiqlik sigʻimi
 - E. Konveksiya
106. Yorugʻlik oqimining (SI - da) oʻlchov birligi qanday?
- A. Lyuks(lx)
 - B. Nit(nt)
 - D. Lyumen (lm)
 - E. Kandella(cd)
107. Magnit maydonini juda ham kuchaytiruvchi moddalar nima deb ataladi?
- A. Paramagnit modda
 - B. Diamagnit modda
 - D. Ferromagnit modda
 - E. Suyuq moddalar
108. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasiga va kattaligiga qarab barcha magnetiklar ... larga boʻlinadi.
- A. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar
 - B. Giromagnit, Bor magnetoni
 - D. Domen, magnitostriksiya
 - E. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
109. Tok oʻtishida kimyoviy oʻzgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.
- A. Ikkinchi tur oʻtkazgichlar yoki elektrolitlar
 - B. Birinchi tur oʻtkazgich yoki elektronli oʻtish
 - D. Elektrolitik oʻtkazuvchanlik
 - E. Barchasi toʻgʻri
110. Elektr tok taʼrifini aniqlang
- A. Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati
 - B. Oʻtkazgichdagi atomlarning tartibli harakati
 - D. Zaryadli zarrachalarning tartibsiz harakati
 - E. Oʻtkazgichdagi neytron, protonlar harakati
111. Ikkita tutashgan gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda zarrachalarning betartib harakati tufayli ichkariga kirish va aralashish jarayoniga ... deyiladi.
- A. Diffuziya hodisasi
 - B. Broun harakati
 - D. Fik qonuni
 - E. Furʼe qonuni
112. Qaysi tenglamada suyuqlik yoki gazning siqilishi va qovushqoqligi etiborga olinmaydi.
- A. Uzlaksizlik tenglamasida
 - B. Bernulli tenglamasida
 - D. Jismlarning harakat tenglamasida
 - E. Notekis harakatda
113. Suyuqlik qatlamlarining bir biriga nisbatan harakati ... deyiladi.

- A. Qarama - qarshi harakat
- B. Tortishish
- D. Ichki ishqalanish
- E. Sirt tarangligi

114. Juda katta aniqlikda ishlovchi va elektr xususiyatiga ega termometrlarni ko'rsating.

- A. Qarshilik termometrlari
- B. Termoparalar
- D. Termistorlar
- E. Barcha javoblar to'g'ri

115. Harorat bu...

- A. Sistemaning boshqa bir sistemalar bilan o'zaro issiqlik muvozanatida bo'lishini aniqlovchi sistema xususiyati
- B. Harakat jadalligili tavsiflovchi kattalik
- D. Issiqlik uzatish jarayoni
- E. To'g'ri ta'rif berilmagan

116. Yarimo'tkazgichlar qatorini ko'rsating.

- A. Si, Fe, P
- B. Si, Ge, C
- D. Ge, Ti, Au
- E. C, Ag, Mb

117. Manba sirtining yuza birligiga perpendikulyar yo'nalishida chiqayotgan yorug'lik kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka ... deyiladi.

- A. Yoritilganlik
- B. Ravshanlik
- D. Yorug'lik oqimi
- E. Yorig'lik kuchi

118. Suyuqlikda harakat qiluvchi qattiq jismlarga suyuqlik tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlar suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentiga, jismning harakat tezligi va jismning chiziqli kattaligiga proporsionaldir. Ta'rifga mos javobni ko'rsating.

- A. Puazeyl qonuni
- B. Stoks qonuni
- D. Bernulli tenglamasi
- E. Uzluksizlik tenglamasi

119. Muhitning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun xizmat qiladigan asboblarga ... deyiladi.

- A. Saxarometr
- B. Mikroskop
- D. Fotoelement
- E. Refraktometr

120. Tashqi fotoeffekt ... kuzatiladi, undagi erkin elektronlar fotonni yutib metall sirtiga uchib chiqadi.

- A. Suyuqliklarda
- B. Gazlarda
- D. Metallarda
- E. Plazmada

121. ... deb tebranish chastotasi va eshitish qobiliyatiga bog'liq bo'lgan, deyarli davriy tovuning sifatiga aytiladi.

- A. Tovush balandligi
- B. Tovush qattiqligi
- D. Shovqin
- E. Tovush tembri

122. Suyuqlik zarrachalari (oqim chiziqlari) bir-biriga parallel bo'lgan oqimga qanday oqim deb ataladi?

- A. Turbulent oqim
- B. Laminar oqim
- D. Tez oqim
- E. Aralash oqim

123. Volt - nimani o'lchov birligi?

- A. tezlanishni
- B. tezlikni
- D. kuchlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

124. Amper - nimani o'lchov birligi?

- A. kuchlanishni
- B. tok kuchini
- D. tezlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

125. Fotometriya bu nima?

- A. yorug'lik to'liqini tarqalayotgan energiyani o'lchash
- B. yorug'lik oqimini o'lchash
- D. yorug'lik kuchini o'lchash
- E. yoritilganlikni o'lchash

126. Lupa qanday optik asbob?

- A. kichik fokus masofali ikki yoqlama qavariq linza
- B. kichik fokus masofali ikki yoqlama botiq linza
- D. bir tomoni qavariq, ikkinchi tomoni botiq
- E. katta fokus masofali ikki yoqlama botiq linza

127. Normal ko'z uchun eng yaxshi ko'rish masofasi qanchaga teng?

- A. 25 cm
- B. 15 cm
- D. 20 cm
- E. 45 cm

128. Optik asboblarning to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping.: 1.: lupa; 2.: televizor; 3.: ko'z; 4.: sham; 5.: mikroskop;

- A. 1, 2, 5;
- B. 1, 3, 5;
- D. 2, 4;
- E. barchasi;

129. Linzaning markazi chetlariga nisbatan qalin bo'lsa ... , ingichka bo'lsa ... deyiladi.

- A. qavariq, yassi
- B. botiq, qavariq
- D. qavariq, botiq
- E. yassi, botiq

130. Fazoviy burchak kattaligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga ... deyiladi.
- A. yorug'lik oqimi
 - B. yorug'lik kuchi
 - D. yoritilganlik
 - E. ravshanlik
131. Yuza birligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga ... deyiladi.
- A. ravshanlik
 - B. yorug'lik kuchi
 - D. yorug'lik oqimi
 - E. yoritilganlik
132. Foton energiyasi (kvant energiya) uchun qaysi ifoda o'rinli bo'ladi
- A. $E=mgh$
 - B. $E=k\Delta x^{2/2}$
 - D. $E=h\nu$
 - E. $h\nu=mv^2/2 + A$
133. $\Delta S=Q/T$ - formula nimani ifodalaydi?
- A. Yuzalar farqi
 - B. Yuza
 - D. Masofa
 - E. Entropiya
134. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik - $\nu=\eta/\rho\ldots$
- A. Kinematik yopishqoqlikdir
 - B. Dinamik yopishqoqlikdir
 - D. Yopishqoqlik keffitsiyentidir
 - E. Yopishqoqlik kuchidir
135. Yorug'likning qaytish qonunini ifodalovchi formulani toping.
- A. $\alpha=\beta$
 - B. $W=mgh$
 - D. $S=v\cdot t$
 - E. $\eta=S\cdot D$
136. Rentgen nurlari dastlab qanday nomlangan?
- A. α -nurlar
 - B. β -nurlar
 - D. γ -nurlar
 - E. x - nurlar
137. Nur chiqarish qanday jismlarga xos?
- A. Absolyut qattiq jismlarga xos
 - B. Temperaturasi absolyut noldan farq qiluvchi barcha jismga xos
 - D. Gazlarga xos
 - E. Absolyut qora jismlarga xos
138. Kulon(C) - qanday fizik kattalikning o'lchov birligi?
- A. zichlikni
 - B. massani
 - D. zaryad miqdorini
 - E. yorug'lik kuchini

139. Eritmani sof erituvchidan ajratib turuvchi yarim o'tkazuvchan to'siq orqali erituvchining diffuziyalanish hodisasi nima deb ataladi?
- A. aerasiya
 - B. ko'chish
 - D. osmos
 - E. kapilyarlik
140. Geometrik optikaning asosiy qonunlari nechta?
- A. 5 ta
 - B. 3 ta
 - D. 4 ta
 - E. 1 ta
141. Lazerlar biologik to'qimalarni buzishi mumkin, bundan operatsiyalarda ishlatiladi (qonsiz). Bundan tashqari gapni to'ldiring.
- A. Tishlarni davolashda
 - B. Rak to'qimalarini kuydirishda
 - D. Organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda
 - E. Barcha javoblar to'g'ri
142. Ultrabinafsha nurlardan veterinariyada qanday maqsadlarda foydalaniladi?
- A. Yosh chorva va jo'jalarni emlashda
 - B. Hayvon va parrandalarni o'limdan saqlab qolishda
 - D. Molxona va parrandaxonalarni dezinfeksiya qilishda, bepushtlikni davolashda
 - E. Ultrabinafsha nurlar radioaktiv nurlar bo'lganligi uchun ulardan foydalanish mumkin emas
143. Lyuminissent analizdan veterinariya-sanitariya ekspertizasiyasida qanday maqsadlarda foydalaniladi?
- A. Hayvonlar va parrandalar mahsulotlarining sifatini tekshirishda
 - B. Hayvonlar va parrandalarda bronxial astma kasalligini davolashda
 - D. Hayvonlar va parrandalar kasalliklariga tashxis qo'yishda
 - E. Hayvonlar va parrandalar boqiladigan xonalarning gigiyenik holatini yaxshilashda
144. Lyuminissent analizda qanday nurlar manbaidan foydalaniladi.
- A. Ko'rinadigan nurlar
 - B. Infraqizil nurlar
 - D. Ultrabinafsha nurlar
 - E. Rentgen nurlar
145. ... - bu moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanishidir. Gapni to'ldiring.
- A. Yorug'lik
 - B. Lyuminissensiya
 - D. Nurlanish
 - E. Yoritilganlik
146. Davolash maqsadida rentgen nurlaridan ... ishlatiladi. To'g'ri javobni toping.
- A. o'simtalarni kuydirishda
 - B. katarakta kasalligini davolashda
 - D. radioaktiv moddalarni organizmdan chiqarib olishda
 - E. rentgen nurlanishidan faqat diagnostika maqsadlarida foydalaniladi

147. Xarakteristik rentgen nurlanish ... paydo bo'ladi. To'g'ri javobni toping.
- A. ichki qatlamlarda bo'sh joy bo'lganda (u qanday hosil bo'lishidan qat'iy nazar)
 - B. agar rentgen fotoni energiyasi unchalik katta bo'lmasa
 - D. elektronlar anodda tormozlanganda
 - E. u bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda
148. Bir manba yorug'lik kuchini bilgan holda noma'lum kuchli manba yorug'lik kuchini aniqlovchi asboblarga ... deyiladi.
- A. Lyuksmetr
 - B. Fotometrlar
 - D. Fotorezistor
 - E. Linza
149. To'la ichki qaytish hodisasi asosida ishlaydigan asbob qanday nomlanadi?
- A. Fonendoskop
 - B. Endoskop
 - D. Lyuksmetr
 - E. Voltmetr
150. To'la ichki qaytish yordamida bir muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, boshqa muhitning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan asbobga ... deyiladi. Nuqtalar o'rniga to'g'ri javobni tanlang.
- A. Polyarimetr
 - B. Saxarometr
 - D. Refraktometr
 - E. Kuchaytirgich
151. Magnit bo'ronlari ta'sirida hayvonlar va hashoratlarning ... kuzatiladi. Gapni to'ldiring.
- A. Barcha javoblar to'g'ri
 - B. Populyasiyasi epididialarning takrorlanishi
 - D. Sezondan boshqa davrda ularning migrasiyasi
 - E. Hayvon qon to'qimasi tarkibining o'zgarishi, tug'ilish va o'lish
152. Doimiy magnit asosan: 1. Tomirlarga, jigarga, o'pkaga ta'sir qiladi. 2. Lekosit va eritromisitlar ko'payadi. 3. Miyaning elektr aktivligi oshadi. 4. Hayvonlar harakatchanligi oshadi. To'g'ri javobni toping.
- A. 1,2,4
 - B. 1,3,4
 - D. 2,3,4
 - E. 1,2,3,4
153. ... terapiyada hayvon biror organi 40-50 MHz li generator elektrodleri orasiga qo'yilib isitiladi. UVCh terapiya mastitni, frunkulni, gaymaritlarni davolash uchun ishlatiladi.
- A. UVCh
 - B. Diatermiya
 - D. Fonoforez
 - E. Elektroforez
154. ... hayvon tanasining ichki qismlarini 1-1,5 A tok bilan (1-2 MHz chastota va 100-150 V kuchlanish) isitish usuliga aytiladi. Veterinariyada diatermiya bronxopniviyanialarni, jigar kasalliklarini, jinsiy organlarni
- A. Diatermiya
 - B. Fonoforez

- D. Darsanvalizasiya
- E. Galyanizasiya

155. ... deb chastotasi 200-300 kHz va kuchlanishi bir necha o`ndan bir necha yuz kV bo`lgan, tok kuchi 10-15 mA bilan davolash usuliga aytiladi. Veterianriyada bu usul uzoq vaqt bitmagan yaralarni, teri kasalliklarni va pereferik nervlarni davolashda ishlatiladi.

- A. Darsanvalizasiya
- B. Diatermiya
- D. UVCh
- E. Elektroforez

156. Kuchsiz toklar terapevtik ta'sirga ega, kuchsiz o'zgarmas toklar bilan davolash usuliga ... deyiladi. To'g'ri javobni tanlang.

- A. Galyanizasiya
- B. Fonoforez
- D. Ionoforez
- E. Darsanvalizatsiya

157. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ta'rifi to'g'ri berilgan qatorni ko'rsating.

- A. Elektrodda ajralib chiqqan modda massasi eritmadan o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir.
- B. Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti uning ximiyaviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir.
- D. Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganda elektroda 1 kg.ekv. modda ajralib chiqadi.
- E. Eritmadan 1g modda o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga aytiladi.

158. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ko'rsating.

- A. $m=k \cdot q$
- B. $m=\rho \cdot v$
- D. $m=v \cdot M$
- E. $N=n \cdot NA$

159. Elektrolitlardan tok o'tganda modda ajralib chiqish jarayoniga ... deyiladi. To'g'ri javobni tanlang.

- A. Suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi
- B. Elektroliz
- D. Elektrolitlar
- E. Ionlarining harakatchanligi

160. Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga ...deyiladi. To'g'ri javobni tanlang

- A. Elektroliz
- B. Elektrolitlar
- D. Dissosatsiya
- E. Rekombinatsiya

161. ... ham boshqa moddalar kabi atom va malekulalardan tashkil topgan. Musbat va manfiy zaryadlar teng bo'lgani uchun malekula neytraldir.

- A. Dielektrik
- B. Hujayra
- D. Organizm
- E. Metal

162. Infrotovush organizmning bir qator sistemalari funksional holatlariga yomon ta'sir ko'rsatadi.

- A. Charchash, bosh og'rig'i, uyquchanlik, jahl chiqishi va boshqalar paydo bo'ladi.

- B. Quloq og'rig'i, uyqusizlik, yaxshi eshitmaslik va boshqalar paydo bo'ladi.
- D. Quloq eshitishdan butunlay to'xtaydi va normal holatga qaytmaydi.
- E. Lotinchadan infro- kichik ma'noni anglatadi. Shu sababli organizmda hech qanday o'zgarish sodir bo'lmaydi

163. 110 dB shovqin vaqtincha eshitishni necha fiozga pasaytiradi.

- A. 10 - 15 %
- B. 100 %
- D. 50 %
- E. 20 - 35 %

164. Kichik intensivlikli ultratovushlar ($1,5-3 \text{ W/cm}^2$) dan ... foydalaniladi. Gapni to'ldiring.

- A. Barcha javoblar to'g'ri
- B. O'simliklarni o'sishiga yordam berishda
- D. Bronxial astmanii davolashda
- E. Radikulitni davolashda

165. Ultratovush ostiosintez nima?

- A. Shikastlangan yoki transplantasiyalangan suyak to'qimalarini "payvandlash"
- B. Hayvonlar xomilasini aniqlashning zamonaviy va samarali usuli.
- D. To'qimaga qilinadigan mexanikaviy va issiqlik ta'sirining ultratovush terapiyasi
- E. Ultratovush yordamida qoramollarga terisi orqali ba'zi dorilarni kiritish

166. Farmosevtikada ultratovushlardan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

- A. Dorilar tayyorlashda ishlatiladi, ya'ni suyuqliklar ichidagi jismlarni parchalab emulsiya hosil qiladi.
- B. Dorilar tarkibini tekshirishda ishlatiladi, ya'ni ularning sifatini aniqlaydi.
- D. Sifatsiz dorilarni atrof muhitga zararsiz tarzda yo'q qilish maqsadida ishlatiladi.
- E. Ultratovushning farmasevtikaga umuman aloqasi yo'q.

167. Kasallik diagnostikasida keng tarqalgan tovushiy usullarni ko'rsating.

- A. Ionoforez, fonoforez
- B. Fanendoskop, stetaskop
- D. Auskultatsiya, perkussiya
- E. Ostiosintez

168. Tovushning yuksakligi nima?

- A. Tovushning sifatini aniqlovchi xarakteristika
- B. Tovushning akustik spektrini ko'rsatuvchi chastotalar to'plami
- D. Tovushning rang-barangligini aniqlovchi kattalik
- E. Tovushning qattiqligini xarakterlovchi kattalik

169. Suyak umumiy o'lchamiga nisbatan necha foizgacha cho'zilishi mumkin.

- A. 0.1%
- B. 1%
- D. 10%
- E. 0.5%

170. Odam va hayvonlar mexanik ishining chegaraviy qiymatini ko'rsating.

- A. Mexanik ish ko'pgina sabablarga bog'liq bo'lgani uchun oldindan ishning biror chegaraviy qiymatini ko'rsatish qiyin.
- B. 100 J
- D. 55 kW•h

E. 21 k kW•h

171. Qon tomirlari to'qimasining mexanik xossalari ... orqali aniqlanadi. Gapni to'ldiring.

- A. kollogen tolasining xossalari
- B. elastin tolasining xossalari
- D. muskul tolasining xossalari
- E. barchasi to'g'ri

172. Suyak to'qimalarining zichligi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni tanlang.

- A. 1200 kg/m^3
- B. 1000 kg/cm^3
- D. 2400 kg/m^3
- E. Zichlikning suyak to'qimasiga aloqasi yo'q

173. Tirik organizm polimer bo'lishi mumkinmi?

- A. Juda kam qismi
- B. Bo'lishi mumkin emas
- D. Ko'p qismi
- E. 100 % polimer hisoblanadi

174. Yung moduli qanday aniqlanadi.

- A. Nisbiy uzayish 1 ga teng bo'lganda mexanik kuchlanish bilan
- B. Nisbiy deformasiya kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanligidan
- D. Jism ko'ndalang kesimining birlik yuziga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish orqali
- E. Jismga tashqi deformasiyalovchi kuch ta'sir etganda

175. Elastik deformasiyaning shakllarini ko'rsating.

- A. Faqat siqilish va jo'zish kiradi.
- B. Bukilish, sinish, qaytish
- D. Plastik va elastik
- E. Cho'zish, siqilish, siljish, buralish, egilish

176. Plastik deformatsiya necha turga bo'linadi?

- A. 2 xil
- B. 5 xil
- D. 3 xil
- E. Plastik deformatsiya turlarga bo'linmaydi

177. Biopotensiallarning o'lchov birligini ko'rsating.

- A. A(Amper)
- B. Tl (Tesla)
- D. V(Volt)
- E. W(Vatt)

178. Lyuminissensiya turlarini ko'rsating

- A. ideal, real
- B. laminar, turbulent
- D. fosforissensiya, flourissensiya
- E. oq, xarakteristik

179. Fur'e tenglamasini ko'rsating?

- A. $Q = \Delta U + A$
- B. $M = D \cdot (dp/dx) \cdot \Delta S \cdot t$
- D. $Q = \chi \cdot (dt/dx) \cdot \Delta S \cdot t$
- E. $F = -\eta \cdot (dv/dx) \cdot \Delta S$

180. Ichki ishqalanish (N'yuton) formulasini ko'rsating?

- A. $F=6\pi\eta rv$
- B. $M=D \cdot (d\rho/dx) \cdot \Delta S \cdot t$
- D. $F=-\eta \cdot (dv/dx) \cdot \Delta S$
- E. $Q=\Delta U+A$

Qaysi ifoda yoritilganlik qonunini ko'rsatadi?

- A. $E=\Phi/S$
- B. $R=IS$
- D. $I=\Phi/\Omega$
- E. $\Phi=W/t$

181. Quyidagilardan qaysi biri maydon potentsiali formulasini ifodalaydi?

- A. $\varphi=E/q$
- B. $U=I \cdot R$
- D. $E=F/q$
- E. $\varphi=q/c$

182. Laminar oqim uchun $V=\pi r^4 \cdot \Delta P \cdot t / (8\eta l)$ -formula nimani ifodalaydi.

- A. Stoks qonunini
- B. Puazeyl qonunini
- D. Bernulli tenglamasini
- E. Arximed kuchini

183. $F=-\eta \cdot (dv/dx) \cdot \Delta S$ -formula nimani ifodalaydi?

- A. Ishqalanish kuchi
- B. Ichki ishqalanish ko'effitsiyenti
- D. Ichki ishqalanish kuchi
- E. Arximed kuchi

184. Yorug'likning sinish qonunini ifodalovchi formulani toping.

- A. $(\sin\alpha/\sin\gamma)=n_{21}$
- B. $\alpha=\beta$
- D. $I=qt$
- E. $F=k\Delta x$

185. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichini formulasini ko'rsating.

- A. $n=c/v$
- B. $n=v/c$
- E. $(\sin\alpha/\sin\gamma)=n_{12}$
- D. to'g'ri javob berilmagan

186. Yorug'lik oqimi formulasi qaysi holda to'g'ri ko'rsatilgan.

- A. $\Phi=dW/t$
- B. $P=nkT$
- D. $E=mgh$
- E. $\varphi=q/c$

187. Yorug'lik kuchi formulasi qaysi holda to'g'ri ko'rsatilgan.

- A. $E=\Phi/S$
- B. $I=d\Phi/d\Omega$
- D. $R=IS$
- E. $\Phi=W/t$

188. Plank doimiysining son qiymatini ko'rsating.

- A. $q=1,6 \cdot 10^{-19}C$
- B. $h=6,63 \cdot 10^{-34}J \cdot s$
- D. $R=8,31 J/mol \cdot K$
- E. $k=1,38 J/K$

189. 1 eV nechaga teng?

- A. $9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$
 B. $1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$
 D. $6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$
 E. $8,85 \cdot 10^{-12} \text{f/m}$
190. Ravshanlik yoyilgan manbaning sirtidan chiqayotgan yorug'lik kuchiga teng kattaligidir. Ta'rifga mos formulani ko'rsating.
- A. $E = \Phi / S$
 B. $R = I S$
 D. $I = \Phi / \Omega$
 E. $\Phi = W t$
191. $\alpha = F l$ – formula qanday kattalikni ifodalaydi?
- A. Sirt taranglik koeffitsiyenti
 B. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti
 D. Yorug'lik kuchi
 E. ishqalchianish ku
192. Tovushning quloqqa beradigan bosimi qanday aniqlanadi?
- A. $P = 2 \rho I v^2$
 B. $P = F / S$
 D. $P V = \nu R T$
 E. $P = A t$
193. Kichik deformasiyalar uchun R.Guk qonunini ko'rsating.
- A. $\sigma = F l$
 B. $\sigma = E \cdot \epsilon$
 D. $\sigma = F / S$
 E. $\sigma = A \cdot S$
194. Yorug'lik energiyasi elektr energiyasiga aylanturuvchi asbobga . . . deyiladi.
- A. Transformator
 B. Diod
 D. Fotoelement
 E. Bunaqa asbob yo'q
195. Yorug'lik tezligi qayerda eng katta tezlik bilan tarqaladi?
- A. suyuqliklarda
 B. qattiq metallarda
 D. vakuumda
 E. barcha muhitda bir xil
196. bu yorug'lik haqidagi fandır.
- A. akustika
 B. termodinamika
 D. optika
 E. atom fizikasi
197. Yorug'lik elektromagnit to'lqinlar ekanligini kim ochdi?
- A. Maksvell
 B. Rentgen
 D. Frenel
 E. Nyuton
198. Yorug'lik chastotasi kamayishi bilan fotoelektronlarning kinetic energiyasi kamayib, qandaydir kichik chastotada, fotoeffekt kuzatilmaydi. Bu qanday fizik hodisa?
- A. Ichki fotoeffekt
 B. Tashqi fotoeffekt
 D. Fotoeffektning qizil chegarasi
 E. Fotoelektrik effekt
199. Yorug'lik nuri to'g'risidagi to'g'ri fikrni toping.
- A. Yorug'lik nuri zarrachadir

- B. Yorug'lik nuri bu to'ldir
- D. Yorug'lik nuri ham to'ldin, ham zarracha
- E. Yorug'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

200. Yorug'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.

- A. Tushgan nur, qaytgan nur va shu tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi va tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi
- B. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ular bir tekislikda yotmaydi
- D. Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi va ular bir tekislikda yotmaydi
- E. Qaytgan nur yo'nalishi tushgan nur yo'nalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi

4.8. 2-OB uchun test savollari (200 ta)

1. YoruG' lik manbadan zarracha sifatida tarqaladi va har bir zarrachada tebranish bordur" bu yoruG' lik tabiatiga berilgan dastlabki ta'rif qaysi o'zbek allomasi tomonidan aytilgan?

