

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

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

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



“UMUMIY FIZIKA”

FANI BO'YICHA

O'QUV USLUBIY MAJMUUA

Bilim sohasi: 500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika.
Ta'lim sohasi: 520000 – Atrof-muhit
Ta'lim yo'nalishi: 60520200 – Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi

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

**“UMUMIY FIZIKA”
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	180
3.3	Laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari	197
3.4	Mustaqil ta'lim bo'yicha o'quv materiallari	270
3.5	Fan bo'yicha glossariy (o'zbek, rus, ingliz tillarida)	271
IV	Fan bo'yicha o'tkaziladigan attestatsiyalar uchun savollar:	281
4.1	1-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	281
4.2	2-OB uchun og'zaki savollar (120 ta)	284
4.3	YaB uchun og'zaki savollar (300 ta)	288
4.4	1-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	296
4.5	2-OB uchun yozma ish savollari (150 ta)	300
4.6	YaB uchun yozma ish savollari (500 ta)	304
4.7	1-OB uchun test savollari (200 ta)	318
4.8	2-OB uchun test savollari (200 ta)	342
4.9	YaB uchun test savollari (500 ta)	369
V	Fan bo'yicha baholash me'zonlari	432
VI	Fan bo'yicha tarqatma materiallar	433
VII	O'UMning elektron varianti (DVD)	437

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-60520200-I-07

2025-yil “29” 08

2025-yil “29” 08

“UMUMIY FIZIKA”

O‘QUV DASTUR

Bilim sohasi: 500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika.

Ta’lim sohasi: 520000 – Atrof-muhit

Ta’lim yo‘nalishi: 60520200 – Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi

Fan/modul kodi UMF1206		O'quv yili 2025-2026	Semestr 2	ECTS – Kreditlar 6	
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)
	Umumiy fizika	90		90	180
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 tadbirlarini 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 xarakteristikalar 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.1. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:					
1 - mavzu. Kinematikaning fizik asoslari.					
Fizika predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi. Fazo va vaqt, to'g'ri chiziqli kinematikasi, kuchlar va muvozanat, Fizikaviy o'lchov birliklar haqida umumiy ma'lumotlar. 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 jismning harakat tenglamasi. Energiya, ish va quvvat. Kinetik va potentsial energiyalar. Energiyaning saqlanish qonuni. Tabiatda energiya turlari.					

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 60520200- Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi ta'lim yo'nalishi talabalariga "Umumiy fizika" fanidan tayyorlangan fan dasturiga

TAQRIZ

Ma'lumki oxirgi yillarda mamlakatimizda xalqaro andozalar talabiga javob beradigan milliy kadrlar – mutaxassislarni tayyorlash masalasi eng dolzarb bo'lib qolmoqda. Shuning uchun xalq xo'jaligining barcha sohalarida, jumladan, ta'lim sohasida ham islohatlar o'tkazilmoqda. Ana shu maqsadda ta'lim sifatini oshirish masalasi Davlat ahamiyatidagi masalaga aylandi. Ta'lim sifatini oshirish bo'yicha amalga oshiriladigan vazifalar mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan qonun, farmon, farmoish, qarorlar va boshqa hujjatlarda aniq ko'rsatib berilmoqda.

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 "Umumiy fizika" fanidan tayyorlangan fan dasturi 60520200- Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi 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 turtki bo'lganligini hamda fan-texnika revolyutsiyasi deb ataladigan jarayonga olib kelganligini ushbu fan dasturidan bilib olish mumkin.

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

Ushbu "Umumiy fizika" 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.

va Bernulli tenglamalari. Fik, Fure va Nyuton qonunlari. Yopishqoqlik koeffitsienti va uni o'lchash usullari. Yopishqoqlik koeffitsientining haroratdan bog'likligi.

4- 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.

5-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.. Dielektriklarning turlari. Dielektriklarning qutblanishi. Dielektrik singdiruvchanlik. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi. Elektr sig'imi. Kondensatorlar. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.

6-mavzu. O'zgarmas tok qonunlari. Moddalarning elektr xossalari.

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'zgarmas elektr toki qonunlari. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati. Om va Joul-Lens qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari. O'tkazgichlar, dielektriklar va yarim o'tkazgichlar. Tashqi kuchlar. Elektr yurituvchi kuch. O'zgarmas tok manbalari. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar. To'liq zanjir uchun Om qonuni. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalari.

7-mavzu. Gazlarda va vakuumda 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.

8- mavzu.Suyuqliklarda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki

Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar. Elektrolitik dissotsiatsiya. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki. Yarim o'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, kuchaytirgichlar va termoelektr batareyalari. Fotoelektrik elementlar, quyosh batareyalari.

	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. Glaser, Roland. Biophysics -Berlin : Springer, Cop. 2014. — XVI, 361 c. 7. Mamatqulov N. Biofizika uslubiy ko'rsatma 2013. Axborot manbalari: 1. Mexanika - www.emoni.com 2. Termodinamika – w.w.w. cc.ss. u cremea 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. http://www. Chemwed/com 9. http://www. Scirus.com 10. http://www. Yahoo.com/chemistry
7.	Fan dasturi Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti huzuridagi "840000-Veterinariya" ta'lim sohasi bo'yicha Kengashning 2025-yil <u>28</u> <u>08</u> <u>3</u> 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 X.- Samarqand agroinnovatsiyalar va tadqiqotlar instituti, agrotexnologiya kafedrası dotsenti

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti 60520200 – Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi ta'lim yo'nalishi uchun tayyorlangan "Umumiy fizika" faninig o'quv dasturiga

TAQRIZ

Hozirgi davrda ekologiya va atrof - muhit muhofazasi masalalari har bir davlatning muhim majburiyatlariidan biri hisoblanadi. Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalari universiteti "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrası dotsenti, f.m.f.n. N.Mamatqulov va o'qituvchilar R.Berdiyarov, N.Boymatova tomonidan tayyorlangan "Umumiy fizika" fani dasturi, "Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi ta'lim yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarga "Umumiy fizika" fani bo'yicha auditoriyalarda ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari o'tkaziladi va ularga talabalarning mustaqil ravishda shug'ullanishlari uchun ma'vzular keltirilgan. Fanni o'zlashtirish davomida insonning tabiatga ta'sir kuchi, yer, o'rmon, hayvonlar, o'simliklar, yer osti va yer usti boyliklari ishlatila boshlangan vaqtdan boshlab kuchaya borishni, atmosferani ifloslanish darajasi haqida, tabiatni muhofaza qilishning ekologik prinsiplari, hamda ob-havo va iqlimni karakterlaydigan asosiy meteorologik kattaliklarni o'rganish, turlicha sharoitlarining vujudga kelishining qonuniyatlari bilan tanishtirish, talabalarga mexanik hodisalar, tabiatda uchraydigan deformatsiya turlarini tanishtirish, to'liqlar va tovushlarning hosil bo'lishi, ular yordamida hayvonlardagi ba'zi kasalliklarni diagnoz qilish va davolash usullarini o'rgatish, elektr va magnit hodisalarning tabiat va ekologiyaga ta'sirini o'rganish, tabiatda yuz beradigan elektr hodisalari shimol yog'dusi kabi hodisalarning mohiyati va ularning kelib chiqishi, elektrofarrez, ionofarez, quyosh nurining organizmga ta'sirini tushuntirish, atom nurlari va ular yordamida hayvonlarda uchraydigan ayrim kasalliklarni aniqlash va davolash, hozirgi zamon lazer nurlarilar yordamida davolash usullari bilan tanishtirish va h.k.

Ushbu ishlab chiqilgan o'quv dasturi - keltirilayotgan ta'lim yo'nalishi bo'yicha DTS –ga qo'yiladigan barcha talablariga mos keladi va uni o'qitish jarayonida ishlatish mumkin deb hisoblayman.

Shularni etiborga olganda ushbu fan dasturi 60520200 – Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi ta'lim yo'nalishi talabalariga fan sifatiga o'tilishini tasdiqlashni tavsiya qilaman

Samarqand agroinnovatsiyalar
va tadqiqotlar instituti,
Agrotexnologiya kafedrası
dotsenti



SAMARQAND AGROINNOVATSIYALAR VA
TADQIQOTLAR INSTITUTI
TASDIQLAYMAN

	lakalariga 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.

Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari. Lazer nurlari, ularning xossalari va qo'llanilishi. 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 qishloqxo'jaligidada foydalanish. III. Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar III.I. Amaliy mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi: 1. Mexanikaning fizik asoslari. Energiya, ish va quvvat. 2. Tovush va uning xossalari. Ultratovush. 3. Suyuqliklar mexanikasi. 4. Kapillyar hodisalar. 5. Ideal gaz molekulyar –kinetik nazariyasi.Real gazlar. 6. Termodinamika asoslari. 7. Elektrostatika. Elektr maydoni. 8. O'zgaruvchan tok qonunlari.O'zgaruvchan tok. 9. Turli muhitlarda elektr toki. 10. Elektromagnit induksiya hodisasi.Moddalarning magnit xususiyatlari. 11.Elektr tokuning ishi, quvvati va issiqlik ta'siri 12.Geometrik optika.Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. 13.Yorug'likning yutilishi. Yorug'likning qutblanishi. 14.Linzalar va optik asboblari 15. Atom fizikasi 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. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash. 4. Stoks usuli yordamida suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash. 5. Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida aniqlash. 6. Tomchi uzilish usuli yordamida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash. 7. Havo namligini psixrometr yordamida aniqlash. 8. Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash. 9. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.	
---	--

10. Termoparani darajalash.
11. Metall o'tkazgich qarshiligining haroratga bog'liqligini o'rganish.
12. Linzaning fokus masofasini aniqlash.
13. Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash.
14. Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash
15. 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.

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanish istiqbollari. Olamning fizik manzarasi haqida ma'lumot.
2. Kopelyar hodisalar.
3. Havo namligi, uni o'lchash usullari va ahamiyati.
4. Suyuqliklarda oqim turlari.
5. Tovushning fizik va fiziologik xossalari.
6. Termodinamika qonunlari.
7. Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish. O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.
8. Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti. Lazer nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
9. Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo'llanilishi.
10. Uch elektrodli elektron lampalar. Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi.
11. O'ta o'tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.
12. Yarim o'tkazgich - yarim o'tkazgich kontakti. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.
13. Elektron lampalar.
14. Plazma, xossalari va qo'llanilishi. Termoelektrik hodisalar.
15. Metallarda elektronlar konsentratsiyasi va harakatchanligi.
16. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
17. Payvandlash transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
18. O'zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans hodisalar.
19. O'zgarmas tok generatorlari. O'zgaruvchan tok generatorlari.
20. O'zgarmas tok elektr dvigateli. Sinxron va Asinxron dvigatellar.

21. Quyosh nurining biologik ta'siri.
 22. Fotometriya asoslari.
 23. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.
 24. Fotoeffekt va uning qonunlari.
 25. Kvant fizikasi
- Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan fan 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 larini bajarish uchun zarur bo'lgan fizik tushunchalar bilan tanishadi, qonunlarni mustaqil o'rganib, uning tadbiqlarini o'zlashtira olishadi, elektrlangan nurlar va zarrachalar orasida o'zaro ta'sirni ro'yobga chiqaruvchi elektromagnit yordamida xossalari va qonuniyatlari, elektr maydoni va uning xossalari, elektr yordamining asosiy xarakteristikalarini – kuchlanganlik, potensiallar farqi, o'zlanish, elektr sig'imi, elektr maydon energiyasi, elektr maydonidagi moddalar yordamida tushunchalar berish, magnit maydon, magnit maydon xossalari va xarakteristikalarini bilan tanishtirish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishning qonunlarini fizik tushunchalar yordamida bayon qila olishni, qishloq xo'jalik nurlarining hosildorligini miqdor jihatdan baholashni, dala ishlarida agrotexnika birlarining o'tkazilishda elektromagnetik jixozlarni qo'llay bilishi kerak; (bilim)

- fizikaviy modellarni tadqiq qilish;
- ishlab chiqarish jarayonlarida va texnikaviy ob'ektlarda eng oddiy kasbiy tizimlarning modellaridan foydalanish;
- fizika fanining turli bo'limlariga xarakterli bo'lgan qiymatlarning sonli o'lchash va baholash;
- qishloq xo'jalik ekinlarini rivojlanishi va hosildorligini aniqlash qisqasida elektrik asbob va uskunalaridan 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 oshirish;

- raqamli texnologiyalarni qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llay ishlari 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 amalga olishlarini shakllantirish va rivojlantirish; olingan ma'lumotlarni tahlil qilish

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

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALARVAZIRLIGI**

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



“TASDIQLAYMAN”

O'quv ishlari bo'yicha prorektor
A.A.El'murodov
2025 yil “29” avgust

“UMUMIY FIZIKA”

FANI BO'YICHA

SILLABUS

Kunduzgi ta'lim shakli uchun

Bilim sohasi:	500000–Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta'lim sohasi:	520000– Atrof-muhit
Ta'lim yo'nalishi:	60520200 –Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi

Samarqand –2025



Modul / FAN SILLABUSI
“Biotexnologiya va ekalogiya” fakulteti
60520200 – Ekalogiya va atrof-muhit muhofazasi
ta’lim yo’nalishi



Fan nomi:	<i>Umumiy fizika</i>
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	UMF1206
Yil:	2025-2026
Semestr:	2
Ta’lim shakli:	Kunduzgi
Mashg’ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	180
Ma’ruza	30
Amaliy mashg’ulotlar	30
Laboratoriya mashg’ulotlari	30
Seminar	—
Mustaqil ta’lim	90
Kredit miqdori:	6
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	O’zbek

Fan maqsadi (FM)

FM1	Talabalarga Ekalogiya sohasida va qishloq xo’jaligida ishlatiladigan materiallar fizik xossalari va xarakteristikasini o’rganish, nurlanish kasalligini o’z vaqtida aniqlash va davolashni to’g’ri tashkillashtirish, hamda radiobiologik tadqiqot usullarini ishlab chiqish, ularni amalga oshirishda kasal hayvonlarni davolash va nurlanishlarni profilaktika qilishda mos bilim, ko’nikma va malakani shakllantirishdan iborat.
------------	---

Fanni o’zlashtirish uchun zarur boshlang’ich bilimlar

1.	Fizika
2.	Elektromagnetizm
3.	Biofizika

Ta’lim natijalari (TN)

	<i>Bilimlar jihatidan:</i>
TN1	Umumiy fizika fanini o’rganish jarayonida bakalavr: mexanikaning fizik asoslari, elektr va magnetizm, tebranish va to’lqinlar fizikasi, kvant fizikasi, akustika, statik fizika va termodinamika, optika, atom va yadro

	fizikasi; xayvon organizmiga tasir etuvchi biomexanika elementlari; organizmlarda navoyon buladigan deformasiya turlari; tovush, ultra- va infratovushlarning organizmga ta'siri; organizmda elektr toki va biopotensiallarning hosil bo'lishi, ularga ta'sir etuvchi omillar; issiqlik effekti va uni veterinariyada qullanilishi; ishlab chiqarishda nurlanish kasalligida gematologik va klinik tekshirishlar o'tkazishnibilishi; nurlanish kasalliklarning o'tkir va surunkali kechishlarni ajrata bilish; tekshirish natijalarini baholash va amaliy sharroitlarda ishlata bilish <i>haqida tasavvurga ega bo'lishi;</i>
TN2	Klassik mexanikada holat tushunchasi va harakat qonunlarini; tabiatda uchraydigan radioaktiv izotoplarning manbalari va ularning organizmga biologik ta'sirini; nurlanish natijasida hayvonlar organizmida paydo bo'ladigan o'zgarishlar mohiyati to'g'risida <i>bilishi va ulardan foydalana olishi;</i>
TN3	Ishlab chiqarish jarayonlarida va veterinariya ob'ektlarda mexanik va fizikaviy tizimlarning modellaridan foydalanish; chorva mollarining mahsuldorligini oshirishda veterinariya radiobiologiya uslublaridan foydalanish; hayvonlarda kelib chiqadigan nurlanish kasalliklarni diagnostika qilish va davolashda fizikaviy usullarni to'g'ri qo'llash; tashqi muhit omillaridan – (quyosh nurlari, yer po'stlog'idagi gamma nurlari va kosmogen nurlar) va ichki nurlanishning organizmga ta'sirini, qon hosil qiluvchi a'zolardagi o'zgarishlar va organizmning radioaktiv nurlanishga javob reaksiyasini sog'lom hayvonlardan ajrata bilish <i>ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.</i>
	<i>Ko'nikmalar jihatidan:</i>
TN4	Deformasiya va uning turlari, biologik materiallar elastiklik moduli, hayvonlar biostatikasi.
TN5	Muskul mexanikasi. Tovush, uning turlari, fizik va fiziologik xossalari.
TN6	Tibbiyot va qishloq xo'jaligida tovush, undan himoyalaniish, davolash va diagnostikada foydalanish.