- A. Abu Ali ibn Sino
- B. Al- Beruniy
- D. Al-Farg'oniy
- E. Al-Xorazmiy

2. Berilgan temperaturada barcha jismlar uchun nur chiqarish qobilyatining nur yutish qobilyatiga nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, huddi shu temperaturada absolut qora jismning nur chiqarish qobilyatiga teng. Bu qonun qaysi fizik olim tomonidan aytilgan?

- A. Kirxgof
- B. Amper
- D. N'yuton
- E. Eynshteyn

3. Elektr tebranishlari birgina hamma vaqt birgina tekislikda bo'ladigan nur(yoruG' lik) deyiladi.

- A. Qutblangan nur
- B. Qutblanmagan nur
- D. Rentgen nuri
- E. Radioaktiv nur

4. 73K ni Selsiy shkalasiga o'tkazing

- A. 200⁰C
- B. -200⁰C
- D. 546 ⁰C
- E. -546 ⁰C

5. Puasson tenglamasi to'G' ri yozilgan javobni ko'rsating.

- A. $PV^\gamma = const$
- B. $PV = const$
- D. $PT^\gamma = const$
- E. $VT = const$

6. Diffuziya deb qanday xodisaga aytiladi?

- A. Turli xil modda molekulalarining bir biriga aralashib ketishi
- B. Ikki xil moddaning bir biriga aralashishi
- D. Gaz molekulalarining bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishiga
- E. Turli suyuqliklarning bir biriga aralashishi

7. Molekulyar –kinetik nazariyaning asosi nima?

- A. hamma jismlar molekula va atomlardan tuzilgan, ular tartibsiz xarakat qiladi
- B. jismlar kristall panjaralardan tashkil topgan

D. jismlar yacheykalardan tashkil topgan

E. hamma jismlar molekulalar va atomlardan tuzilgan, ular xarakatsiz xolatda bo'ladi

7. Qanday holda gazni suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi?

A. Kritik haroratdan yuqorida

B. Kritik haroratdan pastda

D. Har qanday holda suyultirish mumkin

E. Gazni suyultirish mumkin emas

8. Nisbiy namlikni qanday asboblardan bilan aniqlash mumkin? 1. psixrometr; 2. gigrometr; 3. areometr; 4. barometr.

A. 1 va 2

B. 2 va 3

D. faqat 2

E. faqat 1

9. Ideal gazni suyultirish mumkinmi?

A. mumkin emas

B. mumkin

D. past bosimda mumkin

E. past xararotda mumkin

10. 2 ta izoterma, 2 ta adiabatadan iborat sikl kimga tegishli?

A. Karno

B. Bolsman

D. Klapeyron

E. Mendeleyev

11. Quvurning ko'ndalang kesimi 2 marta kamaysa, oqim tezligi qanday o'zgaradi?

A. 2 marta ortadi

B. 2 marta kamayadi

D. 4 marta kamayadi

E. 4 marta ortadi

12. YoruG'lik nuri to'G'risidagi to'G'ri fikrni toping:

A. YoruG'lik nuri ham to'liq, ham zarracha

B. YoruG'lik nuri bu to'liqdir

D. YoruG'lik nuri zarrachadir

E. YOruG'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

13. YOruG'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.:

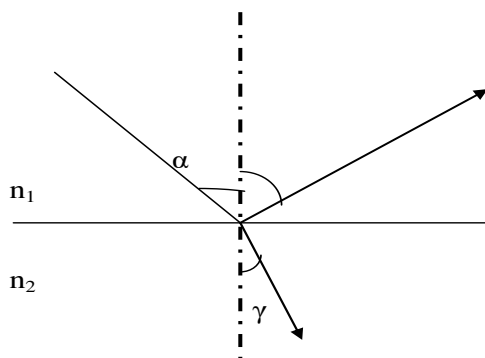
A. Tushgan nur, qaytgan nur va shu tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi va tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi

B. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ular bir tekislikda yotmaydi

D. Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi va ular bir tekislikda yotmaydi

E. Qaytgan nur yo'nalishi tushgan nur yo'nalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi.:

14. Quyidagi chizmadan foydalanib to'G'ri yozilgan tenglikni



ko'rsating?

- A. $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$
- B. $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \gamma} = n_2 / n_1$
- D. $\frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = n_1 / n_2$
- E. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2 / n_1$

15. Absolyut sindirish ko'rsatkichining to'G'ri tarifini bering?

- A. YoruG'likning vakuumdagi tarqalish tezligi muhitdagi tezligidan qanchaga katta ekanligini ko'rsatadi
- B. YoruG'likning muhitdagi tarqalish tezligini ko'rsatadi
- D. YoruG'likning tezligiga umuman boG'liq emas
- E. YoruG'likning to'liq uzunligi va intensivligini boG'laydi

16. Karno siklida qanday jarayonlar sodir bo'ladi?

- A. 2 ta izoterma, 2 ta adiabata
- B. 1 ta izoterma, 1 ta adiabata
- D. 3 ta izoterma, 2 ta adiabata
- E. 3 ta adiabata, 2 ta izoterma

17. 27°C ni Kelvin shkalasi (K)ga o'tkazing.

- A. 300
- B. 37
- D. 27
- E. 273

18. Tabiiy nurni qutblangan nurga aylantiruvchi qurilma nomi?

- A. Polyarizator
- B. Shisha prizma
- D. Fotometr o'tkazgich
- E. Analizator

19. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi?

- A. YoruG'lik nurining to'siqlarni aylanib o'tishi natijasida geometrik soya hosil qilishiga aytiladi
- B. YoruG'lik nurining kristall panjaradan o'tishiga aytiladi
- D. YoruG'lik nuriga qo'shib bir biriga halaqit bermay o'tishiga aytiladi
- E. Nurlarning kuchayib, bir - birini yo'qotishiga aytiladi

20. Dispersiya hodisasi deb nimaga aytiladi.

- A. YoruG'lik nuri prizmadan o'tganda prizmaning orqa tomonida kamalak rangga bo'yalgan yoruG' nurlar hosil bo'lishiga aytiladi
- B. YoruG'lik nurining qutblanishi
- D. YoruG'lik nurining kuchayishi
- E. YoruG'lik nurining ikkilanib sinishi

21. Difraksion panjara deb ... aytiladi.

- A. o'zaro teng bo'lgan bir-biridan barobar masofada joylashgan ketma-ket keluvchi tirqishlar va to'siqlardan iborat bo'lgan noshaffof jismga
- B. prizmaga
- D. lupaga
- E. hech narsaga

22. YoruG'lik energiyasi elektr energiyasiga aylanturuvchi asbobga deyiladi.

- A. Fotoelement
- B. Diod
- D. Transformator
- E. Bunaqa asbob yo'q

23. deb biror yuzadan vakt birligi ichida oqib o'tgan energiya miqdoriga aytiladi.:

- A. Yoruglik oqimi
- B. Yoritilganlik
- D. Yorituvchanlik
- E. Quvvat

24. Fazoviy burchak kattaligiga tugri keluvchi yoruglik okimiga deb aytiladi.:

- A. YoruG'lik kuchi
- B. YoruG'lik oqimi
- D. Yoritilganlik
- E. Yorituvchanlik

25. YOruG'lik tezligi qaerda eng katta tezlik bilan tarkaladi.:

- A. vakuumda
- B. suyuqliklarda
- D. qattiq metallarda
- E. barcha muxitda bir xil

226. Bu yoruG'lik haqidagi fandir.

- A. optika
- B. termodinamika
- D. akustika
- E. atom fizikasi

27. Tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak 80^0 bo'lsa qaytish burchagini toping?

- A. 40^0
- B. 80^0
- D. 30^0
- E. 60^0

28. Farangeyt (^0F) qanday fizik kattalikning o'lchov birligi?

- A. Harorat

- B. Hajm
- D. YoruG' lik oqimi
- E. YoruG' lik intensivligi

29. Fotometriya bu nima?

- A. YoruG'lik to'ldirish tarqatayotgan energiyani o'lchash;
- B. YoruG'lik oqimini o'lchash;
- D. YoruG'lik kuchini o'lchash;
- E. Yoritilganlikni o'lchash;

30. YoruG' lik oqimi formulasi qaysi holda to'G' ri ko'rsatilgan?

- A. $\Phi = \frac{dw}{t}$
- B. $P=nkT$;
- D. $E=mgh$;
- E. $\Phi = \frac{L}{S}$

31. YoruG' lik kuchi formulasi qaysi holda to'G' ri ko'rsatilgan?

- A. $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$
- B. $I = \frac{q}{t}$
- D. $I = \frac{U}{R}$
- E. $E = \frac{mv^2}{2}$

32. YoruG' lik kuchi o'lchov birligi to'G' ri ko'rsatilgan qatorni toping.

- A. cd(kandella)
- B. lm(lyumen)
- D. nt(nit)
- E. lx(lyuks)

33. Ravshanlik o'lchov birligi to'G' ri ko'rsatilgan qatorni toping

- A. nt(nit)
- B. lm (lyumen)
- D. cd(kandella)
- E. lx(lyuks)

34. 1mm H₂O necha Paskal (Pa)ga teng.

- A. 9.81
- B. 133.3
- D. 760
- E. 1000

35. Bosimning o'chov birliklari keltirilgan qatorni ko'rsating.

- A. Barchasi to'G' ri
- B. bar
- D. mm H₂O
- E. mm Hg

36. Termodinamikaning birinchi qonunini ko'rsating.

- A. $Q = \Delta U + A$
- B. $\Delta U = Q + A$
- D. $\Delta A = Q + U$
- E. $Q = cm\Delta t$

37. Quyidagi ta'riflarning qaysi biri termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydi?

- A. issiqlik energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan o'tmaydi
- B. ikkinchi tur abadiy dvigatel yasash mumkin
- D. energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan har doim o'tib turadi
- E. sovuq jismdan issiq jismga energiya o'tadi

38. Issiqlik miqdorining SI sistemasidagi birligini ko'rsating.

- A. Joule
- B. Kal
- D. Amper
- E. Puaz

39. Diffuziya hodisasida qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. massa
- B. energiya
- D. impuls
- E. quvvat

40. Issiqlik o'tkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. energiya
- B. massa
- D. impuls
- E. o'g'irlik

41. Issiqlik o'tkazuvchanlik sodir bo'lishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti noldan farqli bo'lishi kerak?

- A. harorat
- B. tezlik
- D. hajm
- E. termometr

42. Qanday suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi?

- A. yopishqoqligi mutlaqo bo'lmagan
- B. yopishqoqligi kam bo'lgan
- D. turbulent oqayotgan
- E. laminar oqayotgan

43. Laminar oqim deb nimaga aytiladi?

- A. qatlamli oqimga
- B. uyurmali oqimga
- D. aralashma oqimga
- E. tez oqimga

44. Tovush qattiqligini hisoblash formulasini ko'rsating?

- A. $L = klg I/I_0$
- B. $L = kln I/I_0$
- D. $I = W/St$

E. $L=V/S$

46. Tovush intensivligi nimani harakterlaydi?

- A. Tovushning energetik tavsifini
- B. Tovushiy zarbini
- D. Tovushning xarakterini
- E. Tovush bosimini

47. Tovush qattiqligini o`lchov birlilari qanday ataladi?

- A. Bel, Desibell
- B. Nit,sham
- D. Joul, kKal
- E. Vatt, soat

48. Deformatsiyaning qanday turlari bor?

- A. elastik va plastik
- B. cho`zilish
- D. elastik
- E. siqilish

49. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?

- A. tashqi ta`sir tufayli jism shakli va o`lchami o`zgarishi
- B. isitish tufayli jismning kengayishi
- D. yoruqlik ta`sirida jismlarning isishi
- E. jismning o`z - o`zidan isishiga

50. Elastik defarmatsiya necha turga bo`linadi?

- A. 5
- B. 3
- D. 4
- E. 2

51. Mexanik kuchlanishning o`lchov birligini ko`rsating.

- A. Paskal(Pa)
- B. Kulon (C)
- D. N'yuton (N)
- E. Farad (f)

52. Turbulent oqim nima?

- A. uyurmali oqim
- B. laminar oqim
- D. qatlamli oqim
- E. parallel oqim

53. Entropiya nima?

- A. tizimning holati
- B. tizimning tartibsizlik darajasi
- D. keltirilgan issiqlik miqdori
- E. holat funksiyasi

54. Shovqin spektri qanday?

- A. yo`l - yo`l
- B. tutash

- D. rangli
- E. chiziqli

55. Mayer tenglamasini ko'rsating?

- A. $C_r > C_v$
- B. $C_p = C_v + R$
- D. $U = i RT/2$
- E. $C_v = \underline{\nu}/2$

56. YoruG'lik kuchi qaysi birliklarda o'lchanadi?

- A. Kandela(cd)
- B. Amper(A)
- D. Lyumen(lm)
- E. Lyuks (lx)

57. Yoritilganlik qaysi asbob yordamida o'lchanadi?

- A. Vol'tmetr
- B. Lyuksmetr
- D. Ampermetr
- E. Vattmetr

58. Rentgen nurlar necha xil va qanday?

- A. 2 xil bo'ladi. tormozli va xarakteristik
- B. 2 xil bo'ladi. oq va qizil
- D. 2 xil bo'ladi. qattiq va xarakteristik
- E. 2 xil bo'ladi. qattiq va yumshoq

59. Necha xil lyuminissensiya turi mavjud?

- A. ikkita
- B. uchta
- D. bechta
- E. to'rtta

60. Lazer nima?

- A. ikki nurning qo'shilishi
- B. yoruG'likni majburiy nurlash yo'li bilan kuchaytirgich
- D. elektronlar dastasi
- E. protonlar oqimi

61. Lorens kuchi ifodasini ko'rsating?

- A. $F = Bq\vartheta \sin \alpha$
- B. $F = BI\ell \sin \alpha$
- D. $F = ma$

E. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

62. Metal sirtiga tushgan yoru'lik metal tarkibidan elektronlarni urib chiqaradi, bu hodisa ... deb ataladi.

- A. Fotoelektrik effekt
- B. YoruG'likning sinishi
- D. YoruG'likning to'la ichki qaytishi
- E. Metallning parchalanishi

63. Kandela(cd) nimaning o'lchov birligi?
A. yoruG' lik kuchi
B. ravshanlik
D. yoruG' lik oqimi
E. yoritilganlik
64. Bernulli tenglamasi asosida ishlaydigan asbobni ko'rsating.
A. O'simliklarga dori purkagich
B. Suv chiqarish nasosi
D. Barometr
E. Bunday asbob mavjud emas
65. Tovushning boshlanishi va oxiridagi amplituda o'zgarishi nimani harakterlaydi?
A. Tovush tembrini
B. Tovush tonni
D. Shovqinni
E. Tovush balandligini
66. Puaz - qanday kattalikning o'lchov birligi?
A. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini
B. Qarshilikni
D. Zichlikni
E. Tok kuchini
67. Molekulalar xaotik harakati tufayli massa, energiya, impuls uzatilishiga olib keluvchi hodisa fizikada qanday nomlanadi?
A. Ko'chish
B. Yadroning parchalanishi
D. Parnik effekt
E. Fotoeffekt
68. O'ziga tushuvchi nurni har qanday haroratda butunlay yutadigan jism qanday nomlanadi?
A. Absolyut qora jism
B. Absolyut qattiq jism
D. Amorf jism
E. Absolyut oq jism
69. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?
A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi yiG' indisi
B. moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
D. Molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
E. Moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi
70. Ko'chish hodisalariga nimalar kiradi?
A. Diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, impuls
B. Diffuziya, ichki energiya, zichlik
D. Aerasiya, temperatura, massa
E. Energiya, zichlik, og'irlik
71. Termodinamika nimani o'rganadi?
A. Turli jarayonlarda molekulalarning issiqlik harakati tufayli energiyaning bir turdan ikkinchi turga

aylanishi

B. Miqdoriy qonunlarini o'rganadi

D. Tizimning issiqlik miqdorining o'zgarishini

E. Tizimni harakterlovchi termodinamik kattaliklarini muvozanat holatini tizimning tashqi ta'siriga moslashuvi

72. O'zgarmas tok ta'rifini ko'rsating.

A. Vaqt o'tishi bilan tok kuchi va yo'nalishi o'zgarmaydigan

B. Vaqt o'tishi bilan energiyasi o'zgarmaydigan tok

D. Vaqt o'tishi bilan qarshiligi o'zgarmasa

E. Vaqt o'tishi bilan chastotasi o'zgarmaydigan tok

73. Fotolyuminessensiyasi qanday nurlanish uyG' otadi?

A. Ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanish

B. Rentgen nuri

D. Radioaktiv nurlanish

E. Lazer nurlanish

74. Magnit maydonini zaiflashtiradigan moddalar deb qanday moddaga aytiladi?

A. Diamagnit moddalar

B. Suyuq modda

D. Kislotalar

E. Qattiq modda

75. Elektr tebranishi hamma vaqt birgina va faqat birgina tekistlikda bo'ladigan yoruG' lik nuri nima deb ataladi?

A. Qutblangan nur

B. Rentgan nuri

D. Lazer nuri

E. Qutblanmagan nur

76. Agarda yorug'lik optik zichroq muhitdan optik zichligi kamroq muhitga o'tsa qanday hodisa ro'y beradi?

A. To'la ichga qaytadi

B. Difraksiyalanadi

D. Interferensiyalanadi

E. Qutblanadi

77. Gazsimon, suyuq yoki qattiq muhitda to'liq shaklida tarqaladigan elastik muhit zarralarining tebranma harakati nima deb ataladi?

A. Tovush

B. Interferensiya

D. YoruG' lik

E. Elektr toki

78. Lyuminissensiya yuz beradigan moddalar qanday nomlanadi?

A. Lyuminafor modda

B. Absolyut qora jism

D. Radioaktivlik

E. Har qanday modda

79. Moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishdan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanish nima deb ataladi?

- A. Lyuminissensiya
- B. Fotoeffekt
- D. Kapillyarlik
- E. Aerasiya

80. Yorug'likni zaif yutadigan moddalar qanday nomlanadi?

- A. Shaffof modda
- B. Qattiq modda
- D. Suyuq modda
- E. Absolyut qora jism

81. Vaqt birligi ichida tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan sirt birligi orqali o'tadigan zaryad miqdori nima deb yuritiladi?

- A. Tok zichligi
- B. Energiya
- D. Radioaktivlik
- E. Massa

82. ... deb, harorat gradiyentiga perpendikular yo'nalishda bir birlik yuzadan vaqt birligi ichida ko'chgan issiqlikka miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik katalikka aytiladi.

- A. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti
- B. Issiqlik miqdori
- D. Solishtirma issiqlik siG' imi
- E. Konveksiya

83. YoruG'lik oqimining (SI - da) o'lchov birligi qanday?

- A. Lyumen (lm)
- B. Nit(nt)
- D. Sham
- E. Kandella(cd)

84. Magnit maydonini juda ham kuchaytiruvchi moddalar nima deb ataladi?

- A. Ferromagnit modda
- B. Diamagnit modda
- D. Paramagnit modda
- E. Ishqor

85. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasiga va kattaligiga qarab barcha magnetiklar ... larga bo'linadi.

- A. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
- B. Giromagnit, Bor magnetoni
- D. Domen, magnitostriksiya
- E. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar

86. Tok o'tishida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.

- A. Ikkinchi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar
- B. Birinchi tur o'tkazgich yoki elektronli o'tish
- D. Elektrolitik o'tkazuvchanlik
- E. Barchasi to'G'ri

87. Elektr tok ta'rifini aniqlang

- A. Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati
- B. O'tkazgichdagi atomlarning tartibli harakati

- D. Zaryadli zarrachalarning tartibsiz harakati
- E. O'tkazgichdagi neytron, protonlar harakati

88. Ikki tutashgan gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda zarrachalarning betartib harakati tufayli ichkariga kirish va aralashish jarayoniga ... deyiladi.

- A. Diffuziya hodisasi
- B. Brown harakati
- D. Fik qonuni
- E. Fur'e qonuni

89. Qaysi tenglamada suyuqlik yoki gazning siqilishi va qovushqoqligi etiborga olinmaydi.

- A. Bernulli tenglamasida
- B. Uzlaksizlik tenglamasida
- D. Jismlarning harakat tenglamasida
- E. Notekis harakatda

90. Suyuqlik qatlamlarining bir biriga nisbatan harakati ... deyiladi.

- A. Ichki ishqalanish
- B. Tortishish
- D. Qarama - qarshi harakat
- E. Sirt tarangligi

91. Juda katta aniqlikda ishlovchi va elektr xususiyatiga ega termometrlarni ko'rsating.

- A. Barcha javoblar to'g'ri
- B. Termoparalar
- D. Termistorlar
- E. Qarshilik termometrlari

92. Harorat bu...

- A. Sistemaning boshqa bir sistemalar bilan o'zaro issiqlik muvozanatida bo'lishini aniqlovchi sistema xususiyati
- B. Harakat jadalligini tavsiflovchi kattalik
- D. Issiqlik uzatish jarayoni
- E. To'g'ri ta'rif berilmagan

93. Yarimo'tkazgichlar qatorini ko'rsating.

- A. Si, Ge, C
- B. Si, Fe, P
- D. Ge, Ti, Au
- E. Ag, Mb

94. Manba sirtining yuza birligiga perpendikulyar yo'nalishida chiqayotgan yorug'lik kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka ... deyiladi.

- A. Ravshanlik
- B. Yoritilganlik
- D. Yorug'lik oqimi
- E. Yorug'lik kuchi

95. Suyuqlikda harakat qiluvchi qattiq jismlarga suyuqlik tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlar suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentiga, jismning harakat tezligi va jismning chiziqli kattaligiga proporsionaldir. Ta'rifga mos javobni ko'rsating.

- A. Stoks qonuni
- B. Puazeyl qonuni

- D. Bernulli tenglamasi
- E. Uzluksizlik tenglamasi

96. Muhitning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun xizmat qiladigan asboblarga ... deyiladi.

- A. Refraktometr
- B. Mikroskop
- D. Fotoelement
- E. Saxarometr

97. Tashqi fotoeffekt ... kuzatiladi, undagi erkin elektronlar fotonni yutib metall sirtiga uchib chiqadi.

- A. Metallarda
- B. Gazlarda
- D. Suyuqliklarda
- E. Plazmada

98. ... deb tebranish chastotasi va eshitish qobiliyatiga bo'g'liq bo'lgan, deyarli davriy tovuning sifatiga aytiladi.

- A. Tovush balandligi
- B. Tovush qattiqligi
- D. Shovqin
- E. Tovush tembri

99. Suyuqlik zarrachalari (oqim chiziqlari) bir-biriga parallel bo'lgan oqimga qanday oqim deb ataladi?

- A. Laminar oqim
- B. Turbulent oqim
- D. Tez oqim
- E. Aralash oqim

100. Volt - nimani o'lchov birligi?

- A. kuchlanishni
- B. tezlikni
- D. tezlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

101. Amper - nimani o'lchov birligi?

- A. tok kuchini
- B. kuchlanishni
- D. tezlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

102. Fotometriya bu nima?

- A. yoruG'lik to'liqini tarqalayotgan energiyani o'lchash
- B. yoruG'lik oqimini o'lchash
- D. yoruG'lik kuchini o'lchash
- E. yoritilganlikni o'lchash

103. Lupa qanday optik asbob?

- A. kichik fokus masofali ikki yoqlama qavariq linza
- B. kichik fokus masofali ikki yoqlama botiq linza
- D. bir tomoni qavariq, ikkinchi tomoni botiq
- E. katta fokus masofali ikki yoqlama botiq linza

104. Optik asboblarga to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping.: 1.: lupa; 2.: televizor; 3.: ko'z; 4.: sham; 5.: mikroskop;
 A. 1, 3, 5;
 B. 1, 2, 5;
 D. 2, 4;
 E. barchasi;

105. Linzaning markazi chetlariga nisbatan qalin bo'lsa ... , ingichka bo'lsa ... deyiladi.
 A. qavariq, botiq
 B. botiq, qavariq
 D. qavariq, yassi
 E. yassi, botiq

106. Fazoviy burchak kattaligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga ... deyiladi.
 A. yorug'lik kuchi
 B. yorug'lik oqimi
 D. yoritilganlik
 E. ravshanlik

107. Yuza birligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga ... deyiladi.
 A. yoritilganlik
 B. yorug'lik kuchi
 D. yorug'lik oqimi
 E. ravshanlik

108. Foton energiyasi (kvant energiya) uchun qaysi ifoda o'rinli bo'ladi
 A. $E = h\nu$
 B. $E = \frac{I\omega^2}{2}$
 D. $E = mgh$
 E. $h\nu = \frac{mv^2}{2} + A$

109. Laminar oqim uchun $V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P t}{8\eta \ell}$ formula nimani ifodalaydi.
 A. Puazeyl qonunini
 B. Stoks qonunini
 D. Bernulli tenglamasini
 E. Arximed kuchini

110. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik $\nu = \frac{\eta}{\rho} \dots$
 A. Kinematik yopishqoqlikdir
 B. Dinamik yopishqoqlikdir
 D. Yopishqoqlik keffitsiyentidir
 E. Yopishqoqlik kuchidir

111. Nur chiqarish qanday jismlarga xos?
 A. Temperaturasi absolyut noldan farq qiluvchi barcha jismga xos
 B. Absolyut qattiq jismlarga xos
 D. Gazlarga xos

E. Absolyut qora jismlarga xos

112. Kulon - qanday fizik kattalikning o'lchov birligi?

- A. zaryad miqdorini
- B. massani
- D. zichlikni
- E. yoruG' lik kuchini

313. 1 eV nechaga teng?

- A. $1,6 \cdot 10^{-19} J$
- B. $9,1 \cdot 10^{-31} kg$
- D. $6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
- E. $8,85 \cdot 10^{-12} F / m$

114. Lazerlar biologik to'qimalarni buzishi mumkin, bundan operatsiyalarda ishlatiladi (qonsiz). Bundan tashqari gapni to'ldiring.

- A. Barcha javoblar to'G' ri
- B. Rak to'qimalarini kuydirishda
- D. Organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda
- E. Tishlarni davolashda

115. Lyuminissent analizda qanday nurlar manbaidan foydalaniladi.

- A. Ultrabinafsha nurlar
- B. Infraqizil nurlar
- D. Ko'rinadigan nurlar
- E. Rentgen nurlar

116. ... - bu moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanishidir. Gapni to'ldiring.

- A. Lyuminissensiya
- B. YoruG' lik
- D. Nurlanish
- E. Yoritilganlik

117. Bir manba yoruG' lik kuchini bilgan holda noma'lum kuchli manba yoruG' lik kuchini aniqlovchi asboblarga ... deyiladi.

- A. Fotometrlar
- B. Lyuksmetr
- D. Fotorezistor
- E. Linza

118. To'la ichki qaytish hodisasi asosida ishlaydigan asbob qanday nomlanadi?

- A. Endoskop
- B. Fonendoskop
- D. Lyuksmetr
- E. Voltmetr

119. To'la ichki qaytish yordamida bir muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, boshqa muhitning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan asbobga ... deyiladi. Nuqtalar o'rniga to'G' ri javobni tanlang.

- A. Refraktometr

- B. Saxarometr
- D. Polyarimetr
- E. Kuchaytirgich

120. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ta'rif to'G' ri berilgan qatorni ko'rsating.

- A. Elektrodda ajralib chiqqan modda massasi eritmadan o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir.
- B. Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti uning ximiyaviy ekvivalentiga to'G' ri proporsionaldir.
- D. Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganda elektroda 1 kg.ekv. modda ajralib chiqadi.
- E. Eritmadan 1g modda o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga aytiladi.

121. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ko'rsating.

- A. $m = kq$
- B. $m = \rho g$
- D. $m = \nu \cdot M$
- E. $K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$

122. Elektrolitlardan tok o'tganda modda ajralib chiqish jarayoniga ... deyiladi. To'G' ri javobni tanlang.

- A. Elektroliz
- B. Suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi
- D. Elektrolitlar
- E. Ionlarining harakatchanligi

123. Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga ... deyiladi. To'G' ri javobni tanlang

- A. Elektrolitlar
- B. Elektroliz
- D. Dissosatsiya
- E. Rekombinatsiya

124. Tovushning yuksakligi nima?

- A. Tovushning sifatini aniqlovchi xarakteristika
- B. Tovushning akustik spektrini ko'rsatuvchi chastotalar to'plami
- D. Tovushning rang-barangligini aniqlovchi kattalik
- E. Tovushning qattiqligini xarakterlovchi kattalik

125. Tovushning quloqqa beradigan bosimi qanday aniqlanadi?

- A. $P = 2\rho I v^2$
- B. $P = \frac{F}{S}$
- D. $P = \frac{\rho RT}{M}$
- E. $P = \frac{A}{t}$

126. Yung moduli qanday aniqlanadi.

- A. Nisbiy uzayish 1 ga teng bo'lganda mexanik kuchlanish bilan
- B. Nisbiy deformatsiya kuchlanishga to'G' ri proporsional ekanligidan
- D. Jism ko'ndalang kesimining birlik yuziga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish orqali

E. Jismga tashqi deformasiyalovchi kuch ta'sir etganda

127. Elastik deformasiyaning shakllarini ko'rsating.

A. Cho'zilish, siqilish, siljish, buralish, egilish.

B. Bukilish, sinish, qaytish

D. Plastik va elastik

E. Faqat siqilish va jo'zilish kiradi

128. Ichki ishqalanish (Stoks) formulasini ko'rsating?

A. $F = 6\pi\eta r \dot{\vartheta}$

B. $F = \eta \cdot \left| \frac{d\vartheta}{dx} \right| \cdot S$

D. $\eta = \frac{1}{3} S \dot{\vartheta} Q$

E. $M = D \frac{ds}{dx} S \cdot \Delta t$

129. Plastik deformatsiya necha turga bo'linadi?

A. Plastik deformatsiya turlarga bo'linmaydi

B. 5 xil

D. 3 xil

E. 2 xil

130. Markazga intilma yoki normal tezlanish formulasini ko'rsating?

* A. $a_n = \frac{\dot{\vartheta}^2}{R}$

B. $a_n = \frac{d\dot{\vartheta}}{dt}$

D. $a_r = \frac{d\dot{\vartheta}}{dt}$

E. $a = \frac{\dot{\vartheta}}{R}$

131. Urinma tezlanish formulasini ko'rsating?

* A. $a_r = \frac{ds}{dt}$

B. $a_r = \frac{\dot{\vartheta}^2}{R}$

D. $a_r = \frac{\dot{\vartheta}^2}{R}$

E. $a_r = \frac{d\dot{\vartheta}}{dt}$

132. Nyutonning ikkinchi qonunining formulasini ko'rsating?

A. $\frac{d\dot{\vartheta}}{dt} = F;$

B. $\frac{dp}{dt} = P;$

$\frac{dp}{dt} = F;$

D.

E. $F = mg$

133. Yer markazidan Yer radiusi qadar uzoqlikda joylashgan nuqtalarda Yerning tortish maydoni kuchlanganligining formulasini ko'rsating?

A. $|G| = -\gamma \frac{m_E p}{R_{Ep}^2}$

$$B. G = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

$$D. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$E. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

134. Erkin tushish tezlanishi formulasini ko'rsating?

$$A. g = \frac{m}{p}$$

$$B. |g| = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$D. g = -\frac{p}{m}$$

$$E. |g| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

135. Butun olam tortishish (gravitasiya) qonunining formulasini ko'rsating?

$$A. F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$B. F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

$$D. F = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$E. F = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2};$$

136. Butun olam tortishish(gravitasiya) doimiysining qiymati va o'lchov birligini ko'rsating?

$$A. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg};$$

$$B. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-12} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2};$$

$$D. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2};$$

$$E. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^1 \cdot \text{kg}^{-2};$$

137. Gravitation yoki tortishish maydoni deb nimaga aytiladi?

A.Gravitation, tortishish yoki yadro kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

B.Elektr kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

D.Gravitation kuchlar ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

E.Tortishish yoki yadro kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

138. Ikkinchi kosmik tezlik formulasini ko'rsating?

$$A. v_{k1} = \sqrt{R_{Ep} \cdot g}$$

$$B. v_{k2} = \sqrt{2R_{Ep} \cdot g}$$

$$D. v_{k1} = \sqrt{2R_{Ep} \cdot g}$$

$$E. v_{k2} = \sqrt{R_{Ep} \cdot g};$$

139. Mexanik ish va uning o'lchov birligi.

$$A. A = P \cdot S, H$$

$$B. A = F \cdot S \cos \alpha, j$$

$$D. A = \frac{F}{S}; Pa$$

$$E. A = F \cdot \cos \alpha, W$$

140. Mexanik quvvati formulasi va o'lchov birligi.

- A. $N = \frac{F}{t}, N \cdot H$
 B. $N = F \cdot t, j$
 D. $N = A \cdot t, kg$
 E. $N = \frac{A}{t}, W, W$

141. Kinetik energiya formulasi.

- A. $W_k = \frac{v^2}{2}$
 B. $W_k = \frac{mv^2}{2}$
 D. $W_k = mgh$
 E. $W_k = \frac{m}{2}$

142. Potensial energiya formulasi.

- A. $W_p = \frac{mg}{h}$
 B. $W_p = \frac{m}{g \cdot h}$
 D. $W_p = mgh$
 E. $W_p = \frac{kx}{2}$

143. Impuls momenti formulasini ko'rsating ?

- A. $L = \frac{m \cdot \vartheta}{t}$
 B. $L = m + \vartheta + r$
 D. $L = \frac{m \cdot \vartheta \cdot r}{t}$
 E. $L = m \cdot \vartheta \cdot r$

144. Impuls momentining "SI (XBS)" — dagi o'lchov birligini ko'rsating ?

- A. $\frac{kg \cdot M^2}{s}$
 B. $\frac{kg \cdot m}{s};$
 D. $\frac{M^2}{s};$
 E. $N \cdot m$

145. Moddiy nuqta impuls momentining o'zgarish qonuni formulasini ko'rsating?

- A. $d\vec{L} + dt = \vec{M}$
 B. $d\vec{L} \cdot dt = \vec{M}$
 D. $\frac{d\vec{L}}{d\vec{M}} = dt$
 E. $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M};$

146. Qattiq jismning OZ o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating?

- * A. $J_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$
 B. $J_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i$
 D. $J_z = m_i R_i$

$$E. J_z = m_i R_i^2;$$

147. Qattiq jism impuls momenti formulasini ko'rsating?

$$A. L_z = J_z \omega$$

$$B. L_z = J_z \omega^2$$

$$D. L_z = J_z \omega^3$$

$$E. L_z = J_z \omega^4$$

148. Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasini inersiya momenti orqali ifodalovchi formulasini ko'rsating?

$$A. E = J \omega^2$$

$$B. E = \frac{kx^2}{2}$$

$$D. E = \frac{J \omega^2}{2}$$

$$E. E = J \omega$$

149. Aylanayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi formulasini ko'rsating?

$$A. E = \frac{kx^2}{2}$$

$$B. E = \frac{\vartheta^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$$

$$D. E = mgH$$

$$E. E = \frac{\omega^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$$

150. Garmonik tebranish tenglamasi.

$$A. x = A \sin 2\pi \nu t$$

$$B. x = A \sin \pi \nu t$$

$$D. x = A \sin \pi t$$

$$E. x = \sin 2\pi \nu t$$

152. Garmonik tebranish tezligining formulasi.

$$A. \vartheta = \omega \cos \omega t$$

$$B. \vartheta = A \omega \cos \omega t$$

$$D. \vartheta = A \cos \omega t$$

$$E. \vartheta = A \sin \omega t$$

153. Garmonik tebranish tezlanishining formulasi.

$$A. a = -A \sin \omega t$$

$$B. a = A \sin \omega t$$

$$D. a = -\omega^2 \sin \omega t$$

$$E. a = -\omega^2 A \sin \omega t$$

154. Matematik mayatnikning tebranish davrining formulasi.

$$A. T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$B. T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$D. T = \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$E. T = 2\pi\sqrt{\ell \cdot g}$$

155. Fizik moyatnikning tebranish chastotasining formulasi.

$$A. \nu = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}}$$

$$B. \nu = 2\pi \sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

$$D. \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

$$E. \nu = 2\pi \sqrt{\frac{mg}{I}}$$

156. Prujinani moyatnikning tebranish davrining formulasi.

$$A. T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$B. T = 2\pi \sqrt{m \cdot k}$$

$$D. T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$E. T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

157. Po‘lat tros 0,001 ga nisbiy uzayganda unda hosil bo‘ladigan kuchlanishni toping.

A. **400 MPa**

B. 300 Mga

D. **350 Mga**

E. **200MPa**

158. Garmonik tebranish energiyasi formulasi.

$$A. W = \frac{m}{2} A^2$$

$$B. W = \frac{\omega^2}{2} \cdot A^2$$

$$D. W = \frac{m\omega^2}{2} \cdot A^2$$

$$E. W = \frac{m\omega^2}{2}$$

159. Majburiy tebranishlar amplitudasini topish formulasi.

$$A. A = \frac{f_0}{\omega^2 - \omega_0^2}$$

$$B. A = \frac{f_0}{m(\omega^2 - \omega_0^2)}$$

$$D. A = \frac{f_0}{m\omega_0^2}$$

$$E. A = \frac{f_0}{\omega^2 m}$$

160. To‘lqinlar interferensiyasida qaysi shart bajarilganda maksimum amplituda hosil bo‘ladi.

$$A. l_2 - l_1 = 2k \frac{\lambda}{2}$$

$$B. l_2 - l_1 = 2 \frac{\lambda}{2}$$

D. $l_2 - l_1 = k \frac{\lambda}{2}$

E. $l_2 - l_1 = 2k\lambda$

161. Butun olam tortishish qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating

A. $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$

B. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

D. $F = ma$

E. $F = ma$

162. Sirt taranglik ko'effitsiyenti formulasini toping.

A. $\sigma = \frac{F}{l}$

B. $\sigma = \frac{F}{t}$

D. $\sigma = \frac{Ft}{l}$

E. $\sigma = -\frac{F}{l}$

163. O'tkazgich yasalgan moddaning xarakteristikasiga bo'lgan liq bo'lib, $\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}$ ga teng.

- A. Solishtirma qarshilik
- B. Qarshilik
- D. Zichlik
- E. Bosim

164. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasiga va kattaligiga qarab barcha magnetiklar ... bo'linadi.

- A. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
- B. Giromagnit, Bor magnetoni,
- D. Domen, magnitostriksiya
- E. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar

165. Tok o'tishida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.

- A. Ikkinchi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar
- B. Birinchi tur o'tkazgich yoki elektronli o'tish
- D. Elektrolitik o'tkazuvchanlik
- E. Barchasi to'g'ri

166. Konturdagi xususiy magnit oqimining o'zgarishi natijasida induksion elektr maydonining hosil bo'lish hodisasiga ... deyiladi

- A. O'zinduksiya hodisasi
- B. O'zarinduksiya hodisasi
- D. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni
- E. Lorens kuchi

167. Guk qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating

A. $F = -k\Delta l$

B. $F = ma$

D. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$

E. $F = \frac{mv^2}{R}$

168. $F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S$ formula nimani ifodalaydi.

- A. Ichki ishqalanish kuchi
- B. OG'irlik kuchi
- D. Arximed kuchi
- E. Ishqalanish kuchi

169. $F = -k\Delta l$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Guk qonuni
- B. N'yuton qonuni
- D. Yung moduli
- E. Amper qonuni

170. $m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3 + \dots + m_nv_n = \text{const}$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Harakat miqdorining saqlanish qonuni
- B. Harakat miqdorining o'zgarish qonuni
- D. Energiyaning saqlanish qonuni
- E. Butun olam tortishish qonuni

$$\Phi_E = \sum_{\substack{\text{enuk} \\ \text{cupm}}} E_{\perp} \cdot \Delta A = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

171. formula nimani ifodalaydi?.

- A. Ostrogradskiy - Gauss teoremasi
- B. Bir jinsli qism uchun Om qonuni
- D. Faradeyning elektroliz qonuni
- E. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni

172. Chiziqli tezlikni burchak tezlik bilan boG'lovchi munosabatni toping.

- A. $v = \omega R$
- B. $\beta = vR$
- D. $a = \beta R$
- E. $v = \frac{S}{t}$

173. $a = \beta R$ - formula qanday fizik kattaliklar orasidagi munosabatni boG'laydi?

- A. chiziqli tezlanish va burchak tezlanish orasidagi munosabatni
- B. chiziqli tezlik va burchak tezlik orasidagi munosabatni
- D. tangensial va normal tezlanish orasidagi munosabatni
- E. to'G'ri javob yo'q

174. Jismga ta'sir etayotgan o'zgarmas kuchning impulsi jism harakat miqdorining o'zgarishiga tengligini ifodalovchi munosabatni ko'rsating.

A. $F \cdot t = mv - mv_0$

- B. $F \cdot t = ma - ma_0$
 D. $F = mg$
 E. $F = -k\Delta x$

175. Magnit maydonini juda kuchaytiruvchi moddalar deb qanday moddaga aytiladi?

- A. Ferromagnit moddalar
 B. Paramagnit moddalar
 D. Diamagnit moddalar
 E. Qattiq modda

176. Fik qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating.

- A. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$
 B. $F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S$
 D. $\Delta Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta S \cdot \Delta t$
 E. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$

177. "Izolyatsiyalangan tizim to'liq energiyasi kattaligi o'zgarmaydi ($w=\text{const}$), bunda energiya yaratilmaydi ham yo'q bo'lmaydi ham, energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin" bu ta'rif qaysi fizik qonunni mazmunini ifodalaydi?

- A. energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchisiga aylanish qonuni
 B. massaning saqlanish va o'zgarish qonuni
 D. harakat miqdorini o'zgarish va saqlanish qonuni
 E. issiqlik energiyasining saqlanish va o'zgarish qonuni

178. Mutloq qattiq jism deb nimaga aytiladi?

- A. deformatsiyalanmaydigan jismga
 B. temir, po'lat, platinaga
 D. har qanday haroratda o'z hajmini saqlaydigan jismga
 E. tashqi kuch ta'sirida sinmaydigan jismga

179. Aylantiruvchi kuch momentini ifodalovchi formulani ko'rsating.

- A. $M = F \cdot G$
 B. $M = F \cdot a$
 D. $F = -kx$
 E. $F = ma$

180. Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentini ifodalovchi formulani toping.

- A. $I = \Delta m \cdot r^2$
 B. $M = F \cdot \Gamma$
 D. $M = F \cdot a$
 E. $F = -kx$

181. Aylanish dinamikasining asosiy qonuni (aylanma harakat uchun Nyutonning 2-qonuni) ifodasini

toping.

- A. $M = I \cdot \beta$
- B. $F = -kx$
- D. $M = F \cdot \Gamma$
- E. $F_1 = F_2$

182. Biror vaqt oraliG‘ida jismning harakat miqdori momentining o‘zgarishi, xuddi shu vaqt oraliG‘idagi kuch momenti impulsiga tengligini ifodalovchi formulani ko‘rsating.

- A. $Mt = I\omega_0 - I\omega$
- B. $Ft = m\vartheta_0 - m\vartheta$
- D. $M = F \cdot \Gamma$
- E. $M = I \cdot \beta$

183. Harakat miqdor momentini saqlanish qonunini ifodalovchi formulani ko‘rsating.

- A. $I_1\omega_1 + I_2\omega_2 + I_3\omega_3 + \dots + I_i\omega_i = const$
- B. $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 + m_3\vartheta_3 + \dots + m_i\vartheta_i = const$
- D. $Mt = I\omega_0 - I\omega$
- E. $M = F \cdot \Gamma$

184. Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi qaysi formula bilan ifodalanadi?

- A. $W_{kayl} = \frac{I\omega^2}{2}$
- B. $W_{kayl} = \frac{m\vartheta^2}{2}$
- D. $W_{kayl} = mgh$
- E. $W_{kayl} = \Delta mc^2$

185. Tizim o‘z muvozanat vaqtidan ko‘p marta oG‘ib har gal yana qaytadan avvalgi holatiga qaytadigan jarayon ... deyiladi.

- A. Tebranma harakat
- B. Qayta rjarayon
- D. Muvozanat sharti
- E. O‘zgarmas jarayon

186. Gazning bosimi birlik hajmdagi molekularlarning ilgarilanma harakati o‘rtacha kinetik energiyasiga to‘G‘ri proporsionalligini ifodalovchi formulani toping.

- A. $P = \frac{2}{3}n_0W$
- B. $PV = \frac{m}{\mu}RT$

D. $P = \frac{F}{S}$

E. $P = nkT$

187. Gazning bir biriga nisbatan sirpanuvchi ikki qatlamning urinish tekisligida yuzaga to‘gri keladigan ichki ishqalanish kuchi yani ichki ishqalanish tenglamasi yoki ushbu holat uchun Nyuton qonunini ko‘rsating.

A. $F = \eta \frac{du}{dx} \Delta s$

B. $\Delta Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$

D. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$

E. $F = -kx$

188. Bugerning yoruG‘ likning yutilishini eksponential qonunini ko‘rsating?

A. $I_1 = I_0 e^{-x\ell}$

B. $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$

D. $F = ma$

E. $I = \frac{U}{R}$

189. “Tizimga berilgan barcha issiqlik miqdori tizim ichki energiyasini o‘zgartirishga va tizim tomonidan ish bajarishga sabab bo‘ladi” bu ta’rif qaysi qonunni mazmunini ifodalaydi?

- A. Termodinamikaning 1-qonunini
- B. Termodinamikaning 2-qonunini
- D. Energiyaning saqlanish qonunini
- E. Impulsni o‘zgarish qonunini

190. Tizim va atrof muhit o‘rtasida issiqlik almashtirishsiz bo‘ladigan jarayonlar jarayonlar deyiladi.

- A. Adibatik jarayon
- B. Qaytar jarayon
- D. Izotermik jarayon
- E. Izoxorik jarayon

191. Gazni adiabatik kengaytirishda uning temperaturasi pasayadi, adiabatik siqishda esa ko‘tarilishni ifodalovchi ushbu formula $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ qaysi fizik olim nomi bilan bo‘g‘liq qonunni ifodalaydi?

- A. Puasson
- B. Lorens
- D. Eynshteyn
- E. Bolsman

192. “Isitgichdan olinadigan butun issiqlik miqdorini to‘la ishga aylantiradigan mexanizm bo‘lishi mumkin emas, bu issiqlik miqdorining bir qismi sovutgichga berilishi kerak” degan ta’rif qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Termodinamikaning 1-qonuni
- B. Termodinamikaning 2-qonuni
- D. Energiyaning saqlanish va o'zgarish qonuni
- E. Termodinamikaning 3-qonuni

193. "Absolyut nol temperaturada entropiya nolga teng bo'lishini ifodalovchi Nerstning teoremasi" termodinamikaning nechinchi qonuni deb yuritiladi?

- A. Termodinamikaning 3- qonuni
- B. Termodinamikaning 2-qonuni
- D. Termodinamikaning 1-qonuni
- E. To'g'ri javob yo'q

$$E = \frac{F_0}{q_0}$$

194. - qaysi fizik kattalikni ifodalaydi?

- A. Elektr maydon kuchlanganligi
- B. Amper kuchini
- D. Magnit maydon kuchlanganligi
- E. Arximed kuchini

195. Ostrogradskiy-Gauss teoremasini ifodalovchi formulani toping.

$$N = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

A.

$$E = \frac{F_0}{q_0}$$

B.

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

D.

$$N = \frac{P}{t}$$

E.

$$\Delta F_{12} = k \frac{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2 \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\Gamma_{12}^2}$$

196. formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Amper qonuni
- B. Kulon qonuni
- D. Om qonuni
- E. Nyuton qonuni

197. "Berk kontur chegaralagan yuza orqali o'tuvchi magnit oqimi o'zgargan barcha hollarda berk konturda tok induksiyalanadi" bu ta'rif qaysi fizik olim tomonidan tajribalar asosida isbotlangan qonunni mazmunini yoritadi?

- A. Faradey
- B. Kulon
- D. Lorens
- E. Gelmgels

198. Tokni qo'shni konturda o'zgarishida konturda tok uyG' otilishi deyiladi.

- A. O'zaroinduksiya
- B. O'zinduksiya

D. Mikro

E. Makro

199. Toki o'zgarayotgan kontur faqat boshqa konturda tokni induksiya qolmasdan balki o'z o'zida ham tokni induksiya qiladi. Bu hodisa deb ataladi.

A. O'zinduksiya

B. O'zaroinduksiya

D. Elektromagnit induksiya

E. Elektr yurituvchi kuch

200. Agar bir jinsli magnit maydonda o'tkazuvchan kontur tekis aylansa, unda sinus qonuni bo'yicha o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuch vujudga keladi. Bu elektr yurituvchi kuch konturda qanday tok hosil qiladi?

A. Sinusoidal o'zgaruvchan tok

B. Aylanma tok

D. Doimiy tok

E. Sinusoidal o'zgarmas tok

4.9. YaB uchun test savollari (500 ta)

1. Tovush intensivligi nimani harakterlaydi?

A. Tovushning energetik tavsifini

B. Tovushiy zarbini

D. Tovushning xarakterini

E. Tovush bosimini

2. Qanday fizik hodisa tufayli tuproq havosi kislorod bilan yer sirti yaqinidagi havo karbonat angidrid bilan boyitib turiladi?