Fan mazmuni	
Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
M1	Kinimatikaning fizik asoslari.
M2	Dinamikaning fizik asoslari.
M3	Suyuqliklar mexanikasi.
M4	Termodinamika asoslari.
M5	Elektrostatika. Elektr maydoni.
M6	O'zgarmas tok qonunlari. Moddalarning elektr xossalari.
M7	Gazlarda va vakuumda elektr toki.
M8	Suyuqliklarda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki

M9	Magnit maydoni. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri.
M10	Elektromagnit induksiya hodisasi.
M11	Moddalarning magnit xususiyatlari.
M12	Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar.
M13	Geometrik optika.
M14	Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.
M15	Atom va yadro fizikasi.
Mashg'ulotlar shakli: amaliy mashg'ulotlar (A)	
A1	Mexanikaning fizik asoslari. Energiya, ish va quvvat.
A2	Tovush va uning xossalari. Ultratovush.
A3	Suyuqliklar mexanikasi.
A4	Kapillyar hodisalar.
A5	Ideal gaz molekulyar –kinetik nazariyasi. Real gazlar.
A6	Termodinamika asoslari.
A7	Elektrostatika. Elektr maydoni.
A8	O'zgarmas tok qonunlari. O'zgaruvchan tok.
A9	Turli muhitlarda elektr toki.
A10	Elektromagnit induksiya hodisasi. Moddalarning magnit xususiyatlari.
A11	Elektr tokning ishi, quvvati va issiqlik ta'siri
A12	Geometrik optika. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
A13	Yorug'likning yutilishi. Yorug'likning qutblanishi.
A14	Linzalar va optik asboblari
A15	Atom fizikasi va yadro fizikasi.
Mashg'ulotlar shakli: laboratoriya mashg'ulotlar (L)	
L1	Talabalarga ayrim maslahat va ko'rsatmalar. Tajriba xatoliklarini aniqlash
L2	Turli moddalar konsentratsiyasini aniqlash.
L3	Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.
L4	Stoks usuli yordamida suyuqliklarning yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash.
L5	Tovushning havoda tarqalish tezligini rezonans usuli yordamida aniqlash.
L6	Tomchi uzilish usuli yordamida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.
L7	Havo namligini psixrometr yordamida aniqlash.
L8	Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.
L9	O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash.
L10	Termoparani darajalash.
L11	Metall o'tkazgich qarshiligining haroratga bog'liqligini o'rganish.

- fan bo'yicha matnlarni boshqalardan ko'chirib olganligi sezilib tursa;
- fan bo'yicha matnda jiddiy xato va chalkashliklarga yo'l qoyilgan bo'lsa;
- fanga doir berilgan savollarga javob olinmasa;
- fanni bilmasa.

Fan o'qituvchisi haqida ma'lumot

Mualliflar:	N.Mamatkulov – SamDVMCHBU Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar kafedrasining dotsenti, f.m.f.n.. N. Boymatova – SamDVMCHBU Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar kafedrasini o'qituvchisi
E-mail:	berdiyrovrashid74@gmail.com
Tashkilot:	Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "Axborot texnologiyalari, tabiiy va aniq fanlar" kafedrasini
Taqrizchilar:	B.U.Amonov - Sharof Rashidov nomidagi SamDU Muhandislik fizikasi instituti Umumiy fizika kafedrasini dotsenti Ergashev A.I. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti, "Fizika, biofizika va tibbiy fizika" kafedrasini v/b dotsenti

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 Kengashning 2025 yil 28.08 dagi 1 sonli yig'ilishi bayoni bilan tasdiqlangan.

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i

Fakultet dekani

Kafedra mudiri

Tuzuvchilar

Sh.Qurbonov
A. Nurniyazov
L.Safarova
N.Mamatkulov
R.Berdiyrov
N.Boymatova

L13	Lyuksmetr yordamida yoritilganlikni aniqlash
L14	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyasini aniqlash
L15	Difraksiyon panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash

Mashg'ulotlar shakli: Mustaqil ta'lim (MT)

MT1	Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanish istiqbollari.	3
MT 2	Olamning fizik manzarasi haqida ma'lumot.	3
MT 3	Kopelyar hodisalar.	3
MT 4	Havo namligi, uni o'lchash usullari va ahamiyati	3
MT 5	Suyuqliklarda oqim turlari.	3
MT 6	Tovushning fizik va fiziologik xossalari.	3
MT 7	Termodinamika qonunlari..	3
MT 8	Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish. O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.	3
MT 9	Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti.	3
MT 10	Lazer nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.	3
MT 11	Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo'llanilishi.	3
MT 12	Uch elektrodli elektron lampalar.	3
MT 13	Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi	3
MT 14	O'ta o'tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.	3
MT 15	Yarim o'tkazgich - yarim o'tkazgich kontakti. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.	3
MT 16	Elektron lampalar.	3
MT 17	Plazma, xossalari va qo'llanilishi	3
MT 18	Termoelektrik hodisalar.	3
MT 19	Metallarda elektronlar konsentratsiyasi va harakatchanligi.	3
MT 20	Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.	3
MT 21	Payvandlash transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.	3
MT 22	O'zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans hodisalar.	3
MT 23	O'zgarmas tok generatorlari. O'zgaruvchan tok generatorlari.	3
MT 24	O'zgarmas tok elektr dvigateli	3
MT 25	Sinxron va Asinxron dvigatellar.	3
MT 26	Quyosh nurining biologik ta'siri..	3
MT 27	Fotometriya asoslari.	3
MT 28	Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri.	3
MT 29	Fotoeffekt va uning qonunlari.	3

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 crêmea 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. Csencedirect/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 yoritib olsa;
- fandagi mavzularni 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 eta olsa;
- berilgan savollarga aniq va lo’nda javob bera olsa;
- konspektga puxta tayyorlangan bo’lsa;
- mustaqil topshiriqlarni to’liq va aniq bajargan bo’lsa;
- fanga tegishli qonunlar va boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarni to’liq o’zlashtirgan bo’lsa;
- fanga tegishli mavzulardan biri bo’yicha ilmiy maqola chop ettirgan bo’lsa;
- tarixiy jarayonlarni sharxlay bilsa;

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

- fanning mohiyati va mazmunini tushungan, fandagi mavzularni 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 olsa;
- 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 xujjatlarni o’zlashtirgan bo’lsa.

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

- fan haqida umumiy tushunchaga ega bo’lsa;
- fandagi mavzularni tor doirada yoritib, bayon qilishda ayrim chalkashliklarga yo’l qo’yilmas;
- 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 talabaning bilim darajasi qoniqarsiz 2 baho 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;

FANNING ASOSIY O'QUV MATERIALLARI:

Maruza mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari

1 - mavzu. Kinimatikaning 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.

Fizikaning predmeti va uning boshqa fanlar bilan aloqasi. Traektoriya, ko'chish, yo'l, tezlik tezlanish. Harakat, keng ma'nodagi tushunchadir, ya'ni materiyaning yashash formasidir, materiyaga xos ichki xususiyat bo'lib, olamdagi bo'ladigan o'zgarishlar va jarayonlarni, oddiy ko'chishdan boshlab, to idrok qilishgacha bo'lgan jarayonlarni o'z ichiga oladi". Materiya harakatining turli-tuman formalarini turli fanlar, jumladan fizika ham o'rganadi. Fizikaning mavzusi, boshqa har qanday fan uchun ham, uni iloji boricha to'laroq bayon qilish jarayonida aniqlanadi. Fizika–materiyaning harakatining eng oliy va shu bilan birga umumiy formalari, ularning o'zaro aylanishlari haqidagi fandir. Fizikada o'rganiladigan materiyaning harakat turlari hamma oddiy va murakkab materiyaning turlarida ham mavjuddir. Shu sababdan bular o'zi oddiy bo'lishiga qaramasdan materiyaning harakatining umumiy turi bo'lib hisoblanadi. Fizika boshqa tabiiy fanlar bilan chambarchas bog'langandir. Akademik S.Vavilov aytganidek fizikaning boshqa tabiiy fanlar bilan chambarchas bog'liqligi shunga olib keldiki, fizika o'zining chuqur ildizlari bilan falakiyotshunoslikga, geologiyaga, kimyoga, biologiya va boshqa tibbiyot fanlarga o'sib o'tdi. Natijada bir qancha oraliq fanlar: astrofizika, geofizika, fizikaviy kimyo, biofizika va boshqa fanlar yuzaga keldi.

Fizikada 7 ta asosiy o'lchov birligi qabul qilingan.

Metr (m) – bu yorug'likning vakuumda $1/299792458c$ vaqt ichida o'tgan yo'lidir.

Kilogramm (kg) – bu massaning xalqaro prototipi kilogramga teng (platina–irridiyli silindr bo'lib, u xalqaro o'lchov va og'irliklarning Parij yaqinidagi Sevrdagi joylashgan byurosida saqlanadi).

Sekund (s) – bu seziy atomining ikkita o'ta qisqa asosiy holatlari orasidagi o'tish davrining 9192631770 ga ko'paytmasiga teng .

Amper (A) – bu shunday o'zgarmas tok kuchiga tengki, u vakuumda bir-biridan 1 m uzoqlikda joylashgan ikkita cheksiz uzun parallel va ko'ndalang kesim yuzi juda kichik bo'lgan o'tkazgichdan o'tganda, o'tkazgichning har bir metriga $2 \cdot 10^{-7}\text{ N}$ ga teng ta'sir etuvchi kuch hosil qiladi.

Kelvin (K) – bu suvning uchlangan nuqtasidagi termodinamik haroratning $1/273,16$ qismiga tengdir.

Mol (*mol*) – bu tizimdagi modda miqdori bo‘lib, massasi **0,012 kg** ga teng bo‘lgan uglerodda qancha atom bo‘lsa shu moddada ham shuncha struktura elementi bo‘ladi.

Kandela (*cd*) – bu chastotasi **$540 \cdot 10^{12}$ Hz** bo‘lgan monoxromatik nurlanish manbaining berilgan yo‘nalishidagi shunday yorug‘lik kuchiga tengki, uning shu yo‘nalish bo‘yicha yorug‘likning energetik kuchi **$1/683 \text{ W/cr}$** ga teng bo‘lsin.

Radian (*rad*) – aylananing radius uzunligiga teng yoy hosil qiluvchi ikkala radius orasidagi burchak qiymati.

Steradian (*cr*) – uchi sfera markazida joylashgan va sferaning radiusi kvadratiga teng yuzali sirtini ajratuvchi fazaviy burchak.

Hosilaviy o‘lchov birliklarni aniqlash uchun ularni asosiy fizik kattaliklar bilan bog‘lovchi qonuniyatlardan foydalaniladi.

Mexanika – fizikaning bir qismi bo‘lib, mexanik harakatning hosil bo‘lish va uning o‘zgarish sabablarini o‘rganadi. Mexanik harakat deb vaqt o‘tishi bilan jismlarning yoki ular qismlarining bir–biriga nisbatan vaziyatining o‘zgarishiga aytiladi. Mexanikaning fan sifatida rivojlanishi eramizdan avvalgi III asrda yashagan qadimgi grek olimi Arximed richagning muvozanat qonuni va suzuvchi jismlarning muvozanat qonunini ochishdan boshlangan. Mexanikaning asosiy qonunlari italiyan fizigi va falokiyotshunosi G. Galiley tomonidan kashf etilgan va ingliz fizigi I. Nyuton tomonidan to‘lasincha tushuntirilgan. Galiley–Nyuton mexanikasiga klassik mexanika deyiladi. Bunda tezlik yorug‘likning vakuumdagi tezligidan juda kichik bo‘lgan makroskopik jismlarning harakat qonunlarini o‘rganadi. Tezligi yorug‘lik tezligi **c** ga yaqin bo‘lgan mikroskopik jismlarning harakat qonunlarini A. Eynshteyn tomonidan yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasiga bag‘ishlangan relyativistik mexanika o‘rganadi. Mikroskopik jismlar harakati uchun esa klassik mexanika qonunlari o‘rinli emas, shu sababli ular kvant mexanikasi qonunlari bilan almashtiriladi. Klassik mexanikada I. Nyuton tomonidan yaratilgan ta‘limot va XVII–XIX asrgacha tabiat ilmida hukmronlik qilib kelgan. Galiley–Nyuton mexanikasida fazo va vaqt materiyaning yashash formasi sifatida qaraladi, ammo fazo va vaqt moddiy jismlar harakatidan va bir–biriga bog‘liq bo‘lmagan holda qaraladi, chunki bu o‘sha davr fani rivojiga mos kellar edi. Ko‘plab fizik hodisalarni mexanik ifodalash ko‘rgazmali va tushinarli bo‘lganidan XIX asrdagi bir qator fiziklar hamma hodisalarni mexanik hodisalar bilan bog‘ladi.

Mexanika bo‘linadilari: Kinematika, Dinamika, Statika

Kinematika – jismlar harakatini vujudga keltiruvchi sabablarni e‘tiborga olmasdan o‘rganuvchi bo‘limdir.

Dinamika – jismlarning harakat qonunlarini, ularni vujudga keltiruvchi va o‘zgarish sabablarini e‘tiborga olgan holda o‘rganadi.

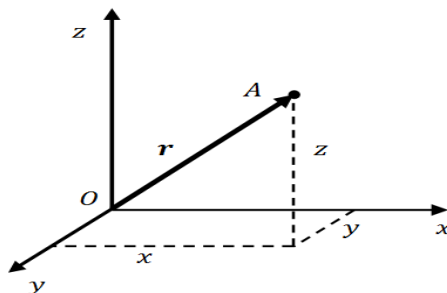
Statika – jismlar tizimining muvozanat shartlarini o‘rganadi. Agar jismlarning harakat qonunlari ma‘lum bo‘lsa, u holda undan muvozanat shartlarini

keltirib chiqarish mumkin. Shu sababli statika qonunlari fizikaviy dinamik qonunlaridan ajiralgan holda o'rganilmaydi. Mexanikada jismlar harakatini ifodalash uchun har bir aniq masala shartiga qarab turli—tuman fizik modellar qo'llaniladi. Eng oddiy model sifatida moddiy nuqta olinadi. **Moddiy nuqta deb** qaralayotgan masalada o'lchamlarini e'tiboga olmasa ham bo'ladigan va ma'lum massaga ega bo'lgan jismga aytiladi. Moddiy nuqta tushunchasi abstrakt bo'lsa ham, bu tushuncha yordamida ko'plab masalalarni yechish mumkin. Masalan, Quyosh atrofida planetalarning orbita bo'ylab harakatini o'rganishda planetalarni moddiy nuqta deb qarash mumkin. Ixtiyoriy makroskopik jism yoki jismlar tizimini, xayolan o'zaro tasirlashuvchi shunday bo'lakchalarga bo'lish kerakki, ularning har birini moddiy nuqta deb qarash mumkin bo'lsin. U holda ixtiyoriy tizimning harakatini o'rganish moddiy nuqta tizimining harakatini o'rganishga olib keladi. Mexanikada oldin bitta moddiy nuqta harakati o'rganiladi, keyin esa moddiy nuqtalar tizimining harakatini o'rganishga o'tiladi.

Jismlar bir-birlari bilan ta'sirlashganda deformatsiyalashadi, ya'ni o'zlarining shakli va o'lchamini o'zgartiradi. Shu sababli mexanikada yana bir model absolyut qattiq jism tushunchasi kiritilgan.

Absolyut qattiq jism deb har qanday sharoitda deformatsiyalanmaydigan va har qanday sharoitda ikki nuqtasi orasidagi masofa o'zgarmaydigan jismga aytiladi. Qattiq jismning har qanday harakatini uning ilgarilanma va aylanma harakati kombinatsiyasi kabi tasavir qilish mumkin.

Ilgarilanma harakat deb harakatlanuvchi jism bilan bog'langan har qanday to'g'ri chiziq har doim o'zining boshlang'ich holatiga parallel qoladigan harakatga aytiladi. **Aylanma harakat deb** jismning barcha nuqtalari markazlari aylanish o'qi, deb ataluvchi chiziq atrofida aylana bo'ylab harakatiga aytiladi. Jismlar harakati fazo va vaqtda sodir bo'ladi. Shu sababli moddiy nuqtaning harakatini ifodalash uchun moddiy nuqta fazoning qaysi nuqtasida ekanligini va qaysi vaqtda bu nuqta fazoning u yoki bu nuqtasidan o'tishini bilish zarur. Moddiy nuqtaning harakati sanoq jismi deb ataluvchi ixtiyoriy tanlab olingan boshqa biror jismga nisbatan aniqlanadi. Sanoq jism bilan bog'liq rasmda dekart kordinatalar tizimi va soat birgalikda sanoq tizimini tashkil qiladi. Ko'p ishlatiladigan dekart kordinatalar tizimida biror **A** moddiy nuqtaning berilgan vaqtdagi holati bu tizimga nisbatan **3** ta **x, y, z** koordinatalar bilan, yoki koordinatalar tizimi boshi bilan moddiy nuqtani birlashtiruvchi **r** — radius vektor orqali aniqlanadi (1.1 – rasm).



1.1-rasm. Moddiy nuqtaning berilgan vaqtdagi holatini aniqlovchi chizma

Moddiy nuqtaning harakati davomida, vaqt o'tishi bilan uning koordinatalari o'zgaradi. Umumiy holda, uning harakati uchta skalyar tenglama bilan ifodalanadi:

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t) \quad (1.1)$$

yoki (1.1) ga teng kuchli vektor tenglamani yozish mumkin.

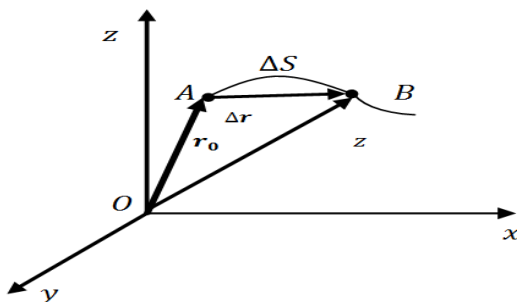
$$\vec{r} = \vec{r}(t) \quad (1.2)$$

(1.1) va (1.2) tenglamalarga moddiy nuqta harakatining kinematik tenglamalari deyiladi.