A. Tuproq aerasiya

B. Fotoeffektning qizil chegarasi

D. Difraksiya hodisasi

E. Konveksiya

3. Metal sirtiga tushgan yoruG'lik metal tarkibidan elektronlarni urib chiqaradi, bu hodisa ... deb ataladi.

A. Fotoelektrik effekt

B. YoruG'likning sinishi

D. YoruG'likning to'la ichki qaytishi

E. Metallning parchalanishi

4. Bernulli tenglamasi asosida ishlaydigan asbobni ko'rsating.

A. O'simliklarga dori purkagich

B. Suv chiqarish nasosi

D. Barometr

E. Bunday asbob mavjud emas

5. Birinchi tur o'tkazgichlarni ko'rsating.

A. Barcha metallar

B. Barcha nometallar

D. Oksidlar, ishqor va kislotalar

E. Bunday tur o'tkazgichlar mavjud emas

6. Yadroni tashkil etuvchi nuklonlarni ajratib yuborish uchun zarur bo'lgan energiya nima deb ataladi?
- A. Yadroni bo'g'lanish energiyasi
 - B. Kvant energiyasi
 - D. Kinetik energiya
 - E. Yadroning potentsial energiyasi
7. Elektron bir statsionar orbitadan boshqasiga o'tishda qanday fizik hodisa sodir bo'ladi?
- A. Aniq kvant energiya chiqarish (yoki yutish) sodir bo'ladi
 - B. Hech qanday energiya o'zgarishi kuzatilmaydi
 - D. Modda diffuziylanadi
 - E. Moddaning qizishi kuzatiladi
8. Molekulalar xaotik harakati tufayli massa, energiya, impuls o'zati-lishiga olib keluvchi hodisa fizikada qanday nomlanadi?
- A. Ko'chish
 - B. Yadroning parchalanishi
 - D. Parnik effect
 - E. Effuziya
9. O'tkazgich temperaturasi oshishi bilan qarshiligi qanday o'zgaradi?
- A. Ortadi
 - B. O'zgarmaydi
 - D. Kamayadi
 - E. Avval ko'payib keyin kamayadi
10. Bir atomda harakat holati bir-biriga o'xshash ikkita yoki bir nechta elektronlarning bo'lishi mumkin emas? Bu prinsip qaysi fizik olim nomi bilan bo'g'liq
- A. Pauli prinsipi
 - B. Arximed
 - D. Faradey
 - E. Guk
11. Tokni boshqa (qo'shni) konturda o'zgarishida konturda tok uyG'otilishi nima deb ataladi?
- A. O'zaro induksiya hodisasi
 - B. Aerasiya
 - D. Fotoeffekt hodisasi
 - E. Osmotik bosim
12. O'ziga tushuvchi nurni har qanday haroratda butunlay yutadigan jism qanday nomlanadi?
- A. Absolyut qora jism
 - B. Absolyut qattiq jism
 - D. Amorf jism
 - E. Absolyut oq jism
13. Magnit maydoni berk konturda induksiyalaydigan tok qanday nomlanadi?
- A. Induksion tok
 - B. Aylanma tok
 - D. O'zgarmas tok
 - E. O'zgaruvchan tok
14. Ikki kogerent to'lqin qo'shilishida yoruG'likning fazoviy tarqalish, ya'ni intensivlikning maksimum va minimumlari hosil bo'lishi qanday fizik hodisa deb ataladi?

- A. YoruG'lik interferensiyasi
- B. YoruG'likning to'la ichki qaytishi
- D. YoruG'likning ikkilanib sinishi
- E. YoruG'lik difraksiyasi

15. Elektronlar atomda ixtiyoriy orbitallarda emas, balki aniq radiusli orbitallar bo'yicha harakatlanadi.

- A. Bor postulati
- B. Eynshteynning maxsus va umumiylik nisbiylik nazariyasi
- D. Rezerford tajribasi
- E. Plank gipotezasi

16. Doimiy magnitlarning magnit xossalriga qanday toklar sabab bo'ladi?

- A. Aylanma toklar
- B. Induksion toklar
- D. O'zgaras toklar
- E. O'zgaruvchan toklar

17. Transformator bu - ...

- A. O'zgaruvchan tokni kuchaytiruvchi va pasaytiruvchi qurilma
- B. O'zgaruvchan tokni o'zgaras tokka aylantiruvchi qurilma
- D. Zaryad yiG'uvchi qurilma
- E. Elektr energiya ishlab chiquvchi qurilma

18. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?

- A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi yiG'indisi
- B. moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
- D. Molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
- E. Moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi

19. Adiabatik jarayon ta'rifini toping.

- A. Tizim va atrof muhitda issiqlik almashinisiz bo'ladigan jarayon
- B. Temperatura o'zgaras bo'lganda hajm va bosimga boG'liq jarayon
- D. Muvozanat holatiga o'tish jarayoni
- E. Butun tizimning muvozanat holatda qolish jarayoni

20. Aylama harakatdan farqli ravishda tebranma jarayonlarda ishlatiladigan kattalikka ... deyiladi.

- A. Doiraviy chastota yoki siklik shastota
- B. Tebranish davri
- D. Burchak tezlik
- E. Burchak tezlanish

21. Ko'chish hodisalariga nimalar kiradi?

- A. Diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, impuls
- B. Diffuziya, ichki energiya, zichlik
- D. Aerasiya, temperatura, massa
- E. Energiya, zichlik, oG'irlik

22. Termodinamika nimani o'rganadi?

- A. Turli jarayonlarda molekulalarning issiqlik harakati tufayli energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi
- B. Miqdoriy qonun-larini o'rganadi

- D. Tizimning issiqlik miqdorining o'zgarishini
- E. Tizimni harakterlovchi termodinamik kattaliklarini muvozanat holatini tizimning tashqi ta'siriga moslashuvi

23. Vaqt o'tishi bilan amplitudasi kamaya boradigan tebranishlarga ... deyiladi.

- A. So'nuvchi tebranishlar
- B. Xususi tebranishlar
- D. Avtotebranishlar
- E. So'nmaydigan tebranishlar

24. Yarim o'tkazgichlarda zaryad tashuvchilar zarrachalar qanday?

- A. Erkin elektronlar va kovaklar
- B. Ionlar
- D. Protonlar
- E. Erkin elektronlar

25. O'zgarmas tok ta'rifini ko'rsating.

- A. Vaqt o'tishi bilan tok kuchi va yo'nalishi o'zgarmaydigan
- B. Vaqt o'tishi bilan energiyasi o'zgarmaydigan tok
- D. Vaqt o'tishi bilan qarshiligi o'zgarmasa
- E. Vaqt o'tishi bilan chastotasi o'zgarmaydigan tok

26. Yadro modellarini ko'rsating.

- A. Barcha javoblar to'g'ri
- B. Hidrodinamik yoki tomchi
- D. Qobiq
- E. Optik

27. O'simlik barglarining ko'rinuvchi yoruG'lik nurlarini yutishiga sabab nima?

- A. O'simlikdagi pigment-xlorofil
- B. O'simlik temperaturasi
- D. O'simlik kopillyarlari
- E. Kutikule moddasi

28. YoruG'lik difraksiyasi hodisasi ta'rifini toping.

- A. YoruG'likning to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalishidan chetlanishi
- B. YoruG'likning to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalishi
- D. YoruG'likning prizmadan o'tganda sinishi
- E. YoruG'likning to'la yutilishi

29. Fotolyuminessensiyasi qanday nurlanish uyG'otadi?

- A. Ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanish
- B. Rentgen nuri
- D. Radioaktiv nurlanish
- E. Lazer nurlanish

30. Magnit maydonini zaiflashtiradigan moddalar deb qanday moddaga aytiladi?

- A. Diamagnit moddalar
- B. Suyuq modda
- D. Kislotalar
- E. Qattiq modda

31. Irinshou teoremasi qanday ta'riflanadi?

- A. Atom statistik tizim sifatida turG'un emas
 - B. Atom bo'linmas zarracha
 - D. Atomni tashkil etgan zarrachalar harakatsizdir
 - E. Bir atomda bir-biriga o'xshash elektron va protonlar yo'q
32. Elektr tebranishi hamma vaqt birgina va faqat birgina tekistlikda bo'ladigan yoruG'lik nuri nima deb ataladi?
- A. Qutblangan nur
 - B. Rentgan nuri
 - D. Lazer nuri
 - E. Qutblanmagan nur
33. Agarda yoruG'lik optik zichroq muhitdan optik zichligi kamroq muhitga o'tsa qanday hodisa ro'y beradi?
- A. To'la ichga qaytadi
 - B. Difraksiyalanadi
 - D. Interferensiyalanadi
 - E. Qutblanadi
34. Vaqt o'tishi bilan jismning fazodagi vaziyatining boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishiga ... deyiladi.
- A. Mexanik harakat
 - B. Kinematika
 - D. Moddiy nuqta
 - E. Trayektoriya
35. Elementar elektr zaryadi nima?
- A. Barcha elementlarning zarralari zaryadi kattalik jihatidan bir xil bo'lib, elektron zarraga teng
 - B. Barcha element zarralarining zaryadi kattalik jihatidan bir xil emas
 - D. Barcha element zarralarining zaryadi kattalik jihatidan nolga teng
 - E. Barcha element zarralarining zaryadi musbatdir
36. Moddaning issiqroq qismidan sovuqroq qismiga, massasi ko'chmasdan molekullarning tartibsiz harakati bilan issiqlikning ko'chish hodisasi fizikada qanday nomlanadi?
- A. Issiqlik o'tkazuvchanlik
 - B. Issiqlikning ko'chishi
 - D. Issiqlik miqdori
 - E. Diffuziya
37. YoruG'likning toza moddalarda sochilishiga sabab nima?
- A. Optik bir jinslimaslik
 - B. Diffuziya
 - D. YoruG'lik difraksiyasi
 - E. Temperatura
38. Parnik effekti qanday fizik hodisaga asoslangan?
- A. YoruG'likni tanlab yutishga
 - B. YoruG'likni to'la qaytarishga
 - D. YoruG'lik qutblanishiga
 - E. YoruG'lik difraksiyasiga
39. Nur chiqarish qanday jismlarga xos?

- A. Temperaturasi absolyut noldan farq qiluvchi barcha jismga xos
- B. Absolyut qattiq jismlarga xos
- D. Gazlarga xos
- E. Absolyut qora jismlarga xos

40. Lyuminissensiya yuz beradigan moddalar qanday nomlanadi?

- A. Lyuminafor modda
- B. Absolyut qora jism
- D. Radioaktivlik
- E. Har qanday modda

41. Yadro massasi, yadroni tashkil etuvchi nuklonlar massasi yig'indisidan qancha kattalikka kam bo'lishi kerakligini ko'rsatadigan fizik kattalik nima?

- A. Yadroning massa defekti
- B. Yadro energiyasi
- D. Yadro o'lchami
- E. Yadro zichligi

42. Qizigan tuproq qanday nurlanishda bo'ladi?

- A. Infraqizil
- B. Oq yorug'lik
- D. Yashil
- E. Radioaktiv

43. Yorug'likni zaif yutadigan moddalar qanday nomlanadi?

- A. Shaffof modda
- B. Qattiq modda
- D. Suyuq modda
- E. Absolyut qora jism

44. Yorug'lik oqimining (SI tizimida) o'lchov birligi nima?

- A. Lyumen
- B. Nit
- D. Sham
- E. Kandella

45. Magnit maydonini juda ham kuchaytiruvchi moddalar nima deb ataladi?

- A. Ferromagnit modda
- B. Diamagnit modda
- D. Paramagnit modda
- E. Ishqor

46. Tok o'tishida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.

- A. Ikkinchi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar
- B. Birinchi tur o'tkazgich yoki elektronli o'tish
- D. Elektrolitik o'tkazuvchanlik
- E. Barchasi to'g'ri

47. Elektr tok ta'rifini aniqlang.

- A. Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati
- B. O'tkazgichdagi atomlarning tartibli harakati
- D. Zaryadli zarrachalarning tartibsiz harakati
- E. O'tkazgichdagi neytron, protonlar harakati

48. Ikki tutashgan gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda zarrachalarning betartib harakati tufayli ichkariga kirish va aralashish jarayoniga ... deyiladi.

- A. Diffuziya hodisasi
- B. Brown harakati
- D. Fik qonuni
- E. Fur'e qonuni

49. Moddiy nuqtaning impulsi (harakat miqdori) qanday aniqlanadi?

- A. Uning massasi va tezligining ko'paytmasi shaklida
- B. Uning massasi va tezligi kvadrati ko'paytmasi yarmi shaklida
- D. Uning massasi va tezlanishining ko'paytmasi shaklida
- E. Uning massasi orqali

50. Solishtirma zichlik ... suvning zichligiga nisbati bilan aniqlanadi.

- A. Zichlikning 4 C temperaturadagi
- B. Zichlikning 40 C temperaturadagi
- D. Massaning 4 C temperaturadagi
- E. Modda miqdorining 40 C temperaturadagi

51. Gidravlik ko'tarish moslamasi qaysi qonunga asoslanib ishlaydi?

- A. Paskal
- B. Arximed
- D. Nyuton
- E. Kulon

52. Suyuqlik qatlamlarining bir biriga nisbatan harakati ... deyiladi.

- A. Ishqalanish
- B. Tortishish
- D. Qarama qarshi harakat
- E. Sirt tarangligi

53. Harorat bu ...

- A. Sistemaning boshqa bir sistemalar bilan o'zaro issiqlik muvozanatida bo'lishini aniqlovchi sistema xususiyati
- B. Harakat jadalligini tavsiflovchi kattalik
- D. Issiqlik uzatish jarayoni
- E. To'g'ri ta'rif berilmagan

54. Yoruqlik to'lqinlarining kichik tirqish yoki to'siqqa tushganda uning geometrik soya tomoniga tarqalish hodisasiga ... deyiladi.

- A. Yoruqlik difraksiyasi
- B. Yoruqlik dispersiyasi
- D. Yoruqlik interferensiyasi
- E. Yoruqlikning to'la ichli qytishi

55. Tashqi fotoeffekt ... kuzatiladi, undagi erkin elektronlar fotonni yutib metall sirtiga uchib chiqadi.

- A. Metallarda
- B. Gazlarda
- D. Suyuqliklarda
- E. Plazmada

56. Jismning ... materiyaning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib, uning inersial va gravitatsiyaviy xususiyatlarini belgilaydi.

- A. Massasi

- B.OG'irligi
- D. Harakati
- E. Impuls

57. Zaryadlarning sirt bo'yicha qayta taqsimlanishi, ya'ni manfiy va musbat qutblar hosil bo'lishi ... deyiladi

- A. Elektrostatik induksiya
- B.Elektromagnit induksiya
- D. O'tkazuvchanlik
- E. Magnitlanish

58. Suyuqlik zarrachalari (oqim chiziqlari) bir-biriga parallel bo'lgan oqimga qanday oqim deb ataladi?

- A. Laminar oqim
- B.Turbulent oqim
- D. Tez oqim
- E. Aralash oqim

59. Yopishqoqligi mutlaqo bo'lmagan suyuqlikka qanday suyuqlik deb ataladi?

- A. Ideal
- B.Real
- D. Quyuq suyuqlik
- E. Suyuq suyuqlik

60. Rentgen nurlari deb ... aytiladi.

- A. to'liq uzunligi 80nm dan 10^{-6} nm gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlarga
- B.majburiy nurlantirish yo'li bilan yoruG'likni kuchaytirishga
- D. moddalarning berilgan haroratda issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli shulalanishiga
- E. YoruG'likning biror muhitga tushganda energiyaning bir qismi issiqlik va boshqa energiyalarga aylanishiga

61. Quyidagi ta'riflarning qaysi biri termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydi?

- A. issiqlik energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan o'tmaydi
- B.ikkinchi tur abadiy dvigatel yasash mumkin
- D. energiya bir jismdan ikkinchi jismga o'tmaydi
- E. sovuq jismdan issiq jismga energiya o'tadi

62. Diffuziya hodisasida qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. massa
- B.energiya
- D. issiqlik miqdori
- E. zichlik

63. Issiqlik o'tkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. energiya
- B.massa
- D. impuls
- E. issiqlik miqdori

64. Deformatsiyaning qanday turlari bor?

- A. elastik va plastik
- B.chuzilish
- D. elastik
- E. siqilish

65. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
A. tashqi ta'sir tufayli jism shakli va o'lchami o'zgarishi
B. isitish tufayli jismning kengayishi
D. yorug'lik ta'sirida jismlarning isishi
E. jismning o'z - o'zidan isishiga
66. Mexanik kuchlanishning o'lchov birligini ko'rsating.
A. Pa
B. Volt
D. Pa s
E. Nyuton
67. Entropiya nima?
A. Tizimning tartibsizlik darajasi
B. Tizimning holati
D. Keltirilgan issiqlik miqdori
E. Holat funksiyasi
68. Atom yadrosining tarkibiy qismi nimalardan iborat?
A. neytron va protonlar
B. elektronlar
D. elektron va protonlar
E. elektron, proton va neytronlar
69. Massa defekti nima?
A. nuklonlarning birgalikda va alohida massalari farqi
B. nuklonlar alohida massasi
D. atom va yadroning birgalikdagi massasi
E. nuklonlar massalari yig'indisi
70. Kandella nimaning o'lchov birligi?
A. yorug'lik kuchi
B. ravshanlik
D. yoritilganlik
E. yorug'lik oqimi
71. Radiativ nurlar qaysi organga eng avval ta'sir qiladi?
A. yosh organizmlarga va xujayraga
B. hamma organizmga birday
D. yurakka
E. miyaga
72. Metallarda zaryad tashuvchilar nima?
A. erkin elektronlar
B. ionlar
D. protonlar
E. molekulalar
73. Yorug'lik difraksiyasi hodisasi ta'rifini toping?
A. yorug'likning to'g'ri chiziqlimas tarqalishi
B. yorug'likning yutilish
D. yorug'likning prizmadan o'tganda sinishi

E. yoruG‘likning to‘la yutilishi

74. Fotolyuminessensiyasi qanday nurlanish uyG‘otadi?

A. ko‘rinadigan va ultrabinafsha nurlanish

B.rentgen nuri

D. radioaktiv nurlanish

E. lazer nurlanish

75. Magnit maydonini zaiflashtiradigan moddalar qanday moddalar deb aytiladi?

A. diamagnit moddalar

B.suyuq modda

D. kislotalar

E. qattiq modda

76. Gazsimon, suyuq yoki qattiq muhitda to‘lqin shaklida tarqaladigan elastik muhit zarralarining tebranma harakati nima deb ataladi?

A. tovush

B.interfereksiya

D. yoruG‘lik

E. elektr toki

77. Elementar elektr zaryadi nima?

A. barcha elementlarning zarralari zaryadi kattalik jihatidan bir xil bo‘lib, elektron zarraga teng

B.barcha element zarralarining zaryadi kattalik jihatidan bir xil emas

D. barcha element zarralarining zaryadi kattalik jihatidan nolga teng

E. barcha element zarralarining zaryadi musbatdir

78. Kulon qanday fizik kattalikning o‘lchov birligi?

A. zaryad miqdorini

B.massani

D. zichlikni

E. yoruG‘lik kuchini

79. Volt nimani o‘lchov birligi?

A. kuchlanishni

B.tezlikni

D. tezlanishni

E. yopishqoqlik koeffitsiyentini

80. Nur chiqarish qanday jismlarga xos?

A. temperaturasi absolyut noldan farq qiluvchi barcha jismga xos

B.qattiq jismlarga xos

D. gazlarga xos

E. absolyut qora jismlarga xos

81. Dori purkagich qanday tenglamaga asoslanib ishlaydi?

A. Bernulli tenglamasi

B.Fik qonuni

D. Uzluksizlik tenglamasi

E. Kvadrat tenglamasi

82. Turbulent oqim nima?

A. uyurmali oqim

- B.laminar oqim
- D. qatlamli oqim
- E. parallel oqim

83. YoruG'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.

- A. Tushgan nur, qaytgan nur va shu tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi va tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi
- B. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ular bir tekislikda yotmaydi
- D. Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi va ular bir tekislikda yotmaydi
- E. Qaytgan nur yo'nalishi tushgan nur yo'nalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi

84. Absolyut sindirish ko'rsatkichining to'G'ri tarifini bering?

- A. YoruG'likning vakuumdagi tarqalish tezligi muhitdagi tezligidan qanchaga katta ekanligini ko'rsatadi
- B. YoruG'likning muhitdagi tarqalish tezligini ko'rsatadi
- D. YoruG'likning tezligiga umuman bo'G'liq emas
- E. YoruG'likning to'lqin uzunligi va intensivligini bo'G'laydi

85. Ko'ndalang to'lqinlar ta'rifini ko'rsating.

- A. Tebranish yo'nalishi tarqalish yo'nalishi bilan o'zaro perpendikulyar bo'lsa
- B. Tarqalish yo'nalishi tebranish yo'nalishi bilan ustma-ust tushsa
- D. Tarqalish va tebranish yo'nalishlari bir xil yo'nalsa
- E. Tebranish yo'nalishi o'zgaras bo'lgan to'lqinlar

86. Bo'ylama to'lqin tarifini ko'rsating.

- A. Tebranish yonalishi tarqalish yo'alishi bilan bir xil bolgan to'lqinlar
- B. O'zgaras chastotaga ega bo'lgan to'lqinlar
- D. O'zgaras to'lqin uzunlikka ega bo'lgan to'lqinlar
- E. O'zaro parallel yo'nalishdagi to'lqinlar

87. Elektromagnit to'lqinlar muhitda qanday v tezlik bilan tarqaladi?

- A. $v=c/n$ tezlik bilan
- B. $v=n/c$ tezlik bilan
- D. YoruG'lik nurining vakumdagi tezligidan katta tezlikda tarqaladi
- E. Vakumdagi tezligiga teng tezlikda tarqaladi

88. Kogerent to'lqinlar qanday to'lqinlar?

- A. Fazalar farqi doimiy va chastotasi o'zgaras bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- B. To'lqin uzunligi o'zgaras bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- D. Chastotasi o'zgaras bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- E. Doimiy fazaga ega bo'lmagan to'lqinlarga aytiladi

89. To'lqinlar interferensiyasi deb nimaga aytiladi?

- A. Kogerent bo'lgan to'lqinlar qo'shilganda bir - birini kuchaytirishi yoki susaytirishiga aytiladi
- B. Kogerent bo'lmagan to'lqinlar qo'shilishiga aytiladi
- D. Kogerent to'lqinlar qo'shilganda bir - birini o'chirishiga aytiladi
- E. Kogerent to'lqinlar qo'shilganda bir - birini kuchaytirishiga aytiladi

90. Dispersiya hodisasi deb nimaga aytiladi?

- A. YoruG'lik nuri prizmadan o'tganda prizmaning orqa tomonida kamalak rangga bo'yalgan yoruG' nurlar hosil bo'lishiga aytiladi
- B. YoruG'lik nurining qutblanishi

- D. YoruG'lik nurining kuchayishi
- E. YoruG'lik nurining ikkilanib sinishi

91. Spektr necha xil bo'ladi?

- A. 3 xil
- B. 5 xil
- D. 4 xil
- E. 6 xil

92. Geometrik optikaning asosiy qonunlari nechta?

- A. 4 ta
- B. 3 ta
- D. 5 ta
- E. 1 ta

93. Dispersiya necha turga bo'linadi?

- A. 2
- B. 4
- D. 6
- E. 7

94. YoruG'lik energiyasi elektr energiyasiga aylanturuvchi asbobga . . . deyiladi.

- A. Fotoelement
- B. Diod
- D. Transformator
- E. Bunaqa asbob yo'q

95. Yuza birligiga to'G'ri keluvchi yoruG'lik oqimiga ... deyiladi.

- A. Yoritilganlik
- B. YoruG'lik kuchi
- D. YoruG'lik oqimi
- E. Yorituvchanlik

96. YoruG'lik tezligi qayerda eng katta tezlik bilan tarqaladi?

- A. vakuumda
- B. suyuqliklarda
- D. qattiq metallarda
- E. barcha muhitda bir xil

97. bu yoruG'lik haqidagi fandır.

- A. optika
- B. termodinamika
- D. akustika
- E. atom fizikasi

98. Nyutonning 2-qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating.

- A. $F = ma$
- B. $F = -k\Delta l$
- D. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$
- E. $F_1 = F_2$

99. Guk qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating.

A. $F = -k\Delta l$

B. $F = ma$

D. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$

E. $F = \frac{mv^2}{R}$

100. Kinetik energiyani ifodalovchi formulani toping.

A. $E_k = \frac{mg^2}{2}$

B. $W_k = \frac{mV^2}{2}$

D. $Sv = \text{const}$

E. $E = mgh$

101. Foton energiyasi (kvant energiya) uchun qaysi ifoda o'rinli bo'ladi.

A. $E = h\nu$

B. $E = \frac{I\omega^2}{2}$

D. $E = mgh$

E. $h\nu = \frac{mv^2}{2} + A$

102. Faradeyning elektromagnit induksiya qonunini ko'rsating.

A. $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$

B. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \sin \omega t$

D. $\mathcal{E} = IR$

E. $m = kq$

103. $R = R_0(1 + \alpha t)$ – formula nimani ifodalaydi.

A. Qarshilikni temperaturaga bogliqligini

B. Tok zichligini

D. Energiyani

E. Kulon qonunini

104. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$ – formula nimani ifodalaydi?

A. Fik qonunini

B. Issiqlik o'tkazuvchanlik

D. Inersiya momenti

E. Fur'e qonunini

105. Yadroning o'lchami nimaga teng?

- A. $r = 10^{-13} \text{ cM}$
- B. $r = 10 \text{ cM}$
- D. $r = 10^{-1} \text{ cM}$
- E. $r = 10^{-2} \text{ cM}$

106. $F = k \frac{q_1 q_2}{R^2}$ - formula nimani ifodalaydi?

- A. Kulon qonuni
- B. Bernulli tenglamasi
- D. Fotoeffekt qonuni
- E. Zaryadning saqlanish qonuni

107. $\bar{\alpha} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ - formula nimani ifodalaydi?

- A. Burchak tezlanish
- B. Burchak tezlik
- D. Chiziqli tezlanish
- E. Chiziqli tezlik

108. $a_{tan} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = r \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ - formula nimani ifodalaydi?

- A. Tangensia tezlanish
- B. Markazga intilma tezlanish
- D. To'liq tezlanish
- E. O'rtacha tezlanish

109. $a_R = \frac{v^2}{r} = \frac{(r\omega)^2}{r} = \omega^2 r$ - formula nimani ifodalaydi?

- A. Markazga intilma tezlanish
- B. O'rtacha tezlanish
- D. Tangensial tezlanish
- E. To'liq tezlanish

110. $\Delta S = \frac{Q}{T}$, formula nimani ifodalaydi?