Nuqtaning fazoda to'la holatini aniqlovchi, bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalar soniga erkinlik darajasi soni deyiladi. Yuqorida aytilganlarga ko'ra, agar moddiy nuqta fazoda harakat qilsa uning erkinlik darajalar soni 3 ta bo'ladi, tekislikda harakatlansa 2 ta erkinlik darajasiga, biror chiziq bo'ylab harakatlansa bitta erkinlik darajasiga ega bo'ladi. (1.1) va (1.2) tenglamalardan t ni qisqartirib moddiy nuqta harakati uchun trayektoriya tenglamasini hosil qilamiz. Moddiy nuqtaning harakat trayektoriyasi deb shu nuqtaning harakati davomida fazoda qoldirgan iziga aytiladi. Trayektoriya shakliga qarab harakat to'g'ri chiziqli yoki egri chiziqli bo'lishi mumkin.

Moddiy nuqtaning ixtiyoriy trayektoriyasi bo'ylab harakatini qaraylik:

Vaqtning moddiy nuqtaning A holatidan boshlab hisoblaylik. Moddiy nuqtaning hisob boshlangandan so'ng o'tgan trayektoriyaning AB qismi uzunligi ΔS yo'l uzunligi deyiladi va vaqtning skalyar funksiyasidan iboratdir $\Delta s = \Delta s(t)$. Moddiy nuqtaning harakat boshlangandagi nuqtasi bilan, biror vaqt o'tgandan keyingi nuqtasini birlashtiruvchi $\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$ vektorga ko'chish deyiladi. To'g'ri chiziqli harakatda ko'chishning $|\vec{r}|$ moduli Δs o'tilgan yo'lga teng bo'ladi.



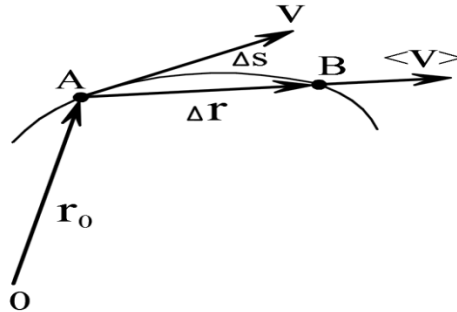
1.2-rasm. Traektoriyani va ko'chishni aniqlash chizmasi.

Moddiy nuqta harakatining ma'lum vaqtdagi jadalligini va yo'nalishini izohlash uchun tezlik tushunchasi kiritiladi. Biror moddiy nuqta ixtiyoriy egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan bo'lib, uning t vaqt oralig'idagi radius-vektor $\vec{r}$ bo'lsin (1.2 – rasm). Biror Δt vaqt ichida moddiy nuqta Δs yo'lni bosib o'tadi va juda kichik $\vec{r}$ ko'chishga erishadi. Tezlik vektorining $\vec{v}_{oirt}$

o'rtacha qiymati deb nuqta $\Delta \vec{r}$ ko'chish radius-vektori o'zgarishining Δt vaqti oralig'iga nisbati bilan aniqlanadigan tezlik vektoriga aytiladi;

$$\vec{\vartheta}_{o'rt} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}, \quad (1.3)$$

$\vec{\vartheta}_{o'rt}$ o'rtacha tezlikning yo'nalishi $\Delta \vec{r}$ vektorning yo'nalishi bilan mos keladi.



1.3-rasm. Tezlikni aniqlash chizmasi.

Agar Δt vaqtni oralig'ini cheksiz kichraytirsak, u holda tezlik o'zining oniy qiymati $\vec{\vartheta}$ tezlikka erishadi.

$$\vec{\vartheta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Demak, $\vec{\vartheta}$ oniy tezlik moddiy nuqta harakat radius vektori $\Delta \vec{r}$ dan olingan birinchi tartibli hosilaga teng bo'lgan vektor kattaligidir. Ko'chish limitga o'tganda urinma bilan ustma ust tushadi, shu sababi, $\vec{\vartheta}$ tezlik vektori nuqta harakati trayektoriyasiga o'tkazilgan urinma yo'nalishida bo'ladi. Δt vaqtning kamayib borishi bilan o'tilgan yo'l $\Delta s, \Delta \vec{r}$ ga yaqinlashib boradi, shuning uchun tezlik moduli quyidagich bo'ladi:

$$\vartheta = [\vartheta] = \left[\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{[\Delta r]}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}.$$

Shunday qilib, tezlikning son qiymati yo'ldan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasiga teng ekan, ya'ni $\vartheta = \frac{ds}{dt}$. (1.4)

Notekis harakatda tezlikning son qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgarib boradi. Bu holda $\vartheta_{o'rt}$ skalyar kattalikdan, ya'ni notekis harakat o'rtacha tezligidan foydalaniladi.

$$\vartheta_{o'rt} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

3 - rasmdan $\vartheta_{o'rt} > [\vartheta]$ ekani kelib chiqadi, chunki $\Delta s > [\vec{r}]$ va faqat to'g'ri chiziqli harakatda $\Delta s = [\vec{r}]$ bo'ladi. Agar $ds = \vartheta dt$ bo'lsa, t va Δt vaqt ichida o'tgan yo'lini quyidagi integraldan topish mumkin

$$s = \int_t^{t+\Delta t} \vartheta dt. \quad (1.5)$$

Tezlikning son qiymatlari o'zgarmas bo'lgan tekis harakat uchun (1.5)

formula quyidagi ko'rinishga keladi,

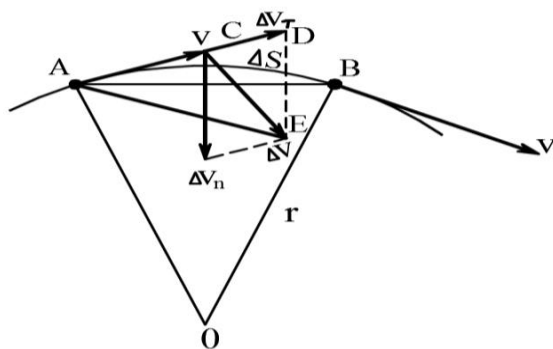
$$s = \vartheta \int_t^{t+\Delta t} dt = \vartheta \Delta t.$$

Nuqtaning t_1 va t_2 vaqt oralig'ida o'tgan yo'li quyidagi integral orqali aniqlanadi,

$$s = \int_{t_1}^{t_2} \vartheta(t) dt. \quad (1.6)$$

Notekis harakatning tezligi vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini bilish katta ahamiyatga ega. Tezlikning ham moduli, ham yo'nalishi bo'yicha o'zgarishini xarakterlovchi fizik kattalik tezlanishdir. Tekislikdagi harakatni, ya'ni harakat davomida moddiy nuqta trayektoriyasining hamma qismi bitta tekislikda yotadigan harakatni qaraylik. Faraz qilaylik, moddiy nuqta t vaqtda A nuqtada bo'lib uning tezligi $\vec{\vartheta}$ vektori bilan berilgan bo'lsin. Biror $t + \Delta t$ vaqt ichida harakatlanayotgan moddiy nuqta B nuqtaga o'tdi va $\vec{\vartheta}$ tezlik ham moduli, hamda yo'nalishi bilan farq qiluvchi $\vec{\vartheta}_1$ tezlikka erishdi. Bu $\vec{\vartheta}_1$ tezlik vektori $\vec{\vartheta}_1 = \vec{\vartheta} + \Delta\vec{\vartheta}$ ga teng bo'ladi.

Notekis harakatning t vaqtdan $t + \Delta t$ vaqt oralig'idagi $\vec{a}_{o'rt}$ o'rtacha tezlanishi deb $\Delta\vec{\vartheta}$ tezlik vektori o'zgarishining Δt vaqt oralig'iga nisbatiga teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi, ya'ni $\vec{a}_{o'rt} = \frac{\Delta\vec{\vartheta}}{\Delta t}$.



1.4-rasm. Tezlanishni aniqlash chizmasi.

Moddiy nuqtaning biror t vaqtdagi oniy tezlanishi $\vec{a}$ deb, o'rtacha tezlanishning vaqt oralig'i nolga intilgandagi limitiga teng kattalikka aytiladi,

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_{o'rt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{\vartheta}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\vartheta}}{dt}$$

Shunday qilib, tezlanish $\vec{a}$ vektor kattalik bo'lib, tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasiga tengdir. $\Delta\vec{\vartheta}$ vektorni ikkita tashkil etuvchilarga ajratamiz. Buning uchun A nuqtadan tezlik $\vec{\vartheta}$ yo'nalishida modul jihatidan $\vec{\vartheta}$ ga teng $\vec{AD}$ vektor chizamiz. Ravshanki $\Delta\vec{\vartheta}$ vektorga teng bo'lgan $\vec{SD}$ vektor

tezlikning Δt vaqt bo'yicha modul jihatidan o'zgarishini ko'rsatadi, ya'ni $\Delta v_\tau = v_1 - v$

$\Delta \vec{v}$ vektorining ikkinchi tashkil etuvchi $\Delta \vec{v}_n$ esa tezlikning Δt vaqt ichida yo'nalishining o'zgarishini izohlaydi. Tezlanishning tangensial tashkil etuvchisi

$$a_\tau = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_\tau}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (1.7)$$

bo'lib, ya'ni tezlik modulining vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasi bo'lib, tezlikning modul bo'yicha o'zgarish jadalligini ko'rsatadi.