- A. Entropiya
- B. Yuza
- D. Masofa
- E. Yuzalar farqi

111. O'tkazgich yasalgan moddaning xarakteristikasiga bo'g'liq bo'lib, $\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}$ ga teng. Bu qanday fizik kattalik

- A. Solishtirma qarshilik
- B. Qarshilik
- D. Zichlik
- E. Bosim

112. $X = \sin \omega t$ - bu tenglama nimani ifodalaydi?

- A. Gormonik tebranishni

- B. Majburiy tebranishni
- D. So'navchi tebranishni
- E. Tekis harakatni

113. Termodinamikaning birinchi qonuni qaysi biri?

- A. $Q = \Delta U + A$
- B. $Q = Q_1 + Q_2$
- D. $\Delta U = \frac{i}{2} RT$
- E. $F = ma$

114. Issiqlik o'tkazuvchanlik yoki Fur'e tenglamasini ko'rsating?

- A. $\Delta Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$
- B. $Q = \Delta U + A$
- D. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$
- E. $F = \eta \frac{du}{dx} \Delta s$

115. Yopishqilik ko'effitsienti SI sistemasida qanday birlikda o'lchanadi?

- A. Pa s
- B. Puaz
- D. $\frac{kg}{m \cdot s}$
- E. $\frac{erg}{m \cdot s}$

116. Ul'tratovush chastotasi qancha?

- A. 20 kGs - 10^6 Gs
- B. 0 - 20 Gs
- D. 20 Gs - 20 kGs
- E. 10^6 Gs - 10^{13} Gs

117. Qaysi ifoda yoritilganlik qonunini ko'rsatadi?

- A. $E = \frac{S \cos \alpha}{R^2}$
- B. $R = \frac{\Phi}{S}$
- D. $I = \frac{\Phi}{W}$
- E. $\Phi = \frac{W}{t}$

118. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini ko'rsating?

- A. $h\nu = A + mv^2/2$
- B. $E = h\nu$

D. $h\nu = A$

E. $E = mc^2$

119. Lorens kuchi ifodasini ko'rsating?

A. $F = Bq\ell \sin \alpha$

B. $F = BI\ell \sin \alpha$

D. $F = ma$

E. $F = k \frac{k_1 \cdot k_2}{R^2}$

120. $\Delta Q = -X \frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$ - formula qaysi qonunni ifodalaydi?

A. Fur'e qonunini

B. Kulon qonuni

D. Nyuton qonuni

E. Guk qonuni

121. Puasson formulasini toping.

A. $TV^{\gamma-1} = const$

B. $F = ma$

D. $A = F \cdot S$

E. $A = p \cdot \Delta V$

122. Om qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating?

A. $I = \frac{U}{R}$

B. $F = ma$

D. $Q = mc(t_2 - t_1)$

E. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

123. O'tkazgich qarshiligini ifodalovchi formulani toping?

A. $I = \frac{U}{R}$

B. $A = F \cdot S$

D. $E = mgh$

E. $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$

124. $dF = M_o I_o dl_o dH \sin \alpha$ - formula qaysi qonunni ifodalaydi?

A. Amper qonuni

B. Om qonunini

D. Joule - lenz qonuni

E. Nyuton qonuni

125. Bir elektron (orbita) qatlamda bo'ladigan elektronlarning eng ko'p miqdori qaysi formula bilan aniqlanadi?

- A. $m = 2n^2$
 B. $M = 2n^2 + 1$
 D. $E = \frac{mv^2}{2}$
 E. $I = \frac{U}{R}$

126. Yorug'likning sinish qonunini ifodalovchi formulani toping?

- A. $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{1,2}$
 B. $\alpha = \beta$
 D. $I = \frac{q}{t}$
 E. $F = -k\Delta x$

127. Yorug'likning qaytish qonunini ifodalovchi formulani toping?

- A. $\alpha = \beta$
 B. $W_n = mgh$
 D. $V = \frac{S}{t}$
 E. $\lambda = \frac{B}{T}$

128. $E_i = \frac{d\Phi}{dt}$ formula qanday fizik kattalikni ifodalaydi?
 A. induksiya elektr yurituvchi kuchni
 B. ishqalanish koeffitsiyentini.
 D. arximed kuchini
 E. elektr tokini

129. Sirtlarni yoritilganligini ifodalovchi formulani toping?

- A. $E = \frac{\Phi}{S}$
 B. $I = \frac{\Phi}{\Omega}$
 D. $D = \frac{I}{S}$
 E. $F = I \cdot \Omega$

130. $P = \frac{m}{v}$ - nimani ifodalovchi formula?
 A. zichlikni
 B. energiyani
 D. kuchni
 E. tezlikni

131. Termodinamik tizimning holat tenglamasini ko'rsating?

A. $f(T, V, P) = 0$

B. $F = ma$

D. $g = \frac{S}{t}$

E. $A = F \cdot S$

132. Uzlaksizlik tenglamasini ko'rsating?

A. $SG = \text{const}$

B. $P + \frac{SG^2}{2} + sgh = \text{const}$

D. $\eta = SD$

E. $A = mgh$

133. Nyutonning 3-qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating?

A. $F_1 = -F_2$

B. $F = ma$

D. $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$

E. $F = \frac{q}{t}$

134. Buger - Ber qonuni qaysi formulada to'G'ri ifodalangan?

A. $I = I_0 * e^{-Acd}$

B. $I_0 = I * e^{-Acd}$

D. $A = A_0 * Acd$

E. $A_0 = A * Acd$

135. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatgichi formulasini ko'rsating.:

A. $n = \frac{c}{v}$

B. $n = \frac{v}{c}$

D. $\frac{\sin \alpha}{\sin x} = \frac{n_2}{n_1}$

E. To'G'ri javob yo'q

136. YOruG'lik oqimi formulasi qaysi holda to'G'ri ko'rsatilgan.:

A. $\Phi = \frac{dw}{t}$

B. $P = nkT$

D. $E = mgh$

E. $\Phi = \frac{L}{S}$

137. YO'ruG'lik kuchi formulasi qaysi holda to'G'ri ifodalangan.:

A. $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$

B. $I = \frac{q}{t}$

D. $I = \frac{U}{R}$

E. $E = \frac{mv^2}{2}$

138. YOritilganlik formulasi qaysi holda to'G'ri ifodalangan.

A. $E = \frac{d\Phi}{d\sigma}$

B. $E = \frac{F}{l}$

D. $I = \frac{\Phi}{4\pi}$

E. $\Phi = \frac{dw}{t}$

139. Rentgen nurlari dastlab qanday nomlangan ?

A. x -nurlar

B. α -nurlar

D. β -nurlar

E. μ -nurlar

140. Difraksion panjara formulasini ko'rsating.:

A. $d \sin \varphi = k\lambda$

B. $n = \frac{\sin 2}{\sin r}$

D. $n = \frac{v_1}{v_2}$

E. $I = \frac{\Phi}{\Omega}$

141. Plank doimiysining son qiymatini ko'rsating.:

A. $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J

B. $q = 1,6 \cdot 10^{24}$ K

D. $R=8,31$ J/mol $\cdot$ K

E. $K=1,38$ J/K

142. Stefon-Bolsman doimiysining qiymati va birligini ko'rsating.:

- A. $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{B^0}{i^2 K^4}$
- B. $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{6m}{mk^4}$
- D. $5,67 \cdot 10^{-9} \frac{6m}{M^2 k^4}$
- E. $5,67 \cdot 10^{-5} \frac{6m}{M^2 k^4}$

143. Moddiy nuqta o'tgan yo'lining shu yo'lni o'tilgandagi vaqt oraliG'iga nisbati harakatning deyiladi. Nuqtalar o'rniga to'G'ri javobni tanlang

- A. o'rtacha tezligi
- B. o'rtacha tezlanishi
- D. burchak tezligi
- E. oniy tezlik

144. Tezlik o'zgarishining shu o'zgarish bo'lgan vaqt oraliG'iga nisbati deyiladi. Nuqtalar o'rniga to'G'ri javobni tanlang.

- A. o'rtacha tezlanish
- B. o'rtacha tezlik
- D. notekis harakat
- E. tagensial tezlanish

145. Burchak tezlik o'zgarishini (DIII) shu o'zgarish ro'y bergan vaqt oraliG'iga nisbati deyiladi. To'G'ri javobni tanlang.

- A. o'rtacha burchak tezlanish
- B. o'rtacha tezlanish
- D. o'rtacha tezlik
- E. tezlik

146. Jismlar harakatini va bu harakatni keltirib chiqaruvchi sababga bo'G'liq holda o'rganadigan fizikaning bo'limi deyiladi. Nuqtalar o'rnini to'ldiring.

- A. dinamika
- B. kinematika
- D. statika
- E. termodinamika

147. Massa jismning qanday o'lchovi deyish mumkin?

- A. Inersiya
- B. OG'irlik
- D. Kuch
- E. Tezlanish

148. Jismning F kuch ta'sirida olgan a tezlanish ham kuch singari yo'nalgan bo'lib, kattalik jihatdan kuchga proporsional va jismning m massasiga teskari proporsionaldir. Bu ta'rif N'yutonning qaysi qonunini mazmunini ifodalaydi?

- A. N'yutonning II qonuni
- B. N'yutonning I qonuni
- D. N'yutonning III qonuni
- E. N'yutonning IV qonuni

149. O‘zaro ta’sir qiluvchi ikki jism bir-biriga kattalik jihatidan teng va yo‘nalishi jihatidan qarama-qarshi bo‘lgan kuchlar bilan ta’sir qiladi. Bu ta’rif qaysi fizik qonunning mazmunini ifodalaydi?
- A. N'yutonning III qonuni
 - B. Guk qonuni
 - D. N'yutonning II qonuni
 - E. Butun olam tortishish qonuni
150. Jism o‘tgan yo‘lni kuchga hamda yo‘l va kuch yo‘nalishi orasidagi burchak kosinusining ko‘paytmasi bilan qanday fizik kattalikni mazmunini ifodalaydi?
- A. Ish
 - B. Kuch
 - D. Quvvat
 - E. Energiya
151. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?
- A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o‘zaro ta’sir potensial energiyasi yig‘indisi
 - B. Moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
 - D. Molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
 - E. Moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi
152. YoruG‘lik oqimining (SI da) o‘lchov birligi qanday?
- A. Lyumen
 - B. Nit
 - D. Sham
 - E. Kandella
153. Moddiy nuqtaning impulsi (harakat miqdori) qanday aniqlanadi?
- A. Uning massasi va tezligining ko‘paytmasi shaklida
 - B. Uning massasi va tezligi kvadrati ko‘paytmasi yarmi shaklida
 - D. Uning massasi va tezlanishining ko‘paytmasi shaklida
 - E. Uning massasi orqali
154. Bosimni o‘lchaydigan asboblarni ko‘rsating
- A. Barometr, monometr
 - B. Psixrometr, barometr
 - D. Ampermetr, monometr
 - E. Voltmetr, vattmetr
155. Zaryadlarning sirt bo‘yicha qayta taqsimlanishi, ya’ni manfiy va musbat qutblar hosil bo‘lishi ... deyiladi
- A. Elektrostatik induksiya
 - B. Elektromagnit induksiya
 - D. O‘tkazuvchanlik
 - E. Magnitlanish
156. Beqaror kimyoviy elementlarning o‘zo‘zidan zaryadlangan zarrachalar yoki yadrolar chiqarib boshqa tur kimyoviy elementga aylanish xususiyati ... deyiladi.
- A. Radioaktivlik
 - B. Radioaktiv moddalarning aktivligi
 - D. Yarim yemirilish vaqti
 - E. Nurlanish dozasi

157. Atom yadrosining tarkibiy qismi nimalardan iborat?

- A. neytron va protonlar
- B. elektronlar
- D. elektron va protonlar
- E. elektron, proton va neytronlar

158. $E_k = \frac{m \cdot g^2}{2}$ formula qanday energiyani ifodalaydi?

- A. Kinetik energiyani
- B. Potensial energiyani
- D. Ichki energiyani
- E. Issiqlik energiyasini

159. $\varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt}$ formula qanday fizik kattalikni ifodalaydi?

- A. induksiya elektr yurituvchi kuchni
- B. ishqalanish koeffitsiyentini
- D. arximed kuchini
- E. elektr tokini

160. N'yutonning 3-qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating?

- A. $F_1 = -F_2$
- B. $F = \frac{q}{t}$
- D. $F = ma$
- E. $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$

161. Butun olam tortishish qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating

- A. $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$
- B. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
- D. $F = ma$
- E. $F = ma$

162. Sirt taranglik koeffitsiyenti formulasini toping.

- A. $\sigma = \frac{F}{l}$
- B. $\sigma = \frac{F}{t}$
- D. $\sigma = \frac{Ft}{l}$
- E. $\sigma = -\frac{F}{l}$

$$\rho = \frac{R \cdot S}{\ell}$$

163. O'tkazgich yasalgan moddaning xarakteristikasiga bo'lgan liq bo'lib, ga teng.

- A. Solishtirma qarshilik
- B. Qarshilik
- D. Zichlik
- E. Bosim

164. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasiga va kattaligiga qarab barcha magnetiklar ... bo'linadi.

- A. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
- B. Giromagnit, Bor magnetoni,
- D. Domen, magnitostriksiya
- E. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar

165. Tok o'tishida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.

- A. Ikkinchi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar
- B. Birinchi tur o'tkazgich yoki elektronli o'tish
- D. Elektrolitik o'tkazuvchanlik
- E. Barchasi to'g'ri

166. Konturdagi xususiy magnit oqimining o'zgarishi natijasida induksion elektr maydonining hosil bo'lish hodisasiga ... deyiladi

- A. O'zinduksiya hodisasi
- B. O'zaroinduksiya hodisasi
- D. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni
- E. Lorens kuchi

167. Guk qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating

A. $F = -k\Delta l$

B. $F = ma$

D. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$

E. $F = \frac{mv^2}{R}$

168. $F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S$ formula nimani ifodalaydi.

- A. Ichki ishqalanish kuchi
- B. OG'irlik kuchi
- D. Arximed kuchi
- E. Ishqalanish kuchi

169. $F = -k\Delta l$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Guk qonuni
- B. N'yuton qonuni
- D. Yung moduli
- E. Amper qonuni

170. $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 + m_3\vartheta_3 + \dots + m_n\vartheta_n = const$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Harakat miqdorining saqlanish qonuni
- B. Harakat miqdorining o'zgarish qonuni
- D. Energiyaning saqlanish qonuni
- E. Butun olam tortishish qonuni

$$\Phi_E = \sum_{\substack{\text{enuk} \\ \text{cupm}}} E_{\perp} \cdot \Delta A = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

171. formula nimani ifodalaydi?.

- A. Ostrogradskiy - Gauss teoremasi
- B. Bir jinsli qism uchun Om qonuni
- D. Faradeyning elektroliz qonuni
- E. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni

172. Chiziqli tezlikni burchak tezlik bilan bo'g'lovchi munosabatni toping.

- A. $\vartheta = \omega R$
- B. $\beta = \vartheta R$
- D. $\alpha = \beta R$
- E. $\vartheta = \frac{S}{t}$

173. $\alpha = \beta R$ - formula qanday fizik kattaliklar orasidagi munosabatni bo'g'laydi?

- A. chiziqli tezlanish va burchak tezlanish orasidagi munosabatni
- B. chiziqli tezlik va burchak tezlik orasidagi munosabatni
- D. tangensial va normal tezlanish orasidagi munosabatni
- E. to'g'ri javob yo'q

174. Jismga ta'sir etayotgan o'zgarmas kuchning impulsi jism harakat miqdorining o'zgarishiga tengligini ifodalovchi munosabatni ko'rsating.

- A. $F \cdot t = m\vartheta - m\vartheta_0$
- B. $F \cdot t = ma - ma_0$
- D. $F = mg$
- E. $F = -k\Delta x$

175. Magnit maydonini juda kuchaytiruvchi moddalar deb qanday moddaga aytiladi?

- A. Ferromagnit moddalar
- B. Paramagnit moddalar
- D. Diamagnit moddalar
- E. Qattiq modda

176. Fik qonunini ifodalovchi formulani ko'rsating.

- A. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$
- B. $F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S$
- D. $\Delta Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta S \cdot \Delta t$
- E. $F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$

177. “Izolyatsiyalangan tizim to‘liq energiyasi kattaligi o‘zgarmaydi ($w=const$), bunda energiya yaratilmaydi ham yo‘q bo‘lmaydi ham, energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin” bu ta’rif qaysi fizik qonunni mazmunini ifodalaydi?

- A. energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchisiga aylanish qonuni
- B. massaning saqlanish va o‘zgarish qonuni
- D. harakat miqdorini o‘zgarish va saqlanish qonuni
- E. issiqlik energiyasining saqlanish va o‘zgarish qonuni

178. Mutloq qattiq jism deb nimaga aytiladi?

- A. deformatsiyalanmaydigan jismga
- B. temir, po‘lat, platinaga
- D. har qanday haroratda o‘z hajmini saqlaydigan jismga
- E. tashqi kuch ta’sirida sinmaydigan jismga

179. Aylantiruvchi kuch momentini ifodalovchi formulani ko‘rsating.

- A. $M = F \cdot G$
- B. $M = F \cdot a$
- D. $F = -kx$
- E. $F = ma$

180. Moddiy nuqtaning biror aylanish o‘qiga nisbatan inersiya momentini ifodalovchi formulani toping.

- A. $I = \Delta m \cdot r^2$
- B. $M = F \cdot \Gamma$
- D. $M = F \cdot a$
- E. $F = -kx$

181. Aylanish dinamikasining asosiy qonuni (aylanma harakat uchun Nyutonning 2-qonuni) ifodasini toping.

- A. $M = I \cdot \beta$
- B. $F = -kx$
- D. $M = F \cdot \Gamma$
- E. $F_1 = F_2$

182. Biror vaqt oraliG‘ ida jismning harakat miqdori momentining o‘zgarishi, xuddi shu vaqt oraliG‘ idagi kuch momenti impulsiga tengligini ifodalovchi formulani ko‘rsating.

- A. $Mt = I\omega_0 - I\omega$
- B. $Ft = m\vartheta_0 - m\vartheta$
- D. $M = F \cdot \Gamma$
- E. $M = I \cdot \beta$

183. Harakat miqdor momentini saqlanish qonunini ifodalovchi formulani ko‘rsating.

- A. $I_1\omega_1 + I_2\omega_2 + I_3\omega_3 + \dots + I_i\omega_i = const$
- B. $m_1\vartheta_1 + m_2\vartheta_2 + m_3\vartheta_3 + \dots + m_i\vartheta_i = const$
- D. $Mt = I\omega_0 - I\omega$

E. $M = F \cdot \Gamma$

184. Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi qaysi formula bilan ifodalanadi?

A. $W_{kayl} = \frac{I\omega^2}{2}$

B. $W_{kayl} = \frac{mv^2}{2}$

D. $W_{kayl} = mgh$

E. $W_{kayl} = \Delta mc^2$

185. Tizim o'z muvozanat vaqtidan ko'p marta o'g'ib har gal yana qaytadan avvalgi holatiga qaytadigan jarayon ... deyiladi.

- A. Tebranma harakat
- B. Qayta tjarayon
- D. Muvozanat sharti
- E. O'zgarmas jarayon

186. Gazning bosimi birlik hajmdagi molekulalarning ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasiga to'g'ri proporsionalligini ifodalovchi formulani toping.

A. $P = \frac{2}{3} n_0 W$

B. $PV = \frac{m}{\mu} RT$

D. $P = \frac{F}{S}$

E. $P = nkT$

187. Gazning bir biriga nisbatan sirpanuvchi ikki qatlamning urinish tekisligida yuzaga to'g'ri keladigan ichki ishqalanish kuchi yani ichki ishqalanish tenglamasi yoki ushbu holat uchun Nyuton qonunini ko'rsating.

A. $F = \eta \frac{du}{dx} \Delta s$

B. $\Delta Q = -\chi \frac{dT}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$

D. $\Delta M = -D \frac{d\rho}{dx} \Delta s \cdot \Delta t$

E. $F = -kx$

188. Bugerning yoruG'likning yutilishini eksponential qonunini ko'rsating?

A. $I_1 = I_0 e^{-x\ell}$

B. $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$

D. $F = ma$

$$I = \frac{U}{R}$$

189. “Tizimga berilgan barcha issiqlik miqdori tizim ichki energiyasini o‘zgartirishga va tizim tomonidan ish bajarishga sabab bo‘ladi” bu ta’rif qaysi qonunni mazmunini ifodalaydi?

- A. Termodinamikaning 1-qonunini
- B. Termodinamikaning 2-qonunini
- D. Energiyaning saqlanish qonunini
- E. Impulsni o‘zgarish qonunini

190. Tizim va atrof muhit o‘rtasida issiqlik almashtirishsiz bo‘ladigan jarayonlar jarayonlar deyiladi.

- A. Adiabatik jarayon
- B. Qaytar jarayon
- D. Izotermik jarayon
- E. Izoxorik jarayon

191. Gazni adiabatik kengaytirishda uning temperaturasi pasayadi, adiabatik siqishda esa ko‘tarilishni ifodalovchi ushbu formula $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ qaysi fizik olim nomi bilan bo‘g‘liq qonunni ifodalaydi?

- A. Puasson
- B. Lorens
- D. Eynshteyn
- E. Bolsman

192. “Isitgichdan olinadigan butun issiqlik miqdorini to‘la ishga aylantiradigan mexanizm bo‘lishi mumkin emas, bu issiqlik miqdorining bir qismi sovutgichga berilishi kerak” degan ta’rif qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Termodinamikaning 1-qonuni
- B. Termodinamikaning 2-qonuni
- D. Energiyaning saqlanish va o‘zgarish qonuni
- E. Termodinamikaning 3-qonuni

193. “Absolyut nol temperaturada entropiya nolga teng bo‘lishini ifodalovchi Nerstning teoremasi” termodinamikaning nechinchi qonuni deb yuritiladi?

- A. Termodinamikaning 3- qonuni
- B. Termodinamikaning 2-qonuni
- D. Termodinamikaning 1-qonuni
- E. To‘G‘ ri javob yo‘q

$$E = \frac{F_0}{q_0}$$

194. - qaysi fizik kattalikni ifodalaydi?

- A. Elektr maydon kuchlanganligi
- B. Amper kuchini
- D. Magnit maydon kuchlanganligi
- E. Arximed kuchini

195. Ostrogradskiy-Gauss teoremasini ifodalovchi formulani toping.

$$N = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

A.

B. $E = \frac{F_o}{q_o}$

D. $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$

E. $N = \frac{P}{t}$

196. $\Delta F_{12} = k \frac{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2 \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\Gamma_{12}^2}$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Amper qonuni
- B. Kulon qonuni
- D. Om qonuni
- E. Nyuton qonuni

197. “Berk kontur chegaralagan yuza orqali o‘tuvchi magnit oqimi o‘zgargan barcha hollarda berk konturda tok induksiyalanadi” bu ta’rif qaysi fizik olim tomonidan tajribalar asosida isbotlangan qonunni mazmunini yoritadi?

- A. Faradey
- B. Kulon
- D. Lorens
- E. Gelmgels

198. Tokni qo‘shni konturda o‘zgarishida konturda tok uyG‘ otilishi deyiladi.

- A. O‘zaroiduksiya
- B. O‘zinduksiya
- D. Mikro
- E. Makro

199. Toki o‘zgarayotgan kontur faqat boshqa konturda tokni induksiyalab qolmasdan balki o‘z o‘zida ham tokni induksiyalaydi. Bu hodisa deb ataladi.

- A. O‘zinduksiya
- B. O‘zaroiduksiya
- D. Elektromagnit induksiya
- E. Elektr yurituvchi kuch

200. Agar bir jinsli magnit maydonda o‘tkazuvchan kontur tekis aylansa, unda sinus qonuni bo‘yicha o‘zgaruvchan elektr yurituvchi kuch vujudga keladi. Bu elektr yurituvchi kuch konturda qanday tok hosil qiladi?

- A. Sinusoidal o‘zgaruvchan tok
- B. Aylanma tok
- D. Doimiy tok
- E. Sinusoidal o‘zgarmas tok

201. YoruG‘ lik manbadan zarracha sifatida tarqaladi va har bir zarrachada tebranish bordur” bu yoruG‘ lik tabiatiga berilgan dastlabki ta’rif qaysi o‘zbek allomasi tomonidan aytilgan?

- A. Abu Ali ibn Sino
- B. Al- Beruniy
- D. Al-FarG‘ oniy
- E. Al-Xorazmiy

202. Berilgan temperaturada barcha jismlar uchun nur chiqarish qobilyatining nur yutish qobilyatiga nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, huddi shu temperaturada absolut qora jismning nur chiqarish qobilyatiga teng. Bu qonun qaysi fizik olim tomonidan aytilgan?