Endi tezlikning ikkinchi tashkil etuvchisini topamiz. B nuqta A nuqtaga ancha yaqin bo'lsin, u holda ΔS ni AB dan kam farq qiluvchi $\vec{r}$ radiusli aylananing yoyi deb qarash mumkin. U holda AOB va EAD uchburchaklarning o'xshashligidan $\frac{\Delta v_n}{AB} = \frac{v_1}{r}$ kelib chiqadi, ammo $AB = v \Delta t$ bo'lgani uchun

$$\frac{v_n}{\Delta t} = \frac{v \cdot v_1}{r}$$

bo'ladi. $\Delta t \rightarrow 0$ dagi limitda $\vec{v}_1 = \vec{v}$ bo'ladi. Ammo $\vec{v}_1 \rightarrow \vec{v}$ bo'lsa ΔEAD nolga intiladi, chunki ΔEAB uchburchak teng yonli bo'lganidan $\vec{v}$ va $\Delta \vec{v}$ orasidagi ADE burchak to'g'ri burchakga intiladi. Bundan ko'rinadiki, $\Delta t \rightarrow 0$ bo'lganda $\Delta \vec{v}_n$ va $\vec{v}$ vektorlar o'zaro perpendikulyardir. Tangensial tezlanish vektori aylanaga urinma, normal tezlanish esa aylana markazi tomon yo'nalgan bo'ladi. Tezlanishning ikkinchi tashkil etuvchisi

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{r} \quad (1.8)$$

ga teng bo'lib, tezlanishning normal tashkil etuvchisi deyiladi va trayektoriyaga o'tkazilgan urinmaga perpendikulyar bo'lib egrilik markaziga qarab yo'налgandır. Jismning to'la tezlanishi tangensial va normal tezlanishlarning geometrik yig'indisiga tengdir.

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \quad (1.9)$$

Demak, tezlanishning tangensial tashkil etuvchisi tezlik modulining o'zgarish jadalligini izohlaydi, tezlanishning normal tashkil etuvchisi esa tezlikning yo'nalish bo'yicha o'zgarish jadalligini izohlaydi. Tezlanishning tangensial va normal tashkil etuvchilarini e'tiborga olgan holda harakatni quyidagi turlarga bo'lish mumkin.

- 1) $a_\tau = 0$, $a_n = 0$ – to'g'ri chiziqli tekis harakat,
- 2) $a_\tau = a = \text{const}$ – to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat.

Agar harakat uchun boshlang'ich vaqt $t_1 = 0$ da boshlang'ich tezlik $v_1 = v_0$ bo'lsa, u holda $t_2 = t_0$ va $v_2 = v$ deb belgilab, $v = v_0 + at$ ni hosil qilamiz,

bu ifodani 0 dan ixtiyoriy t vaqt oralig'igacha integrallasak, tekis o'zgaruvchan harakat uchun o'tilgan yo'l formulasini hosil qilamiz.

$$S = \int_0^t v dt = \int_0^t (v_0 + at) dt = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1.10)$$

$a_\tau = f(t)$, $a_n = 0$ – tezlanishi o'zgarib turuvchi to'g'ri chiziqli harakat

4) $a_\tau = 0$, $a_n = \text{const}$ – bo'lganda tezlik modul bo'yicha o'zgarmasdan, faqat yo'nalish jihatidan o'zgaradi. $a_n = \frac{v^2}{r}$ formuladan ko'rinadiki, egrilik radiusi doimiy bo'lishi kerak. Demak, bu harakat aylana bo'ylab tekis harakatdan iboratdir.

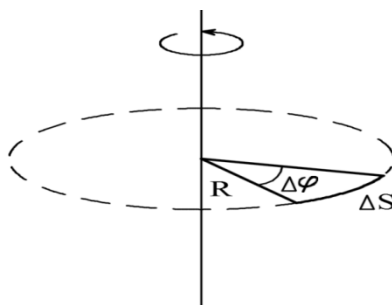
5) $a_\tau = 0$, $a_n \neq 0$ – egri chiziqli tekis harakat.

6) $a_\tau = \text{const}$, $a_n \neq 0$ – egri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat.

7) $a_\tau = f(t)$, $a_n \neq 0$ – egri chiziqli o'zgaruvchan tezlanishli harakat

2. Burchak tezlik va burchak tezlanish.

Qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan qattiq jismni harakatini qaraymiz. Qo'zalmas o'q atrofida aylanma harakat qilayotgan jismning moddiy nuqtalari aylanish o'qida yotuvchi turli radiusli aylanalar chizadi. Faraz qilaylik, birorta moddiy nuqta R radiusli aylana bo'ylab harakat qilayotgan bo'lsin va uning Δt vaqtdagi fazodagi holati biror $\Delta\varphi$ burchak bilan aniqlansin. $d\vec{\varphi}$ vektorning moduli burilish burchagiga teng bo'lib, uning yo'nalishi o'ng parma qoidasiga asosan topiladi. Agar parma dastasining aylanma harakat yo'nalishi, aylanma harakat yo'nalishi bilan mos tushsa, parma uchining ilgarilanma harakati elementar buralish burchak vektor yo'nalishini ko'rsatadi, ya'ni uning yo'nalishi parma uchining ilgarilanma harakati bilan mos tushadi.



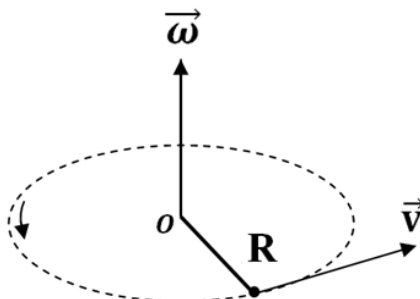
1.5-rasm. Aylanma harakatni chizmasi.

Aylanish yo'nalishi bilan bog'liq bo'lgan vektorga aksial vektorlar deyiladi. Bu vektorlar ma'lum tayanch nuqtalarga ega emas, ularni aylanish o'qining ixtiyoriy nuqtasidan yo'naltirishi mumkin.

Burchak tezlik deb aylana radius—vektori burilish burchagidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilasiga teng bo'lgan vektor kattalikga aytiladi.

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

$\vec{\omega}$ vektorining yo'nalishi o'ng parma qoidasiga asosan topiladi: Agar parma dastasining aylanma harakat yo'nalishi, aylanma harakat yo'nalishi bilan mos tushsa, parma uchining ilgarilanma harakati burchak tezlik vektor yo'nalishini ko'rsatadi, ya'ni uning yo'nalishi aylanish o'qi bo'ylab yo'nalgandir.



1.6–rasm. Parma qoidasini ko'rsatuvchi chizma.

Burchak tezlikning o'lchov birligi radian bo'lingan sekunddir $\left(\frac{Rad}{s}\right)$.

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakat trayektoriyasiga urinma bo'ylab yo'nalgan tezligiga **chiziqli tezlik** deyiladi.

Nuqtaning chiziqli tezligi

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (1.11)$$

Chiziqli tezlik va burchak tezliklar orasidagi bog'lanishni topaylik:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} R \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} = \omega R$$

ya'ni

$$v = \omega R \quad (1.12)$$

bo'ladi. Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatining chiziqli tezligi, burchak tezligining aylanish radiusiga ko'paytmasiga tengdir.

Agar $\omega = \text{const}$ bo'lsa, moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati tekis bo'ladi. Aylanani to'la bir marta aylanib chiqish uchun ketgan vaqt T davr deyiladi, bu T vaqt ichida nuqtaning R radius – vektori 2π burchakka buraladi. Agar vaqt oralig'i $\Delta t = T$, $\Delta \varphi = 2\pi$ ga mos kelsa, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ bo'ladi. Jismning vaqt birligi ichidagi to'la aylanishlar soniga **aylanishlar chastotasi** deyiladi. Aylanishlar chastotasi ν va davr T ga teskari proporsional bo'lib, $\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ ga teng. Demak, burchak tezlik quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu. \quad (1.13)$$

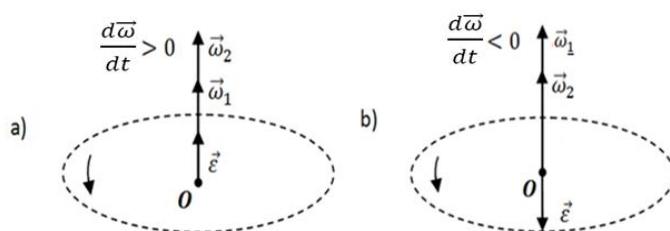
Burchak tezlanishi deb burchak tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi,

$$\vec{\varepsilon} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad (1.14)$$

Jismning qo'zgalmas o'q atrofida aylanishida burchak tezlanish vektori aylanish o'qining burchak tezlik vektorining elementar ko'chishi tomonga yo'nalgandir. Tezlanuvchan harakatda $\vec{\varepsilon}$ vektor $\vec{\omega}$ vektori yo'nalgam tomonga yo'nalgan bo'ladi. Sekinlashuvchan harakatda esa, bu $\vec{\omega}$ va $\vec{\varepsilon}$ vektorlar qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Tezlanishning tangensial tashkil etuvchisi

$$a_{\tau} = \frac{d\vartheta}{dt}$$

bunda, $\vartheta = \omega R$ ekanligini inobatga olsak, a_{τ} ni quyidagicha ifodalash mumkin,



1.7.-rasm. Burchak tezlik va tezlanishni aniqlovchi chizma.

$$a_{\tau} = \frac{d(\omega R)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = \varepsilon R \quad (1.15)$$

Tezlanishning normal tashkil etuvchisi esa

$$a_n = \frac{\vartheta^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R \quad (1.16)$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatining normal tezlanishining absolyut qiymati burchak tezlik kvadrati va aylana radiuslarining ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Shunday qilib, chiziqli va burchakli kattaliklar orasidagi bog'lanishlar quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$S = R\varphi, \quad \vartheta = \omega R, \quad a_{\tau} = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R.$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakati uchun ω va φ lar uchun quyidagi formulalar o'rinli bo'ladi.