- A. Kirxgof
- B. Amper
- D. N'yuton
- E. Eynshteyn

203. Elektr tebranishlari birgina hamma vaqt birgina tekislikda bo'ladigan nur(yoruG' lik) deyiladi.

- A. Qutblangan nur
- B. Qutblanmagan nur
- D. Rentgen nuri
- E. Radioaktiv nur

204. 73K ni Selsiy shkalasiga o'tkazing

- A. 200⁰C
- B. -200⁰C
- D. 546 ⁰C
- E. -546 ⁰C

205. Puasson tenglamasi to'G' ri yozilgan javobni ko'rsating.

- A. $PV^\gamma = const$
- B. $PV = const$
- D. $PT^\gamma = const$
- E. $VT = const$

206. Diffuziya deb qanday xodisaga aytiladi?

- A. Turli xil modda molekulalarining bir biriga aralashib ketishi
- B. Ikki xil moddaning bir biriga aralashishi
- D. Gaz molekulalarining bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishiga
- E. Turli suyuqliklarning bir biriga aralashishi

207. Molekulyar –kinetik nazariyaning asosi nima?

- A. hamma jismlar molekula va atomlardan tuzilgan, ular tartibsiz xarakat qiladi
- B. jismlar kristall panjaralardan tashkil topgan
- D. jismlar yacheykalardan tashkil topgan
- E. hamma jismlar molekulalar va atomlardan tuzilgan, ular xarakatsiz xolatda bo'ladi

207. Qanday holda gazni suyuqlikka aylantirib bo'lmaydi?

- A. Kritik haroratdan yuqorida
- B. Kritik haroratdan pastda
- D. Har qanday holda suyultirish mumkin
- E. Gazni suyultirish mumkin emas

208. Nisbiy namlikni qanday asboblardan bilan aniqlash mumkin?1.psixrometr;2.gigrometr;3.areometr;4.barometr.

- A. 1 va 2
- B. 2 va 3
- D. faqat 2
- E. faqat 1

209. Ideal gazni suyultirish mumkinmi?

- A. mumkin emas
- B. mumkin
- D. past bosimda mumkin
- E. past xararotda mumkin

210. 2 ta izoterma, 2 ta adiabatadan iborat sikl kimga tegishli?

- A. Karno
- B. Bolsman
- D. Klapayron
- E. Mendeleyev

211. Quvurning ko'ndalang kesimi 2 marta kamaysa, oqim tezligi qanday o'zgaradi?

- A. 2 marta ortadi
- B. 2 marta kamayadi
- D. 4 marta kamayadi
- E. 4 marta ortadi

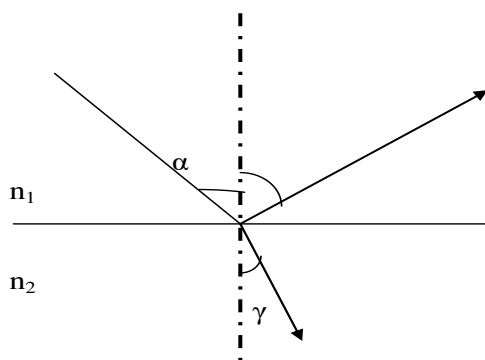
212. YoruG'lik nuri to'G'risidagi to'G'ri fikrni toping:

- A. YoruG'lik nuri ham to'lqin, ham zarracha
- B. YoruG'lik nuri bu to'lqindir
- D. YoruG'lik nuri zarrachadir
- E. YoruG'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

213. YOruG'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.:

- A. Tushgan nur, qaytgan nur va shu tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi va tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi
- B. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ular bir tekislikda yotmaydi
- D. Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi va ular bir tekislikda yotmaydi
- E. Qaytgan nur yo'nalishi tushgan nur yo'nalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi.:

214. Quyidagi chizmadan foydalanib to'G'ri yozilgan tenglikni



ko'rsating?

- A. $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$
- B. $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \gamma} = n_2 / n_1$
- D. $\frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = n_1 / n_2$

E. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2 / n_1$

215. Absolyut sindirish ko'rsatkichining to'G'ri tarifini bering?

- A. YoruG'likning vakuumdagi tarqalish tezligi muhitdagi tezligidan qanchaga katta ekanligini ko'rsatadi
- B. YoruG'likning muhitdagi tarqalish tezligini ko'rsatadi
- D. YoruG'likning tezligiga umuman boG'liq emas
- E. YoruG'likning to'lqin uzunligi va intensivligini boG'laydi

216. Karno siklida qanday jarayonlar sodir bo'ladi?

- A. 2 ta izoterma, 2 ta adiabata
- B. 1 ta izoterma, 1 ta adiabata
- D. 3 ta izoterma, 2 ta adiabata
- E. 3 ta adiabata, 2 ta izoterma

217. 27⁰C ni Kelvin shkalasi (K)ga o'tkazing.

- A. 300
- B. 37
- D. 27
- E. 273

218. Tabiiy nurni qutblangan nurga aylantiruvchi qurilma nomi?

- A. Polyarizator
- B. Shisha prizma
- D. Fotometr o'tkazgich
- E. Analizator

219. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi?

- A. YoruG'lik nurining to'siqlarni aylanib o'tishi natijasida geometrik soya hosil qilishiga aytiladi
- B. YoruG'lik nurining kristall panjaradan o'tishiga aytiladi
- D. YoruG'lik nurga qo'shilib bir biriga halaqit bermay o'tishiga aytiladi
- E. Nurlarning kuchayib, bir - birini yo'qotishiga aytiladi

220. Dispersiya hodisasi deb nimaga aytiladi.

- A. YoruG'lik nuri prizmadan o'tganda prizmaning orqa tomonida kamalak rangga bo'yalgan yoruG' nurlar hosil bo'lishiga aytiladi
- B. YoruG'lik nurining qutblanishi
- D. YoruG'lik nurining kuchayishi
- E. YoruG'lik nurining ikkilanib sinishi

221. Difraksion panjara deb ... aytiladi.

- A. o'zaro teng bo'lgan bir-biridan barobar masofada joylashgan ketma-ket keluvchi tirqishlar va to'siqlardan iborat bo'lgan no-shaffof jismga
- B. prizmaga
- D. lupaga
- E. hech narsaga

222. YoruG'lik energiyasi elektr energiyasiga aylanturuvchi asbobga deyiladi.

- A. Fotoelement
- B. Diod
- D. Transformator

E. Bunaqa asbob yo‘q

223. deb biror yuzadan vakt birligi ichida oqib o‘tgan energiya miqdoriga aytiladi.:

- A. Yoruglik oqimi
- B. Yoritilganlik
- D. Yorituvchanlik
- E. Quvvat

224. Fazoviy burchak kattaligiga tugri keluvchi yoruglik okimiga deb aytiladi.:

- A. YoruG‘lik kuchi
- B. YoruG‘lik oqimi
- D. Yoritilganlik
- E. Yorituvchanlik

225. YOruG‘lik tezligi qaerda eng katta tezlik bilan tarkaladi.:

- A. vakuumda
- B. suyuqliklarda
- D. qattiq metallarda
- E. barcha muxitda bir xil

226. Bu yoruG‘lik haqidagi fandir.

- A. optika
- B. termodinamika
- D. akustika
- E. atom fizikasi

227. Tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak 80^0 bo‘lsa qaytish burchagini toping?

- A. 40^0
- B. 80^0
- D. 30^0
- E. 60^0

228. Farangeyt (^0F) qanday fizik kattalikning o‘lchov birligi?

- A. Harorat
- B. Hajm
- D. YoruG‘lik oqimi
- E. YoruG‘lik intensivligi

229. Fotometriya bu nima?

- A. YoruG‘lik to‘lqini tarqatayotgan energiyani o‘lchash;
- B. YoruG‘lik oqimini o‘lchash;
- D. YoruG‘lik kuchini o‘lchash;
- E. Yoritilganlikni o‘lchash;

230. YoruG‘lik oqimi formulasi qaysi holda to‘G‘ri ko‘rsatilgan?

- A. $\Phi = \frac{dw}{t}$
- B. $P=nkT$;
- D. $E=mgh$;
- E. $\Phi = \frac{L}{S}$

231. YoruG' lik kuchi formulasi qaysi holda to'G' ri ko'rsatilgan?

A. $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$

B. $I = \frac{q}{t}$

D. $I = \frac{U}{R}$

E. $E = \frac{mv^2}{2}$

232. YoruG' lik kuchi o'lchov birligi to'G' ri ko'rsatilgan qatorni toping.

A. cd(kandella)

B. lm(lyumen)

D. nt(nit)

E. lx(lyuks)

233. Ravshanlik o'lchov birligi to'G' ri ko'rsatilgan qatorni toping

A. nt(nit)

B. lm (lyumen)

D. cd(kandella)

E. lx(lyuks)

234. 1mm H₂O necha Paskal (Pa)ga teng.

A. 9.81

B. 133.3

D. 760

E. 1000

235. Bosimning o'chov birliklari keltirilgan qatorni ko'rsating.

A. Barchasi to'G' ri

B. bar

D. mm H₂O

E. mm Hg

236. Termodinamikaning birinchi qonunini ko'rsating.

A. $Q = \Delta U + A$

B. $\Delta U = Q + A$

D. $\Delta A = Q + U$

E. $Q = cm\Delta t$

237. Quyidagi ta'riflarning qaysi biri termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydi?

A. issiqlik energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan o'tmaydi

B. ikkinchi tur abadiy dvigatel yasash mumkin

D. energiyasi issiq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan har doim o'tib turadi

E. sovuq jismdan issiq jismga energiya o'tadi

238. Issiqlik miqdorining SI sistemasidagi birligini ko'rsating.

A. Joul

B. Kal

D. Amper

E. Puaz

239. Diffuziya hodisasida qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. massa
- B. energiya
- D. impuls
- E. quvvat

240. Issiqlik o'tkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik ko'chadi?

- A. energiya
- B. massa
- D. impuls
- E. o'g'irlik

241. Issiqlik o'tkazuvchanlik sodir bo'lishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti noldan farqli bo'lishi kerak?

- A. harorat
- B. tezlik
- D. hajm
- E. termometr

242. Qanday suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi?

- A. yopishqoqligi mutlaqo bo'lmagan
- B. yopishqoqligi kam bo'lgan
- D. turbulent oqayotgan
- E. laminar oqayotgan

243. Laminar oqim deb nimaga aytiladi?

- A. qatlamli oqimga
- B. uyurmali oqimga
- D. aralashma oqimga
- E. tez oqimga

244. Tovush qattiqligini hisoblash formulasini ko'rsating?

- A. $L = k \lg I / I_0$
- B. $L = k \ln I / I_0$
- D. $I = W / St$
- E. $L = V / S$

246. Tovush intensivligi nimani harakterlaydi?

- A. Tovushning energetik tavsifini
- B. Tovushiy zarbini
- D. Tovushning xarakterini
- E. Tovush bosimini

247. Tovush qattiqligini o'lchov birlilari qanday ataladi?

- A. Bel, Desibell
- B. Nit, sham
- D. Joul, kKal
- E. Vatt, soat

248. Deformatsiyaning qanday turlari bor?

- A. elastik va plastik
- B. cho'zilish
- D. elastik

E. siqilish

249. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?

- A. tashqi ta'sir tufayli jism shakli va o'lchami o'zgarishi
- B. isitish tufayli jismning kengayishi
- D. yoruqlik ta'sirida jismlarning isishi
- E. jismning o'z - o'zidan isishiga

250. Elastik defarmatsiya necha turga bo'linadi?

- A. 5
- B. 3
- D. 4
- E. 2

251. Mexanik kuchlanishning o'lchov birligini ko'rsating.

- A. Paskal(Pa)
- B. Kulon (C)
- D. N'yuton (N)
- E. Farad (f)

252. Turbulent oqim nima?

- A. uyurmali oqim
- B. laminar oqim
- D. qatlamli oqim
- E. parallel oqim

253. Entropiya nima?

- A. tizimning holati
- B. tizimning tartibsizlik darajasi
- D. keltirilgan issiqlik miqdori
- E. holat funksiyasi

254. Shovqin spektri qanday?

- A. yo'l - yo'l
- B. tutash
- D. rangli
- E. chiziqli

255. Mayer tenglamasini ko'rsating?

- A. $C_r > C_v$
- B. $C_p = C_v + R$
- D. $U = i RT/2$
- E. $C_v = \underline{v}/2$

256. Yoruqlik kuchi qaysi birliklarda o'lchanadi?

- A. Kandela(cd)
- B. Amper(A)
- D. Lyumen(lm)
- E. Lyuks (lx)

257. Yoritilganlik qaysi asbob yordamida o'lchanadi?

- A. Vol'tmetr
- B. Lyuksmetr

D. Ampermetr

E. Vattmetr

258. Rentgen nurlar necha xil va qanday?

A. 2 xil bo`ladi. tormozli va xarakteristik

B. 2 xil bo`ladi. oq va qizil

D. 2 xil bo`ladi. qattiq va xarakteristik

E. 2 xil bo`ladi. qattiq va yumshoq

259. Necha xil lyuminissensiya turi mavjud?

A. ikkita

B. uchta

D. bechta

E. to`rtta

260. Lazer nima?

A. ikki nurning qo`shilishi

B. yoruG`likni majburiy nurlash yo`li bilan kuchaytirgich

D. elektronlar dastasi

E. protonlar oqimi

261. Lorens kuchi ifodasini ko`rsating?

A. $F = Bq\vartheta \sin \alpha$

B. $F = BI\ell \sin \alpha$

D. $F = ma$

E. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

262. Metal sirtiga tushgan yoruG`lik metal tarkibidan elektronlarni urib chiqaradi, bu hodisa ... deb ataladi.

A. Fotoelektrik effekt

B. YoruG`likning sinishi

D. YoruG`likning to`la ichki qaytishi

E. Metallning parchalanishi

263. Kandela(cd) nimaning o`lchov birligi?

A. yoruG`lik kuchi

B. ravshanlik

D. yoruG`lik oqimi

E. yoritilganlik

264. Bernulli tenglamasi asosida ishlaydigan asbobni ko`rsating.

A. O`simliklarga dori purkagich

B. Suv chiqarish nasosi

D. Barometr

E. Bunday asbob mavjud emas

265. Tovushning boshlanishi va oxiridagi amplituda o`zgarishi nimani harakterlaydi?

A. Tovush tembrini

B. Tovush tonni

D. Shovqinni

E. Tovush balandligini

266. Puaz - qanday kattalikning o'lchov birligi?
- A. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini
 - B. Qarshilikni
 - D. Zichlikni
 - E. Tok kuchini
267. Molekulalar xaotik harakati tufayli massa, energiya, impuls uzatilishiga olib keluvchi hodisa fizikada qanday nomlanadi?
- A. Ko'chish
 - B. Yadroning parchalanishi
 - D. Parnik effekt
 - E. Fotoeffekt
268. O'ziga tushuvchi nurni har qanday haroratda butunlay yutadigan jism qanday nomlanadi?
- A. Absolyut qora jism
 - B. Absolyut qattiq jism
 - D. Amorf jism
 - E. Absolyut oq jism
269. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?
- A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi yig'indisi
 - B. moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
 - D. Molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
 - E. Moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi
270. Ko'chish hodisalariga nimalar kiradi?
- A. Diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, impuls
 - B. Diffuziya, ichki energiya, zichlik
 - D. Aerasiya, temperatura, massa
 - E. Energiya, zichlik, o'zgarish
271. Termodinamika nimani o'rganadi?
- A. Turli jarayonlarda molekulalarning issiqlik harakati tufayli energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi
 - B. Miqdoriy qonunlarini o'rganadi
 - D. Tizimning issiqlik miqdorining o'zgarishini
 - E. Tizimni harakterlovchi termodinamik kattaliklarini muvozanat holatini tizimning tashqi ta'siriga moslashuvi
272. O'zgarmas tok ta'rifini ko'rsating.
- A. Vaqt o'tishi bilan tok kuchi va yo'nalishi o'zgarmaydigan
 - B. Vaqt o'tishi bilan energiyasi o'zgarmaydigan tok
 - D. Vaqt o'tishi bilan qarshiligi o'zgarmasa
 - E. Vaqt o'tishi bilan chastotasi o'zgarmaydigan tok
273. Fotoluminessensiyasi qanday nurlanish uyG' otadi?
- A. Ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanish
 - B. Rentgen nuri
 - D. Radioaktiv nurlanish
 - E. Lazer nurlanish

274. Magnit maydonini zaiflashtiradigan moddalar deb qanday moddaga aytiladi?

- A. Diamagnit moddalar
- B. Suyuq modda
- D. Kislotalar
- E. Qattiq modda

275. Elektr tebranishi hamma vaqt birgina va faqat birgina tekistlikda bo‘ladigan yoruG‘ lik nuri nima deb ataladi?

- A. Qutblangan nur
- B. Rentgan nuri
- D. Lazer nuri
- E. Qutblanmagan nur

276. Agarda yoruG‘ lik optik zichroq muhitdan optik zichligi kamroq muhitga o‘tsa qanday hodisa ro‘y beradi?

- A. To‘la ichga qaytadi
- B. Difraksiyalanadi
- D. Interferensiyalanadi
- E. Qutblanadi

277. Gazsimon, suyuq yoki qattiq muhitda to‘lqin shaklida tarqaladigan elastik muhit zarralarining tebranma harakati nima deb ataladi?

- A. Tovush
- B. Interferensiya
- D. YoruG‘ lik
- E. Elektr toki

278. Lyuminissensiya yuz beradigan moddalar qanday nomlanadi?

- A. Lyuminafor modda
- B. Absolyut qora jism
- D. Radioaktivlik
- E. Har qanday modda

279. Moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishdan ortiqcha bo‘lgan va chekli davom etadigan shulalanish nima deb ataladi?

- A. Lyuminissensiya
- B. Fotoeffekt
- D. Kapillyarlik
- E. Aerasiya

280. YoruG‘ likni zaif yutadigan moddalar qanday nomlanadi?

- A. Shaffof modda
- B. Qattiq modda
- D. Suyuq modda
- E. Absolyut qora jism

281. Vaqt birligi ichida tok chiziqlariga perpendikulyar bo‘lgan sirt birligi orqali o‘tadigan zaryad miqdori nima deb yuritiladi?

- A. Tok zichligi
- B. Energiya
- D. Radioaktivlik
- E. Massa

282. ... deb, harorat gradiyentiga perpendikular yo'nalishda bir birlik yuzadan vaqt birligi ichida ko'chgan issiqlikka miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik katalikka aytiladi.
- A. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti
 - B. Issiqlik miqdori
 - D. Solishtirma issiqlik siG' imi
 - E. Konveksiya
283. YoruG' lik oqimining (SI - da) o'lchov birligi qanday?
- A. Lyumen (lm)
 - B. Nit(nt)
 - D. Sham
 - E. Kandella(cd)
284. Magnit maydonini juda ham kuchaytiruvchi moddalar nima deb ataladi?
- A. Ferromagnit modda
 - B. Diamagnit modda
 - D. Paramagnit modda
 - E. Ishqor
285. Magnit qabul qiluvchanligining ishorasiga va kattaligiga qarab barcha magnetiklar ... larga bo'linadi.
- A. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
 - B. Giromagnit, Bor magnetoni
 - D. Domen, magnitostriksiya
 - E. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar
286. Tok o'tishida kimyoviy o'zgarishlar yuz beradigan moddalar ... deyiladi.
- A. Ikkinchi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar
 - B. Birinchi tur o'tkazgich yoki elektronli o'tish
 - D. Elektrolitik o'tkazuvchanlik
 - E. Barchasi to'G' ri
287. Elektr tok ta'rifini aniqlang
- A. Zaryadli zarrachalarning tartibli harakati
 - B. O'tkazgichdagi atomlarning tartibli harakati
 - D. Zaryadli zarrachalarning tartibsiz harakati
 - E. O'tkazgichdagi neytron, protonlar harakati
288. Ikki tutashgan gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda zarrachalarning betartib harakati tufayli ichkariga kirish va aralashish jarayoniga ... deyiladi.
- A. Diffuziya hodisasi
 - B. Broun harakati
 - D. Fik qonuni
 - E. Fur'e qonuni
289. Qaysi tenglamada suyuqlik yoki gazning siqilishi va qovushqoqligi etiborga olinmaydi.
- A. Bernulli tenglamasida
 - B. Uzluksizlik tenglamasida
 - D. Jismlarning harakat tenglamasida
 - E. Notekis harakatda
290. Suyuqlik qatlamlarining bir biriga nisbatan harakati ... deyiladi.
- A. Ichki ishqalanish

- B. Tortishish
- D. Qarama - qarshi harakat
- E. Sirt tarangligi

291. Juda katta aniqlikda ishlovchi va elektr xususiyatiga ega termometrlarni ko'rsating.

- A. Barcha javoblar to'g'ri
- B. Termoparalar
- D. Termistorlar
- E. Qarshilik termometrlari

292. Harorat bu...

- A. Sistemaning boshqa bir sistemalar bilan o'zaro issiqlik muvozanatida bo'lishini aniqlovchi sistema xususiyati
- B. Harakat jadalligili tavsiflovchi kattalik
- D. Issiqlik uzatish jarayoni
- E. To'g'ri ta'rif berilmagan

293. Yarimo'tkazgichlar qatorini ko'rsating.

- A. Si,Ge,C
- B. Si,Fe,P
- D. Ge,Ti,Au
- E. ,Ag,Mb

294. Manba sirtining yuza birligiga perpendikulyar yo'nalishida chiqayotgan yoruG'lik kuchiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka ... deyiladi.

- A. Ravshanlik
- B. Yoritilganlik
- D. YoruG'lik oqimi
- E. YoriG'lik kuchi

295. Suyuqlikda harakat qiluvchi qattiq jismlarga suyuqlik tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlar suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsiyentiga, jismning harakat tezligi va jismning chiziqli kattaligiga proporsionaldir. Ta'rifga mos javobni ko'rsating.

- A. Stoks qonuni
- B. Puazeyl qonuni
- D. Bernulli tenglamasi
- E. Uzluksizlik tenglamasi

296. Muhitning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun xizmat qiladigan asboblarga ... deyiladi.

- A. Refraktometr
- B. Mikroskop
- D. Fotoelement
- E. Saxarometr

297. Tashqi fotoeffekt ... kuzatiladi, undagi erkin elektronlar fotonni yutib metall sirtiga uchib chiqadi.

- A. Metallarda
- B. Gazlarda
- D. Suyuqliklarda
- E. Plazmada

298. ... deb tebranish chastotasi va eshitish qobiliyatiga boG'liq bo'lgan, deyarli davriy tovuning sifatiga aytiladi.

- A. Tovush balandligi
- B. Tovush qattiqligi
- D. Shovqin
- E. Tovush tembri

299. Suyuqlik zarrachalari (oqim chiziqlari) bir-biriga parallel bo'lgan oqimga qanday oqim deb ataladi?

- A. Laminar oqim
- B. Turbulent oqim
- D. Tez oqim
- E. Aralash oqim

300. Volt - nimani o'lchov birligi?

- A. kuchlanishni
- B. tezlikni
- D. tezlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

301. Amper - nimani o'lchov birligi?

- A. tok kuchini
- B. kuchlanishni
- D. tezlanishni
- E. yopishqoqlik ko'effitsiyentini

302. Fotometriya bu nima?

- A. yoruG'lik to'liqini tarqalayotgan energiyani o'lchash
- B. yoruG'lik oqimini o'lchash
- D. yoruG'lik kuchini o'lchash
- E. yoritilganlikni o'lchash

303. Lupa qanday optik asbob?

- A. kichik fokus masofali ikki yoqlama qavariq linza
- B. kichik fokus masofali ikki yoqlama botiq linza
- D. bir tomoni qavariq, ikkinchi tomoni botiq
- E. katta fokus masofali ikki yoqlama botiq linza

304. Optik asboblarning to'g'ri ko'rsatilgan qatorini toping.: 1.: lupa; 2.: televizor; 3.: ko'z; 4.: sham; 5.: mikroskop;

- A. 1, 3, 5;
- B. 1, 2, 5;
- D. 2, 4;
- E. barchasi;

305. Linzaning markazi chetlariga nisbatan qalin bo'lsa ... , ingichka bo'lsa ... deyiladi.

- A. qavariq, botiq
- B. botiq, qavariq
- D. qavariq, yassi
- E. yassi, botiq

306. Fazoviy burchak kattaligiga to'g'ri keluvchi yoruG'lik oqimiga ... deyiladi.

- A. yoruG'lik kuchi
- B. yoruG'lik oqimi
- D. yoritilganlik

E. ravshanlik

307. Yuza birligiga to'G'ri keluvchi yoruG'lik oqimiga ... deyiladi.

- A. yoritilganlik
- B. yoruG'lik kuchi
- D. yoruG'lik oqimi
- E. ravshanlik

308. Foton energiyasi (kvant energiya) uchun qaysi ifoda o'rinli bo'ladi

- A. $E = h\nu$
- B. $E = \frac{I\omega^2}{2}$
- D. $E = mgh$
- E. $h\nu = \frac{m\nu^2}{2} + A$

309. Laminar oqim uchun $V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P t}{8\eta \ell}$ formula nimani ifodalaydi.

- A. Puazeyl qonunini
- B. Stoks qonunini
- D. Bernulli tenglamasini
- E. Arximed kuchini

310. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik $\nu = \frac{\eta}{\rho} \dots$

- A. Kinematik yopishqoqlikdir
- B. Dinamik yopishqoqlikdir
- D. Yopishqoqlik keffitsiyentidir
- E. Yopishqoqlik kuchidir

311. Nur chiqarish qanday jismlarga xos?

- A. Temperaturasi absolyut noldan farq qiluvchi barcha jismga xos
- B. Absolyut qattiq jismlarga xos
- D. Gazlarga xos
- E. Absolyut qora jismlarga xos

312. Kulon - qanday fizik kattalikning o'lchov birligi?

- A. zaryad miqdorini
- B. massani
- D. zichlikni
- E. yoruG'lik kuchini

313. 1 eV nechaga teng?

- A. $1,6 \cdot 10^{-19} J$
- B. $9,1 \cdot 10^{-31} kg$
- D. $6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
- E. $8,85 \cdot 10^{-12} F / m$

314. Lazerlar biologik to'qimalarni buzishi mumkin, bundan operasiyalarda ishlatiladi (qonsiz). Bundan tashqari ... gapni to'ldiring.

- A. Barcha javoblar to'g'ri
- B. Rak to'qimalarini kuydirishda
- D. Organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda
- E. Tishlarni davolashda

315. Lyuminissent analizda qanday nurlar manbaidan foydalaniladi.

- A. Ultrabinafsha nurlar
- B. Infraqizil nurlar
- D. Ko'rinadigan nurlar
- E. Rentgen nurlar

316. ... - bu moddaning berilgan temperaturada issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shulalanishidir. Gapni to'ldiring.

- A. Lyuminissensiya
- B. YoruG'lik
- D. Nurlanish
- E. Yoritilganlik

317. Bir manba yoruG'lik kuchini bilgan holda noma'lum kuchli manba yoruG'lik kuchini aniqlovchi asboblarga ... deyiladi.

- A. Fotometrlar
- B. Lyuksmetr
- D. Fotorezistor
- E. Linza

318. To'la ichki qaytish hodisasi asosida ishlaydigan asbob qanday nomlanadi?

- A. Endoskop
- B. Fonendoskop
- D. Lyuksmetr
- E. Voltmetr

319. To'la ichki qaytish yordamida bir muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, boshqa muhitning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan asbobga ... deyiladi. Nuqtalar o'rniga to'g'ri javobni tanlang.

- A. Refraktometr
- B. Saxarometr
- D. Polyarimetr
- E. Kuchaytirgich

320. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ta'rifi to'g'ri berilgan qatorni ko'rsating.

- A. Elektrodda ajralib chiqqan modda massasi eritmadan o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir.
- B. Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti uning ximiyaviy ekvivalentiga to'g'ri proporsionaldir.
- D. Faradey soni kattalik jihatidan shunday elektr miqdoriga tengki, bu elektr miqdori eritma orqali o'tganda elektrodda 1 kg.ekv. modda ajralib chiqadi.
- E. Eritmadan 1g modda o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga aytiladi.

321. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ko'rsating.

- A. $m = kq$
- B. $m = \rho g$
- D. $m = v \cdot M$

E. $K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$

322. Elektrolitlardan tok o'tganda modda ajralib chiqish jarayoniga ... deyiladi. To'G' ri javobni tanlang.

- A.Elektroliz
- B.Suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi
- D.Elektrolitlar
- E.Ionlarining harakatchanligi

323. Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga ...deyiladi. To'G' ri javobni tanlang

- A.Elektrolitlar
- B.Elektroliz
- D.Dissosatsiya
- E.Rekombinatsiya

324. Tovushning yuksakligi .nima?

- A.Tovushning sifatini aniqlovchi xarakteristika
- B.Tovushning akustik spektrini ko'rsatuvchi chastotalar to'plami
- D.Tovushning rang-barangligini aniqlovchi kattalik
- E.Tovushning qattiqligini xarakterlovchi kattalik

325. Tovushning quloqqa beradigan bosimi qanday aniqlanadi?

A. $P = 2\rho l v^2$

B. $P = \frac{F}{S}$

D. $P = \frac{\rho RT}{M}$

E. $P = \frac{A}{t}$

326. Yung moduli qanday aniqlanadi.

- A.Nisbiy uzayish 1 ga teng bo'lganda mexanik kuchlanish bilan
- B.Nisbiy deformatsiya kuchlanishga to'G' ri proporsional ekanligidan
- D.Jism ko'ndalang kesimining birlik yuziga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish orqali
- E.Jismga tashqi deformatsiyalovchi kuch ta'sir etganda

327. Elastik deformatsiyaning shakllarini ko'rsating.

- A.Cho'zilish, siqilish, siljish, buralish, egilish.
- B.Bukilish, sinish, qaytish
- D.Plastik va elastik
- E.Faqat siqilish va jo'zilish kiradi

328. Ichki ishqalanish (Stoks) formulasini ko'rsating?

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

B. $F = \eta \cdot \left| \frac{dv}{dx} \right| \cdot S$

$$D. \eta = \frac{1}{3} S g Q$$

$$E. M = D \frac{ds}{dx} S \cdot \Delta t$$

329. Plastik deformatsiya necha turga bo'linadi?

A. Plastik deformatsiya turlarga bo'linmaydi

B. 5 xil

D. 3 xil

E. 2 xil

330. Markazga intilma yoki normal tezlanish formulasini ko'rsating?

$$* A. a_n = \frac{\vartheta^2}{R}$$

$$B. a_n = \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$D. a_r = \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$E. a = \frac{\vartheta}{R}$$

331. Urinma tezlanish formulasini ko'rsating?

$$* A. a_r = \frac{ds}{dt}$$

$$B. a_r = \frac{\vartheta^2}{R}$$

$$D. a_r = \frac{\vartheta^2}{R}$$

$$E. a_r = \frac{d\vartheta}{dt}$$

332. Nyutonning ikkinchi qonunining formulasini ko'rsating?

$$A. \frac{d\vartheta}{dt} = F;$$

$$B. \frac{dp}{dt} = P;$$

$$\frac{dp}{dt} = F;$$

D.

$$E. F = mg$$

333. Yer markazidan Yer radiusi qadar uzoqlikda joylashgan nuqtalarda Yerning tortish maydoni kuchlanganligining formulasini ko'rsating?

$$A. |G| = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$B. G = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

$$D. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$E. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

334. Erkin tushish tezlanishi formulasini ko'rsating?

$$A. g = \frac{m}{p}$$

$$B. |g| = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$D. g = -\frac{p}{m}$$

$$E. |g| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

335. Butun olam tortishish (gravitasiya) qonunining formulasini ko'rsating?

$$A. F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$B. F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

$$D. F = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$E. F = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2};$$

336. Butun olam tortishish(gravitasiya) doimiysining qiymati va o'lchov birligini ko'rsating?

$$A. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg};$$

$$B. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-12} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2};$$

$$D. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2};$$

$$E. \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^1 \cdot \text{kg}^{-2};$$

337. Gravitasion yoki tortishish maydoni deb nimaga aytiladi?

A.Gravitasion, tortishish yoki yadro kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

B.Elektr kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

D.Gravitasion kuchlar ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

E.Tortishish yoki yadro kuchlari ta'siri seziladigan fazo sohasiga aytiladi.

338. Ikkinchi kosmik tezlik formulasini ko'rsating?

$$A. v_{k1} = \sqrt{R_{Ep} \cdot g}$$

$$B. v_{k2} = \sqrt{2R_{Ep} \cdot g}$$

$$D. v_{k1} = \sqrt{2R_{Ep} \cdot g}$$

$$E. v_{k2} = \sqrt{R_{Ep} \cdot g};$$

339. Mexanik ish va uning o'lchov birligi.

$$A. A = P \cdot S, H$$

$$B. A = F \cdot S \cos \alpha, j$$

$$D. A = \frac{F}{S}; Pa$$

$$E. A = F \cdot \cos \alpha, W$$

340. Mexanik quvvati formulasi va o'lchov birligi.

$$A. N = \frac{F}{t}, N H$$

$$B. N = F \cdot t, j$$

$$D. N = A \cdot t, kg$$

$$E. N = \frac{A}{t}, W, W$$

341. Kinetik energiya formulasi.

$$A. W_k = \frac{v^2}{2}$$

$$B. W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$D. W_k = mgh$$

$$E. W_k = \frac{m}{2}$$

342. Potensial energiya formulasi.

$$A. W_p = \frac{mg}{h}$$

$$B. W_p = \frac{m}{g \cdot h}$$

$$D. W_p = mgh$$

$$E. W_p = \frac{kx}{2}$$

343. Impuls momenti formulasini ko'rsating ?

$$A. L = \frac{m \cdot \vartheta}{t}$$

$$B. L = m + \vartheta + r$$

$$D. L = \frac{m \cdot \vartheta \cdot r}{t}$$

$$E. L = m \cdot \vartheta \cdot r$$

344. Impuls momentining "SI (XBS)" – dagi o'lchov birligini ko'rsating ?

$$A. \frac{kg \cdot \mathcal{M}^2}{s}$$

$$B. \frac{kg \cdot m}{s};$$

$$D. \frac{\mathcal{M}^2}{s};$$

$$E. N \cdot m$$

345. Moddiy nuqta impuls momentining o'zgarish qonuni formulasini ko'rsating?

$$A. d\vec{L} + dt = \vec{M}$$

$$B. d\vec{L} \cdot dt = \vec{M}$$

$$D. \frac{d\vec{L}}{d\vec{M}} = dt$$

$$E. \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M};$$

346. Qattiq jismning OZ o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating?

$$* A. J_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$$

$$B. J_z = \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i$$

$$D. J_z = m_i R_i$$

$$E. J_z = m_i R_i^2;$$

347. Qattiq jism impuls momenti formulasini ko'rsating?

$$A. L_z = J_z \omega$$

$$B. L_z = J_z \omega^2$$

$$D. L_z = J_z \omega^3$$

$$E. L_z = J_z \omega^4$$

348. Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasini inersiya momenti orqali ifodolovchi formulasini ko'rsating?

$$A. E = J \omega^2$$

$$B. E = \frac{kx^2}{2}$$

$$D.E = \frac{J\omega^2}{2}$$

$$E.E = J\omega$$

349. Aylanayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi formulasini ko'rsating?

$$A.E = \frac{kx^2}{2}$$

$$B.E = \frac{\vartheta^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$$

$$D.E = mgh$$

$$E.E = \frac{\omega^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$$

350. Garmonik tebranish tenglamasi.

$$A.x = A \sin 2\pi \nu t$$

$$B.x = A \sin \pi \nu t$$

$$D.x = A \sin \pi t$$

$$E.x = \sin 2\pi \nu t$$

352. Garmonik tebranish tezligining formulasi.

$$A.\vartheta = \omega \cos \omega t$$

$$B.\vartheta = A \cdot \omega \cos \omega t$$

$$D.\vartheta = A \cos \omega t$$

$$E.\vartheta = A \sin \omega t$$

353. Garmonik tebranish tezlanishining formulasi.

$$A.a = -A \sin \omega t$$

$$B.a = A \sin \omega t$$

$$D.a = -\omega^2 \sin \omega t$$

$$E.a = -\omega^2 A \sin \omega t$$

354. Matematik mayatnikning tebranish davrining formulasi.

$$A.T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$B.T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$D.T = \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$E.T = 2\pi \sqrt{\ell \cdot g}$$

355. Fizik moyatnikning tebranish chastotasining formulasi.

$$A.v = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}}$$

$$B.v = 2\pi \sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

$$D.v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

E. $v = 2\pi \sqrt{\frac{mg}{l}}$

356. Prujinani moyatnikning tebranish davrining formulasi.

A. $T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

B. $T = 2\pi \sqrt{m \cdot k}$

D. $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$

E. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

357. Po‘lat tros 0,001 ga nisbiy uzayganda unda hosil bo‘ladigan kuchlanishni toping.

A. **400 MPa**

B. 300 Mga

D. **350 Mga**

E. **200MPa**

358. Garmonik tebranish energiyasi formulasi.

A. $W = \frac{m}{2} A^2$

B. $W = \frac{\omega^2}{2} \cdot A^2$

D. $W = \frac{m\omega^2}{2} \cdot A^2$

E. $W = \frac{m\omega^2}{2}$

399. Majburiy tebranishlar amplitudasini topish formulasi.

A. $A = \frac{f_0}{\omega^2 - \omega_0^2}$

B. $A = \frac{f_0}{m(\omega^2 - \omega_0^2)}$

D. $A = \frac{f_0}{m\omega_0^2}$

E. $A = \frac{f_0}{\omega^2 m}$

400. To‘lqinlar interferensiyasida qaysi shart bajarilganda maksimum amplituda hosil bo‘ladi.

A. $l_2 - l_1 = 2k \frac{\lambda}{2}$

B. $l_2 - l_1 = 2 \frac{\lambda}{2}$

D. $l_2 - l_1 = k \frac{\lambda}{2}$

E. $l_2 - l_1 = 2k\lambda$

401. Tovush qattiqligi uning qaysi parametriga bog‘liq?

A. Amplituda

B. Tezlik

D. Chastota

E. Faza

402. Tovush balandligi qaysi parametrga bog‘liq?

A. Chastota

B. Amplituda

- D.Tezlik
E.To'liq uzunlik

403. Qanday tovushlar ultratovushlar hisoblanadi?

- A.Chastotasi 20000 Hz dan katta bo'lgan
B.Chastotasi 20 Hz dan kichik bo'lgan
D.Chastotasi 20 Hz dan 20000 Hz gacha bo'lgan
E.Chastotasi 200 Hz dan kichik bo'lgan

404.Harakatlanayotgan suyuqlik zarralarining to'plamiga deyiladi. Nuqtalar o'ringa mos so'zni qo'ying?

- A.oqish.
B.oqim.
D.ko'chish.
E.to'plam.

405. suyuqlik ichidagi shunday hayoliy chiziqki, uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma chiziq urinish nuqtasi orqali o'tayotgan suyuqlik zarrasi oniy tezligining yo'nalishiga mos bo'ladi. Nuqtalar o'rniga mos so'zni qo'ying

- A.Oqim yo'nalishi;
B.Oqim yo'li;
D.Oqim chiziG'i;
E.Oqim;

406. Oqim chiziqlarining manzarasi o'zgarmaydigan holdagi suyuqlikning harakatini barqaror harakat yoki deb ataladi. Nuqtalar o'rniga mos so'zlarni qo'ying?

- A.Oqim.
B.Nostasionar oqish;
D.Turbulent oqim;
E.Stasionar oqim;

407.Siqilmaydigan suyuqliklar uchun uzliksizlik tenglamasini ko'rsating?

- A. $F = \eta S \frac{\Delta \vartheta}{\Delta x}$;
B. $p_1 \vartheta_1 S_1 = p_2 \vartheta_2 S_2$;
D. $\vartheta_1 S_1 = \vartheta_2 S_2$
E. $\frac{p \vartheta^2}{2} + p = const$

408. Qovushqoqlikka ega bo'lmagan (yani qatlamlari orasida ishqalanish kuchlari tasir etmaydigan) siqilmas suyuqlikka deyiladi. Nuqtalar o'rniga mos so'zlarni qo'ying?

- A.Real suyuqlik;
B.Ideal suyuqlik;
D.Siqiluvchan suyuqlik;
E.Siqilmas.

409. Oqim nayining yon devorlariga tasir etuvchi bosim kuchlari suyuqlik zarralarining harakat yo'nalishiga bo'lganligi uchun hech qanday ish bajarmaydi. Nuqtalar o'rniga mos so'zni qo'ying?

- A.Burchak ostida;
B.Parallel;

- D.Yonma-yon;
E.Perpendikulyar;

410. Bernulli tenglamasini ko'rsating?

- A. $\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + P = \text{const}$
B. $\frac{p v^2}{2} + Pgh = \text{const}$
D. $\frac{v^2}{2} + p = \text{const}$
E. $\frac{v^2}{3} + p = \text{const}$

411. O'simliklarga suv purkagich qanday qonunga asoslanib ishlaydi

- A.Bernulli tenglamasi
B.Fik qonuni
D.Uzluksizlik tenglamasi
E.Kvadrat tenglamasi

412. Suyuqlik birinchi qatlami ikkinchi qatlam ustida sirpanib harakatlansa qanday oqim turiga kiradi

- A.Laminar oqim
B.uzluksiz oqim
D.tez oqim
E.tinch oqim

413. Jism massasining uning tezligiga bo'lgan liqligini ifodalovchi formulani ko'rsating?

(m_0 – jismning tinch holatdagi massasi)

- A. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}}$
B. $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
D. $m = m_0 \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$
E. $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

414. Fotonning massasi qaysi formuladan topiladi?

- A. $m_f = \frac{h \cdot \nu}{c^3}$
B. $m_f = \frac{h \cdot \nu}{c}$
D. $m_f = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
E. $m_f = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$

415. Massaning atom birligi qiymati miqdoran nimaga teng

- A. $m_{m.a.b} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
B. $m_{m.a.b} = 1.66 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$
D. $m_{m.a.b} = 1.67 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$
E. $m_{m.a.b} = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

416. Boyle–Marriott qonunining formulasi qaysi.

- A. $P = \text{const}, pV = \text{const}$
- B. $T = \text{const}, pV = \text{const}$
- D. $v = \text{const}, pV = \text{const}$
- E. $T = \text{const}, \frac{P}{v} = \text{const}$

417. Gey–Lyussak qonunining formulasi qaysi.

- A. $V = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- B. $T = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- D. $P = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- E. $P = \text{const}, V = V_0(1 + 2t)$

418. Sharl qonunining formulasi qaysi.

- A. $V = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- B. $P = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- D. $T = \text{const}, P = P_0(1 + 2t)$
- E. $V = \text{const}, \frac{P}{P_0} = \text{const}$

419. Temperaturaning Selsiy va Kelvin ikkalasi orasidagi bog'lanish formulasi.

- A. $T = t + 273$
- B. $T = t - 273$
- D. $T = \frac{t}{273}$
- E. $T = \frac{273}{t}$

420. Ideal gaz holat tenglamasi.

- A. $\frac{P}{T} = R$
- B. $\frac{V}{T} = R$
- D. $\frac{pV}{T} = R$
- E. $\frac{P}{TV} = R$

421. Mendeleev–Klapeyron tenglamasi qaysi.

- A. $P = \frac{m}{\mu} RT$
- B. $P = \frac{\mu}{m}$
- D. $P = \frac{\mu \cdot R}{mT}$
- E. $PV = \frac{m}{\mu} RT$

422. Ideal gaz uchun molekulyar kinetik nazariyaning asosiy tenglamasini ko'rsating

- A. $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$
- B. $p = \frac{1}{3} n_0 n T^2$
- D. $p = \frac{5}{3} m_0 n \bar{v}^2$
- E. $p = nRT$

423. Gaz molekulari ilgari lanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi' formulasi.

- A. $E_k = \frac{3}{2} kT$
- B. $E_k = \frac{3}{2} \cdot \frac{k}{T}$
- D. $E_k = \frac{3}{2} \cdot \frac{T}{k}$
- E. $E_k = \frac{3}{2} T$

424. Ideal gazning ichki energiyasining formulasi.

- A. $U = \frac{m}{\mu} RT$
- B. $U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT$
- D. $U = 3 \frac{m}{\mu} RT$
- E. $U = 2 \frac{m}{\mu} RT$

425. Gaz molekularining o'rtacha kvadratik tezligining formulasi.

- A. $v_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}}$
- B. $v_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$
- D. $v_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{N}}$
- E. $v_{kv} = \sqrt{\frac{3}{2} kT}$

426. Termodinamika nimani o'rganadi?

- A. Turli jarayonlarda molekularning issiqlik harakati tufayli energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi miqdoriy qonunlarini o'rganadi
- B. tizimning issiqlik miqdorining o'zgarishini
- D. tizimni xarakterlovchi termodinamik kattaliklarini muvozanat holatini
- E. tizimning tashqi ta'siriga moslashuvi.

427. Parnik effekti qanday fizik hodisaga asoslangan?

- A. YoruG' likni tanlab yutishga
- B. yoruG' likni to'la qaytarishga
- D. yoruG' lik qutblanishiga
- E. yoruG' lik difraksiyasiga

428. Moddaning ichki energiyasi deganda qanday energiya tushuniladi?

- A. Molekulalar xaotik harakatining kinetik energiyasi va molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi yiG' indisi
- B. moddani tashkil qilgan molekulalar issiqlik energiyasi
- D. molekularning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
- E. moddani tashkil qilgan molekularning energiyasi.

429. Molyar issiqlik siG' imi formulasini ko'rsating.

- A. $C_\mu = \frac{\delta Q}{v dT}$
- B. $C_\mu = \frac{\delta Q}{m dT}$

$$D. C_{\mu} = \frac{\delta A}{v dT}$$

$$E. C_{\mu} = \frac{\delta Q}{m dT}$$

430. Adiabatik jarayon tenglamasini ko'rsqting

$$A. PV^{\gamma} = \text{const}$$

$$B. P_1 V_1^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$D. T_2 P_2^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$E. PT^{\gamma} = \text{const}$$

431. Qaytar jarayon asosida ishlaydigan sikl uchun Klauzius tengsizligi toping

$$A. \oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

$$B. \oint \frac{\delta A}{T} \leq 0$$

$$D. \oint \frac{\delta C}{T} \leq 0$$

$$E. \oint \frac{\delta Q}{T} \geq 0$$

432. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga Kelvin bergan ta'rifni izohlan.

A. Issiqlikni sovuqroq jismdan issiqroq jismga uzatish bo'lgan siklik jarayonlarning bo'lishi mumkin emas.

B. Issiqlik rezervuarining sovishi hisobiga ish bajarish bo'lgan doiraviy jarayonning bo'lishi mumkin emas.

D. Issiqlikni sovuqroq jismdan issiqroq jismga uzatish bo'lgan siklik jarayonlarning bo'lishi mumkin.

E. Issiqlik rezervuarining sovishi hisobiga ish bajarish bo'lgan doiraviy jarayonning bo'lishi mumkin.

433. Nernst teoremasi (uni Nernst prinsipi ham deb ataydilar) to'g'ri jabobimi toping

A. Tizim harorati mutloq nolga yaqinlashganda uning entropiyasi ma'lum aniq chegaraga intiladi va shuning uchun ham tizimning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi entropiyaning doimiy qiymatida ro'y beradi.

B. Tizim harorati mutloq nolga yaqinlashganda uning entropiyasi ma'lum aniq chegaraga intiladi va shuning uchun ham tizimning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi entropiyaning doimiy qiymatida ro'y bermaydi.

D. Issiqlikni sovuqroq jismdan issiqroq jismga uzatish bo'lgan siklik jarayonlarning bo'lishi mumkin emas.

E. Issiqlikni sovuqroq jismdan issiqroq jismga uzatish bo'lgan siklik jarayonlarning bo'lishi mumkin emas.

434. Ko'chish hodisalariga nimalar kiradi?

A. Diffuziya, issiqlik o'tkazuvchanlik, impuls

B. diffuziya, ichki energiya, zichlik

D. aerasiya, temperature, massa

E. energiya, zichlik, o'g'irlik

435. Tuproqda suv nimalar yordamida yuqoriga ko'tarilishi mumkin?

A. suv bosimi

B. tashqi muhit temperaturasi

D. tuproq aerasiyasi

E. kopillyar naycha

436. Qanday fizik hodisa tufayli tuproq havosi kislorod bilan yer sirti yaqinidagi havo karbonat angidrid bilan boyitib turiladi ?
- A. aerasiya
 - B. fotoeffekt
 - D. difraksiya
 - E. diffuziya
437. Moddaning yopishqoqlik koeffitsiyenti temperatura oshishi bilan qanday o'zgaradi?
- A. Kamayadi
 - B. ortadi
 - D. o'zgarmaydi
 - E. ahamiyati yo'q
438. Suv va ozuqa eritmalar o'simlikning tanasi va poyasi orqali ko'tarilishiga qanday fizik hodisa sabab bo'ladi
- A. Kapillyarlik hodisasi
 - B. dispersiya hodisasi
 - D. diffuziya hodisasi
 - E. fotoeffekt hodisasi.
439. Molekulalar xaotik harakati tufayli massa, energiya, impuls uzatilishiga olib keluvchi hodisa fizikada qanday nomlanadi
- A. Ko'chish
 - B. yadroning parchalanishi
 - D. parnik effekt
 - E. yoruG' likning to'la ichga qaytishi
440. Karno sikli asosida ishlaydigan mashinalarning FIK aniqlanadigan formuni toping
- A. $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
 - B. $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$
 - D. $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{T_1}$
 - E. $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2}$
441. Tok kuchining formulasi va o'lchov birligi qaysi.
- A. $I = \frac{q}{t}; A$
 - B. $I = q \cdot t; A$
 - D. $I = \frac{t}{q}; V$
 - E. $I = q \cdot t; F$
442. Tokning zichligining formulasi qaysi.
- A. $j = \frac{S}{I}$
 - B. $j = I \cdot S$
 - D. $j = \frac{I}{S}$
 - E. $j = I + S$
443. Zanjirning bir qismi uchun Om qonunining formulasi qaysi.