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t \quad \varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (1.17)$$

Bunda ω_0 — boshlang'ich burchak tezlik, ε — burchak tezlanish. Formulalardagi plus ishora egri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat uchun, minus ishora esa egri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakatlarga tegishlidir.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Mexanika fani qanday bo'limlardan iborat.
2. Mexanikada asosiy o'lchov birliklari haqida to'xtaling.

3. Fizik tajriba nima?
4. Fizik hodisa nima ?
5. Fizika fani nimalarga tayanadi?
6. Moddiy nuqta nima?
7. Tezlik deb nimaga aytiladi?

2 - mavzu. Dinamikaning fizik asoslari.

Reja

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

Nyuton qonunlari. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.

Dinamika deb, mexanikaning kuch ta’sirida jismlarning harakatini o’rganadigan bo’limiga aytiladi. Dinamika bo’limida jismlarning harakatini keltirib chiqargan fizik sabablar — kuchlar bilan bog’liq holda o’rganiladi.

Dinamikaning asosiy qonunlari uchta bo’lib, ularni 1687 yili ingliz fizigi I. Nyuton kashf qilgan va uning sharafiga Nyuton qonunlari deb ataladi. Bu qonunlar insoniyatning ko’p asrlik tajribasi natijalarining umumlashtirilishidir. Hozirgi vaqtda ishlatiladigan Nyutonning uchta qonunining ta’rifini keltiramiz.

Nyutonning birinchi qonuni. Inersial sanoq tizimlarda jismga boshqa jismlar ta’sir etmasa yoki ularning ta’siri o’zaro kompensatsiyalansa, jism o’zining tinch holatini yoki to’g’ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

Jismlar o’zlarining tinch holatini yoki tug’ri chiziqli tekis harakatini saqlash qobiliyati inersiya deyiladi. Nyutonning birinchi qonuni har qanday sanoq tizimida ham bajarilavermaydi. Nyutonning birinchi qonuni bajariladigan sanoq tizimiga inersial sanoq tizimi deyiladi, bajarilmaydigan sanoq tizimiga esa noinersial sanoq tizimi deb ataladi. Inersial sanoq tizimiga nisbatan to’g’ri chiziqli tekis harakatlanuvchi har qanday sanoq tizimi inersial sanoq tizimi bo’la oladi. Tekshirishlardan ma’lum bo’ldiki, Quyoshda markazlashgan, o’qlari esa mos ravishda yulduzlar tomon yo’nalgan sanoq tizimi birdan-bir inersial sanoq tizimi bo’lar ekan.

Tajribalarning ko’rsatishicha, turli xil jismlar o’zaro ta’sirlashsa o’zlarining tezliklarini turlicha o’zgartirar ekan. Boshqacha aytganda, aynan bir xil ta’sir turli jismlarga turlicha tezlanish beradi. Demak, jismning olgan tezlanishining kattaligi faqat ta’sirning kattaligiga emas, shu bilan birga jismning ba’zi xususiy xossasiga

ham bog'liq bo'lar ekan. Jismning bu xossasi **massa** deb ataladigan fizik kattalik bilan xarakterlanadi. Shu ma'noda massa jismning inersiya o'lchovidir.

Massa asosiy fizik kattaliklardan biridir. Massa jismning faqat inersiyasiningina emas, shu bilan birga ularning gravitatsion xossalarini ham xarakterlaydi. Bundan tashqari, massa jismning "energiya tutuvchanligini" xarakterlaydi va ya'ni, m jismda bor bo'lgan modda miqdorini ham xarakterlaydi. Hozirgi vaqtda inert va gravitatsion massalar bir–biriga teng ekanligi isbotlangan deb hisoblash mumkin.

Jismlarning massasini biror ixtiyoriy tanlab olingan etalon jismning massasiga solishtirish bilan aniqlanadi. Xalqaro kelishuvga muvofiq bunday etalon sifatida Fransiyaning Parij shahriga yaqin bo'lgan Sevr shahri muzeyida saqlanadigan, iridiy – platina qotishmasidan tayyorlangan silindr olingan, uning massasi kilogramm massa (**kg**) deyiladi; bu massani massa birligi **1 kg** deb qabul qilingan.

Nyutonning birinchi qonunida tilga olingan ta'sirni izohlab berish uchun kuch degan tushuncha kiritiladi. Kuch ta'sirida jismlar o'zining tezligini o'zgartirishi ya'ni tezlanish olishi, yoki deformatsiyalanishi ya'ni o'zining shakli va o'lchamlarini o'gartirishi mumkin. Vaqtning istalgan lahzasida kuch son qiymati, yo'nalishi va qo'yilish nuqtasi bilan izohlanadi. Shunday qilib, kuch vektor kattalik bo'lib, jismga boshqa jismlar yoki maydonlar tomonidan ko'rsatiladigan mexanik ta'sir o'lchovidir. Bu ta'sir natijasida jism tezlanish oladi yoki o'zining o'lcham va shaklini o'zgartirib deformatsiyalanadi.

Nyutonning ikkinchi qonuni ilgarilanma harakat dinamikasining asosiy qonuni bo'lib, moddiy nuqta mexanik harakatining unga qo'yilgan kuch ta'sirida qanday o'zgarishi kerak, degan savolga javob beradi. Agar jismga bir nechta kuchlar ta'siri qaralayotgan bo'lsa, u holda tezlanish har doim shu kuchlar teng ta'sir etuvchisiga to'g'ri proporsional bo'lar ekan:

$$a \sim F \quad (m = \text{const})$$

Agar bitta kuch bilan turli massali jismlarga ta'sir qilinsa, u holda ularning tezlanishlari turlicha bo'lib, jism massalariga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$a \sim \frac{1}{m}. \quad (F = \text{const})$$

Bu formulalarga asosan kuch bilan tezlanish ekanini e'tiborga olsak, u holda quyidagilarni yozishimiz mumkin

$$\vec{a} = k \frac{\vec{F}}{m}$$

Bu formula Nyutonning ikkinchi qonuni ifodalaydi: Moddiy nuqtaning olgan tezlanishi shu tezlanishni yuzaga keltiruvchi kuchga tug'ri proporsional bo'lib, uning yo'nalishi bilan mos keladi va moddiy nuqtaning massasiga teskari

proporsionaldir. Xalqaro birliklar tizimida proporsionallik koeffitsienti $k = 1$, u holda

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Bundan

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Yoki

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}. \quad (1.18)$$

Ma'lumki, klassik mexanikada jism massasi o'zgarmas kattalikdir, shu sababli ushbu formulada uni hosila ishorasi ostiga kiritish mumkin, u holda

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \quad (1.19)$$

Moddiy nuqta massasi bilan uning tezligi ko'paytmasi teng bo'lgan vektor kattalikka moddiy nuqta impulsi deyiladi. m massali moddiy nuqta $\vec{v}$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa uning impulsi $\vec{P}$ ni quyidagicha ifodalash mumkin:

Impulsi (harakat mikdori) ning yo'nalishi harakat yo'nalgan tomonga qarab yo'nalgandir.

$$\vec{P} = m\vec{v}. \quad (1.20)$$

(1.19) ni (1.20) ga qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz:

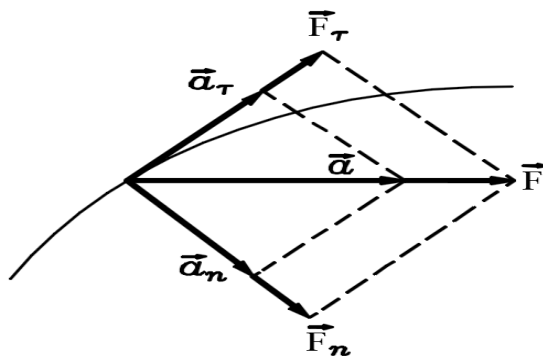
$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (1.21)$$

bu ifoda Nyuton ikkinchi qonunining umumiyyoq formulasidir. Moddiy nuqta impulsining vaqt davomida o'zgarishi unga ta'sir qiluvchi kuchga tengdir. (1.21) ifodaga moddiy nuqta harakat tenglamasi deyiladi. Xalqaro birliklar tizimida kuch birligi qilib Nyuton olingan: 1 N – massasi 1 kilogramm bo'lgan jismga kuch yo'nalishiga 1 m/s^2 tezlanish beruvchi kuchga aytiladi. $1\text{ N} = 1\text{ kg m/s}^2$.