- A. $I = \frac{R}{U}$
 B. $I = U \cdot R$
 D. $I = \frac{U}{R}$
 E. $I = U - R$

444. Om qonunining differensial formadagi formulasi.

- A. $j = \frac{\sigma}{E}$
 B. $j = \sigma \cdot E$
 D. $j = \frac{E}{\sigma}$
 E. $j = E - \sigma$

445. Qarshilikning temperaturadagi bo'lgan formulasi qaysi.

- A. $R = \frac{\alpha R_0}{T}$
 B. $R = \frac{R_0}{\alpha \cdot T}$
 D. $R = R_0 \alpha \cdot T$
 E. $R = \frac{\alpha T}{R_0}$

446. Tok kuchi 32 mA bo'lganda **1 ns** vaqt ichida o'tkazgichning ko'nadalang kesimidan qancha elektron o'tadi?

- A. $3 \cdot 10^6$
 B. $8 \cdot 10^6$
 D. $4 \cdot 10^5$
 E. $2 \cdot 10^5$

447. Elektr tokining ishi formulasi qaysi.

- A. $A = \frac{U}{I \cdot t}$
 B. $A = \frac{I \cdot t}{U}$
 D. $A = I \cdot U \cdot t$
 E. $A = \frac{I}{U \cdot t}$

448. Elektr tokining quvvati formulasi va uning o'lchov birligi.

- A. $P = \frac{U}{I}; A$
 B. $P = I \cdot U; W$
 D. $P = \frac{I}{U}; B$
 E. $P = I^2 \cdot U; j$

449. Joule-Lenz qonunining formulasi ko'rsating.

- A. $Q = I \cdot R \cdot t$
 B. $Q = \frac{I}{R \cdot t}$
 D. $Q = \frac{R \cdot t}{I}$
 E. $Q = I^2 \cdot R \cdot t$

450. Joul-Lens qonuning differensial ko‘rinishdagi formulasi.

- A. $\omega = \sigma \cdot E^2$
- B. $\omega = \frac{E^2}{\sigma}$
- D. $\omega = \frac{E}{\sigma}$
- E. $\omega = \sigma \cdot E$

451. Berk zanjir uchun Om qonunining formulasi qaysi.

- A. $I = \frac{\varepsilon}{R}$
- B. $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$
- D. $I = \frac{\varepsilon}{r}$
- E. $I = \frac{R+r}{\varepsilon}$

452. Kirxgofning birinchi qoidasining formulasi qaysi.

- A. $I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n = 0$
- B. $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- D. $I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$
- E. $I_1 - I_2 - I_3 - I_n = 0$

453. Moddaning elektrokimyoviy ekvevalenti uning kimyoviy ekvivalentiga to‘G‘ ri proparsional ekanligini ko‘rsatuvchi ifodani toping.

- A. $k = \frac{1}{F} \frac{A}{z}$
- B. $m = kq$
- D. $m = \frac{1}{F} \frac{A}{z} q$
- E. $k = \frac{1}{F} \frac{q}{z}$

454. Magnit maydonida ϑ tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadli zarrachaga ta’sir qiluvchi Lorents kuchini aniqlang

- A. $F = q\vartheta B \sin \alpha$
- B. $F = q\vartheta^2 B \sin \alpha$
- D. $F = q\vartheta l \sin \alpha$
- E. $F = q\vartheta H \sin \alpha$

455. Ikkita parallel toklarning o‘zaro ta’sir kuchi uchun Amper qonuni quyidagicha bo‘ladi

- A. $dF = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r} dl.$
- B. $dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dI$
- D. $dF = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r} dl.$
- E. $dF = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{r} dl.$

456. Bio–Savar – Laplas qonunining formulasini ko‘rsatng

- A. $dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dI$
- B. $dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dI$
- D. $dH = \frac{1}{4\pi} \frac{B \sin \alpha}{r^2} dI$

$$E. dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^3} dI$$

457. Konturning induktivligi uning shakliga, o'lchamligi va muhitning magnit singdiruvchanligiga bo'lgan liq bo'lib, quyidagiga tengligini toping.

$$A. L = \mu_0 \mu n^2 V$$

$$B. L_{12} = \mu_0 \mu n_1 n_2 S l$$

$$D. L = \mu_0 \mu n^2 S$$

$$E. L = \mu_0 \mu n V$$

458. Radioaktivlikning asosiy qonuni ifodasini toping?

$$A. N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$B. S = S_0 e^{-\alpha x}$$

$$D. {}_Z^A X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4} \alpha$$

$$E. A = \lambda N$$

459. Bo'lanish energiyasi ifodasini ko'rsating?

$$A. E = (Zm_p + Nm_n - m_{ya}) c^2$$

$$B. E = mv^2/2$$

$$D. E = mc^2$$

$$E. E = mgh$$

460. Cheksiz kichik issiqlik miqdori kiritilgan tizimning entropiyasi qaysi formula bilan ifodalanadi?

$$A. dS = \frac{dq}{T}$$

$$B. F = ma$$

$$D. L = \lg \frac{I}{I_0}$$

$$E. R = P \frac{I}{S}$$

461. Havoning nisbiy namligi qaysi formula yordamida aniqlanadi?

$$A. f = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

$$B. d = E - e$$

$$D. f = h/t \cdot 100$$

$$E. h = N \cdot d \cdot 10$$

$$462. \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \phi) \text{ formula nimani ifodalaydi}$$

A. Kompton to'liq uzunligi

B. DeBroyl to'liq uzunligi

D. Elektronning to'liq uzunligi

E. Layman to'liq uzunligi

463. 1 m² yuzali sirtga normal ravishda tushganda nurlanish quvvati 1 W ga teng bo'lsa, bu qanday kattalikni ifodalaydi

A. nurlanish intensivligi

B. yorug'lik bosimi

D. nurlanish dozasi

E. yorug'lik ekspozitsiyasi

464. Oq yorug'lik nurining ranglarga ajralishiga nima deyiladi?

A. dispersiya

B. difraksiya

- D. interferensiya
- E. Fotoeffekt

465. Spektral analiz deb nimaga aytiladi?

- A. Moddalarning ximiyaviy tarkibi va miqdorini uning spektriga qarab o'rganishga aytiladi
- B. Moddalarning fizik tabiatini o'rganadi
- D. Moddalarning kristall panjaralarini o'rganadi
- E. Suyuqlik atomlarining xususiy tebranish chastotasi

466. Spontan o'tish nima?

- A. Atomlarning bir sathdan ikkinchi sathga o'z o'zidan o'tishi
- B. Atom yadrolarining elektron bilan ta'sirlashuvi
- D. Atomlarning xususiy tebranish chastotalarining doimiyligi
- E. Atomlarning majburiy tebranish hisobidan bir sathdan boshqa sathga o'tishi

467. Spektr necha xil bo'ladi?

- A. 3 xil
- B. 5xil
- D. 4xil
- E. 6 xil

468. Spektr deb nimaga aytiladi?

- A. Biror yoruG'lik manbai nurlanishining to'liq uzunliklari bo'yicha taqsimlanishiga aytiladi
- B. Intensivlikning chastotaga teng bo'lgandagi qiymatiga aytiladi
- D. Elektromagnit to'liqlarning energiya bo'yicha taqsimotiga aytiladi
- E. Energiya va chastotaning aynan teng bo'lganligiga aytiladi

469. Normal dispersiya nima?

- A. Chastota oshganda sindirish ko'rsatkichi oshsa
- B. To'liq uzunligi oshsa sinish ko'rsatkichi o'zgarmas bo'lsa
- D. Chastota kamaysa sindirish ko'rsatkichi oshsa
- E. Chastota oshsa sindirish ko'rsatkichi kamaysa

470. Kogerent to'liqlar qanday to'liqlar?

- A. Fazalar farqi doimiy va chastotasi o'zgarmas bo'lgan to'liqlarga aytiladi
- B. To'liq uzunligi o'zgarmas bo'lgan to'liqlarga aytiladi
- D. Chastotasi o'zgarmas bo'lgan to'liqlarga aytiladi
- E. Doimiy fazaga ega bo'lmagan to'liqlarga aytiladi

480. Kristallarda qanday yo'nalishda nur tashlanganda yoruG'likning ikkilanib sinish hodisasi ro'y bermaydi?

- A. Optik o'q bo'ylab
- B. Optik diapozan bo'ylab
- D. Kristall panjara tugunlariga qaramaqarshi
- E. Kanada balzami yo'nalishida

481. Qutblangan nur necha xil bo'ladi?

- A. 3 xil
- B. 2 xil
- D. 4 xil
- E. 5 xil

482. Tabiiy nurni qutblangan nurga aylantiruvchi qurilma nomi?

- A. Polyarizator
- B. Shisha prizma
- D. Fotometr o'tkazgich
- E. Analizator

483. Spektral analiz nima?

- A. spektr yordamida modda tarkibini aniqlash
- B. modda spektrini o'rganish
- D. spektrning turini aniqlash
- E. spektr yordamida to'liq uzunlikni aniqlash

484. Elektrik jihatdan butunlayicha neytral, qisman yoki to'liq ionlashgan moddaning holatiga ... deyiladi

- A. Plazma
- B. Ionlashgan gaz
- D. Ionizator
- E. Elektrolit

485. Ultraqisqa to'liqlik elektromagnit nurlanishning moddalardagi erkin elektronlarda, to'liqlik uzunligi oshishi bilan bo'lgan liq elastik sochilishi ... deyiladi

- A. Kompton effekti
- B. Fotoeffekt
- D. Rentgen nurlanishi
- E. Radioaktivlik

486. Nikol prizmasi maxsus yo'l bilan kristalldan tayyorlangan yorug'likni ... asbobdir.

- A. Qutblagich
- B. Tarqatgich
- D. YiG'uvchi
- E. Sochuvchi

487. Eynshteynning maxsus umumiylik nisbiylik prinsipi qanoatlantirmaydigan fizikani qonunlarini ko'rsating.

- A. Elektr va magnitizm qonunlarini
- B. Atom va yadro fizikasi qonunlarini
- D. Mexanika va dinamika qonunlarini
- E. Suyuqliklar fizikasi qonunlarini

488. Yorug'lik bir muxitdan ikkinchi muxitga o'tganda uning qaysi parametrlari o'zgarib qoladi.:

- A. chastota;
- B. to'liqlik uzunligi;
- D. tarqalish tezligi;
- E. intensivligi;

489. Fotometriya bu nima

- A. Yorug'lik to'liqlikni tarqatayotgan energiyani o'lchash
- B. Yorug'lik oqimini o'lchash
- D. Yorug'lik kuchini o'lchash
- E. Yoritilganlikni o'lchash

490. Botiq linzada qanaqa tasvir xosil bo'ladi?

- A. mavhum
- B. haqiqiy
- D. tasvir hosil bo'lmaydi
- E. linzaning radiusiga bo'lgan liq

491. Yorug'lik nuri to'g'risidagi to'g'ri fikrni toping:

- A. Yorug'lik nuri ham to'liqlik, ham zarracha

- B. YoruG'lik nuri bu to'ldir
- D. YoruG'lik nuri zarrachadir
- E. YoruG'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

492. Radioaktivlik aktivligining o'lchov birliklari to'G' ri berilgan qatorni toping.

- A. Bk (Bekkerel), Ku (Kyuri), Rf (Rufford)
- B. Bk (Bekkerel), Ku (Kyuri), lk (lyuks)
- D. Lm (lyumen), Ku (Kyuri), Nit
- E. Gr (Grey),Zv (Zivert), Rf (Rufford)

493. Nurlangan moddaga berilgan energiyaning shu modda massasining nisbatiga ... deyiladi. Gapni to'ldiring.

- A. nurlanish dozasi
- B. aktivlik
- D. ekvivalent doza
- E. nurlanish dozasi quvvati

494. Nurlanish dozasining o'lchov birligini ko'rsating.

- A. Gr (Grey),
- B. Zv (Zivert),
- D. Rf (Rufford)
- E. Lm (lyumen)

495. Nurlanish dozasining sistemadan tashqari birligini ko'rsating.

- A. rad (Radiation Absorbed Dase)
- B. lx (lyuks)
- D. lm (lyumen)
- E. nt (nit)

496. Dozimetrik asboblarda deb qanday asboblarga aytiladi?

- A. Ionlovchi nurlar dozasini o'lchash yoki dozalar bilan boG' langan kattaliklarni aniqlovchi asboblarga
- B. Tabiiy radioaktiv nurlarni aniqlovchi asboblarga
- D. Sun'iy radioaktiv nurlarni aniqlovchi asboblarga
- E. Rentgen nurlarni aniqlovchi asboblarga

497. Dozimetrik asboblarda ko'rsatilgan qatorni ko'rsating.

- A. Barcha javoblar to'G' ri
- B. Ionizatsion va lyuminessent
- D. Yarim o'tkazgichli va fotodozimetr
- E. Rentgenometr va radiometrlar

498. Magnit va elektr maydondan o'tuvchi radioaktiv nurlanish necha turga ajraladi va qanday?

- A. Uchta: α -, β -, γ -
- B. Ikkita: tabiiy va sun'iy
- D. Ikkita: rentgen va γ -
- E. Uchta: elektron, proton va neytron

499. β - nurlar qanday zarralar oqimidan iborat?

- A. Elektronlar va pozitronlar
- B. Elektronlar va protonlar
- D. Neytron va protonlar
- E. Neytrino va antineytrinola

500. Nurlanish turlarini aniklovchi asbob

- A. radiometr
- B. dozimetr
- D. ampermetr
- E. voltmeter

V. Fan bo'yicha baholash me'zonlari

Talabalarning fanlarni o'zlashtirishi 5 ballik tizimda baholanadi.

5 (a'lo) baho:

Xulosa va qaror qabul qilish;
Ijodiy fikrlar olish;
Mustaqil mushohada yurita olish;
Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
Mohiyatini tushunish;
Bilish, aytib berish;
Tasavvurga ega bo'lish;

4 (yaxshi) baho:

Mustaqil mushohada yurita olish;
Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
Mohiyatini tushunish;
Bilish, aytib berish;
Tasavvurga ega bo'lish;

3 (qoniqarli) baho;

Mohiyatini tushunish;
Bilish, aytib berish;
Tasavvurga ega bo'lish;

2 (qoniqarsiz) baho:

Dasturni o'zlashtirmaganlik;
Fanning mohiyatini bilmaslik;
Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik;
Mustaqil fikrlay olmaslik.

VI.Fan bo'yicha tarqatma materiallar

Doimiy fizik kattaliklar va shartli belgilashlar

O'qli ko'paytuvchilar			Doimiy fizik kattaliklar	
Belgilanishi	Nomi	Ko'paytuvchi	Yer sirti yaqinida erkin tushish tezlanishi	$g \approx 10 \text{ m/s}^2$
T	tera	10^{12}	gravitatsiya doimiysi	$G = \frac{20}{3} \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
G	giga	10^9	universal gaz doimiysi	$R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
M	mega	10^6	Bolsman doimiysi	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
k	kilo	10^3	Avogadro soni	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
d	detsi	10^{-1}	elementar zaryad	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
c	santi	10^{-2}	Kulon qonuni uchun proporsionallik koeffitsiyenti	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
m	milli	10^{-3}	elektr doimiysi	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
μ	mikro	10^{-6}	magnit doimiysi	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$
n	nano	10^{-9}	yorug'likning vakuumdagi tezligi	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
p	piko	10^{-12}	Plank doimiysi	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Shartli belgilashlar

- $\times \times$ – magnit induksiya chiziqlari o'quvchidan qog'oz tekisligiga tik yo'nalgan
- $\cdot \cdot$ – magnit induksiya chiziqlari qog'oz tekisligidan o'quvchiga tik yo'nalgan
- $\oplus$ – o'tkazgichdagi tok o'quvchidan qog'oz tekisligiga tik yo'nalgan
- $\odot$ – o'tkazgichdagi tok qog'oz tekisligidan o'quvchiga tik yo'nalgan

Moddalar va ularning xossalari

Zichligi, kg/m ³			
benzin	700	alyuminiy	2700
kerosin	800	muz	900
suv (4 °C)	1000	mis	8900
spirt	800	temir	7800
simob	13600		

Solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K)			
alyuminiy	900	rux	400
mis	380	suv	4200
muz	2100	temir	450
oltin	120	cho'yan	500

Solishtirma erish issiqligi, 10 ³ J/kg	
muz (0 °C)	330

Solishtirma bug'lanish issiqligi, 10 ⁶ J/kg	
suv (100 °C)	2,3

Yoqilg'ilarning solishtirma yonish issiqligi, 10 ⁶ J/kg			
benzin	46	tabiiy gaz	44
neft	44	toshko'mir	29
spirt	29	yog'och	10

Sirt taranglik koeffitsiyenti (20 °C), 10 ⁻³ N/m			
benzin	21	spirt	22
kerosin	24	sovun eritmasi	40
suv	73	simob	510

Molyar massa, g/mol			
alyuminiy (Al)	27	karbonat angidrid (CO ₂)	44
argon (Ar)	40	mis (Cu)	64
azot (N ₂)	28	neon (Ne)	20
geliy (He)	4	suv (H ₂ O)	18
havo	29	vodorod (H ₂)	2
kislorod (O ₂)	32		

O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi (20 °C), 10 ⁻⁶ Ω·m			
mis	0,017	temir	0,098
alyuminiy	0,028	nikelin	0,4
volfram	0,055	nixrom	1,1

Nur sindirish ko'rsatkichi			
suv	4/3	yoqut	1,76
shisha	1,5	olmos	2,42

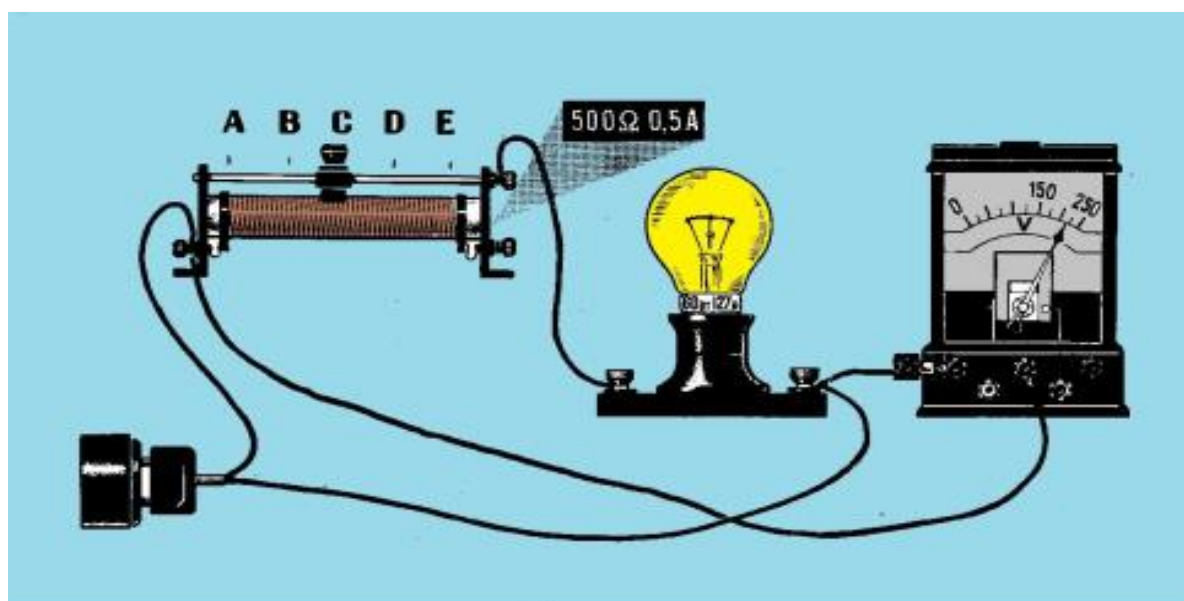
Ayrim birliklar o'rtasidagi munosabat	
0 °C=273 K	1 u = 1,66·10 ⁻²⁷ kg
1 eV = 1,6·10 ⁻¹⁹ J	

Normal sharoit: bosim 10⁵ Pa, temperatura 0 °C



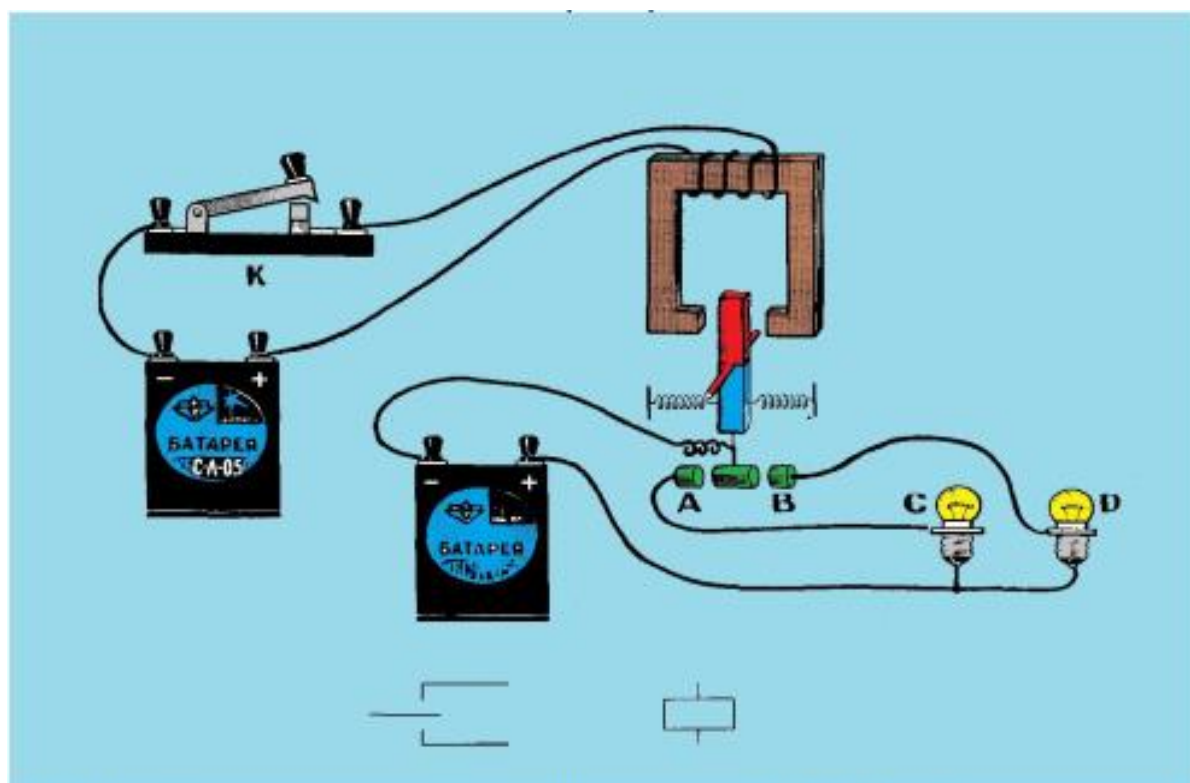
7 b rasm

1. 30 kun ichidagi elektroenergiya sarfini toping.
2. Sarflangan elektroenergiya narxini hisoblang.
3. Hisoblagich diskining bitta aylanishiga mos keluvchi elektroenergiya qiymatini toping.
4. Rasmdagi hisoblagichga ulanishi mumkin bo'lgan istemolchilarning umumiy quvvatini toping.
5. Sarflangan elektroenergiya kichik ulushini kVt soatning 1/100 ulushlarida qanday aniqlash mumkin?



8 a rasm

1. Rasmdagi elektr zanjirining prinsipial sxemasini chizing?
2. Reostatning vazifasini tushuntiring?
3. Lampaning normal yonishi uchun reostat surgichi qanday xolatda bo'lishi mumkin?
4. Lampadagi kuchlanishni reostat yordamida qanday oraliqda o'zgartirish mumkin?
5. Tasvirlangan reostat berilgan zanjirga ulanishi mumkinmi? Javobingizni asoslang.



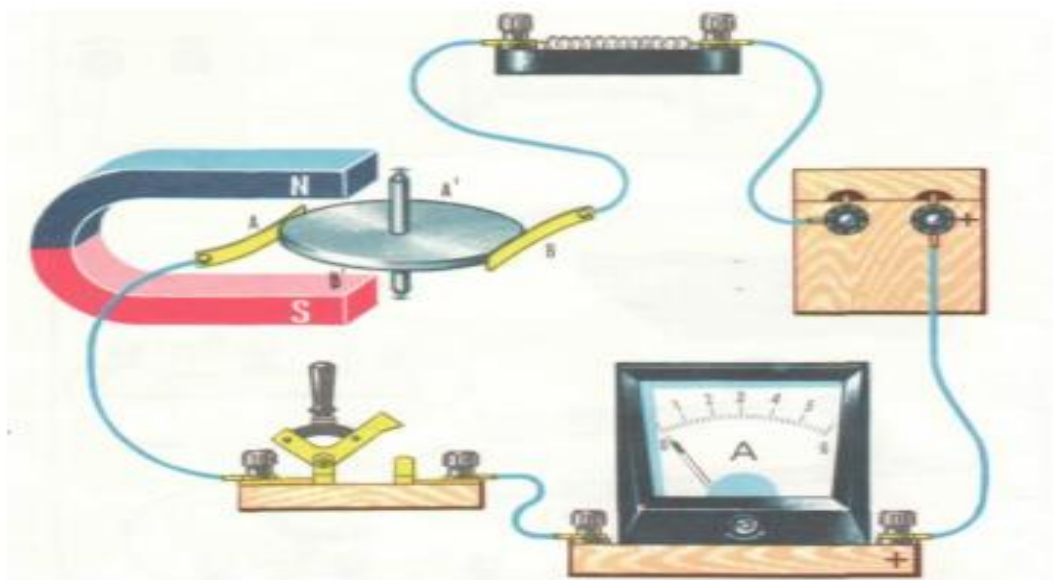
Shartli belgilar:

-rele kontakti

-rele chulg'ami

12 a rasm

1. Elektr zanjirining prinsipial sxemasini chizing.
2. Kalit K ulanganda sodir bo'ladigan xodisani tushuntiring.



Yoysimon magnitning magnit maydoni o'qida mis disk o'rnatilgan. Disk o'qi juda ham kam ishqalanishli podshipniklarga tayanadi. A va B nuqtalarda diskka sirpanuvchi kontaktlar qo'yilgan. Kalitni ulaganda disk aylanadimi va qaysi tomonga? Daftarda disk

Sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligi

To'lqin uzunligi, nm	Rang	Muhit		
		Shisha oyna	Yengil shisha oyna	Suv
656,3	Qizil	1,6444	1,5145	1,3311
589,3	Sariq	1,6499	1,5170	1,3330
546,1	Yashil	1,6546	1,5191	1,3345
480,0	Ko'k	1,6648	1,5235	1,3374
404,7	Binafsharang	1,6852	1,5318	1,3428

VII. O‘UMning elektron varianti