Mexanikada kuchlar ta'sirining mustaqillik prinsipining ahamiyati katta, agar moddiy nuqtaga bir vaqtning o'zida bir nechta kuchlar ta'sir qilsa, u holda har bir kuch jismga Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra, xuddi boshqa kuchlar bo'lmaganidek tezlanish beradi. Shu prinsipga asosan kuch va tezlanishni tashkil etuvchilarga ajratish mumkin bo'lib, uni qo'llash masalalarni yechishni ancha ixchamlashtiradi. Masalan, $\vec{F} = m\vec{a}$ kuch ikkita tashkil etuvchi kuchlarga ajratilgan, ya'ni tangensial $\vec{F}_\tau$ va normal $\vec{F}_n$ tashkil etuvchi kuchlarga.

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}, a_n = \frac{v^2}{R} \text{ va } v = \omega R$$

formulalardan foydalanib, quyidagilarni yozamiz:



1.8–rasm. Kuchlarni aniqlash chizmasi.

$$F_{\tau} = ma_{\tau} = m \frac{d\vartheta}{dt}, \quad F_n = ma_n = \frac{m\vartheta^2}{R} = m\omega^2 R.$$

Agar bir vaqtda moddiy nuqtaga bir nechta kuch ta'sir qilsa, kuchlar ta'sirining mustaqillik prinsipiga asosan, Nyutonning ikkinchi qonunidagi $\vec{F}$ teng ta'sir etuvchi kuchni bildiradi.

Jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi Nyutonning uchinchi qonuni orqali ifodalanadi. Moddiy nuqtalarning bir–biriga har qanday ta'siri o'zaro ta'sir xarakteriga egadir. Jismlar bir–biriga har doim modul jihatidan teng, qarama–qarshi yo'nalgan va shu ikki jism massalari markazlaridan o'tuvchi tug'ri chiziqli bo'ylab yo'nalgan kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}, \quad (1.22)$$

bunda $\vec{F}_{12}$ – ikkinchi jism tomonidan birinchi jismga ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi, $\vec{F}_{21}$ – birinchi jism tomonidan ikkinchi jismga ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi. Bu kuchlar turli jismlarga qo'yilgan va har doim juft bo'lib ta'sir qiladi va bir xil tabiatli kuchlar hisoblanadi. (1.22) formuladan shu narsa kelib chiqadiki, ikki jismning faqat bir–biriga o'zaro ta'sirining o'zi ikkala jismni bir yo'nalishda harakatlantira olmaydi. O'zaro ta'sir qilayotgan ikki jism bir yo'nalishda harakatga kelishi uchun ulardan (yoki ulardan biri) biror uchinchi jism bilan o'zaro ta'sirlashishi kerak. Nyuton ikkinchi qonuniga asoslanib, quyidagini yozish mumkin:

$$\vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 \text{ va } \vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2. \quad (1.23)$$

(1.22) va (1.23) ifodalardan foydalanib, quyidagilarni olish mumkin

$$m\vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$$

Yoki

$$\frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_2} = -\frac{m_2}{m_1}. \quad (1.24)$$

To'qnashayotgan ikki jism tezlanishlarining nisbati massalarining nisbatlariga teskari proporsional bo'lib ularning yo'nalishlari qarama–qarshidir. Nyuton qonunlariga asoslanib endi kuchning ta'rifini aniqlashtirish mumkin; kuch jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlovchi fizik kattalik bo'lib, bundan o'zaro ta'sir

natijasida jismlar tezlanish oladi. Biroq shuni qayd qilish kerakki, kuchning ta'siri faqat jismlar harakatining tezlanishidagina namoyon bo'lmaydi. Kuch ta'sirida jismlar shuningdek deformatsiyalanishi mumkin. Masalan, simga osilgan yuk simni cho'zadi. Deformatsiya miqdoriga qarab kuchning kattaligini aniqlash mumkin. Ma'lumki, kuchni prujinili dinamometr bilan o'lchash shunga asoslangan. Endi kuchning o'lchov birligini aniqlaylik, kuch birligi sifatida **1 kg** massali jismga **1 m/s²** tezlanish beradigan kuchni olish kerak. Bu birlik nyuton (N) deb ataladi. Demak, **1 N = 1 kg · 1 m/s²**

Hozirgacha qaralgan masalalarda kuchlarning qanday hosil bo'lishini e'tiborga olmagan edik. Lekin mexanik jarayonlarda turli tabiatga ega kuchlar bilan ish ko'riladi: ishqalanish, elastiklik, tortishish.

4. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.

Impulsning saqlanish qonunini keltirib chiqarish uchun ba'zi bir tushunchalarni kiritamiz. Bir butun deb qaralayotgan moddiy nuqtalar to'plamiga mexanik tizim deyiladi. Mexanik tizimdagi moddiy nuqtalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlariga ichki kuchlar deyiladi. Tashqi jismlarning tizimga tegishli moddiy nuqtaga ko'rsatadigan ta'sir kuchlariga tashqi kuchlar deyiladi. Tashqi kuchlar ta'sir qilmayotgan jismlarning mexanik tizimiga yopiq tizim deyiladi. Agar berilgan mexanik tizim bir qancha jismlardan tashkil topgan bo'lsa, u holda Nyutonning uchinchi qonuniga binoan bu jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari bir-biriga teng bo'lib va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi, ya'ni ichki kuchlarning geometrik yig'indisi nolga teng bo'ladi. Massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$ va tezliklari $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \dots, \vec{v}_n$ bo'lgan jismdan tashkil topgan mexanik tizimni qaraymiz. Faraz qilaylik, $\vec{F}_1^i, \vec{F}_2^i, \dots, \vec{F}_n^i$ berilgan jismlarning har biriga ta'sir qiluvchi ichki kuchlarning teng ta'sir etuvchlari bo'lsin. Mexanik tizimni tashkil qiluvchi n ta jismning har biri uchun Nyutonning ikkinchi qonunini yozib chiqamiz:

$$\frac{d(m_1 \vec{v}_1)}{dt} = \vec{F}_1^i + \vec{F}_1^1$$

$$\frac{d(m_2 \vec{v}_2)}{dt} = \vec{F}_2^i + \vec{F}_2^1$$

.....

$$\frac{d(m_n \vec{v}_n)}{dt} = \vec{F}_n^i + \vec{F}_n^1.$$

Bu tenglamalarni hadma-had qo'shib quyidagini olamiz

$$\frac{d(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n)}{dt} = \vec{F}_1^i + \vec{F}_2^i + \dots + \vec{F}_n^i + \vec{F}_1^1 + \vec{F}_2^1 + \dots + \vec{F}_n^1$$

Ammo mexanik tizim ichki kuchlarining geometrik yig'indisi Nyutonning uchinchi qonuniga binoan nolga teng bo'lganligi uchun quyidagini yozish mumkin,

$$\frac{d(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n)}{dt} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Yoki
$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n, \quad (1.25)$$

bu yerda $\vec{P} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$ tizim impulsi. Shunday qilib, mexanik tizim impulsidan olingan birinchi tartibli hosila tizimga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlarning geometrik yig'indisiga teng bo'lar ekan.

Tashqi kuchlar bo'lmagan holni qaraymiz

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{d}{dt}(m_i \vec{v}_i) = 0$$

ya'ni
$$\vec{P} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \text{const.} \quad (1.26)$$

Bu formula **impulsning saqlanish qonunini** ifodalaydi: yopiq tizimning impulsi saqlanadi, ya'ni vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Impulsning saqlanish qonuni Nyuton qonuni natijasi sifatida hosil qilingan bo'lsada, u nafaqat klassik fizikada o'rinli bo'libgina qolmasdan, balki tajribalarda tasdiqlanishicha, mikrozarrachalarning yopiq tizimi uchun ham bajariladi. Bu qonun umumiy izohga, ya'ni impulsning saqlanish qonuni — tabiatning asosiy qonunidir.

Impulsning saqlanish qonuni fazoning bir – jinslilik va simmetriklik xossasining natijasi hisoblanadi. Fazoning bir jinsliliigi yopiq jismlar tizimini fazoda parallel ko'chirganda undagi fizik qonuniyatlar va harakat qonunlari o'zgarmasligini ifodalaydi, boshqacha so'z bilan aytganda, inersial sanoq tizim koordinatalarining boshlang'ich holatini tanlashga bog'liq emas. Shuni qayd qilish kerakki, agar hamma tashqi kuchlar geometrik yig'indisi nolga teng bo'lsa, u holda impulsning saqlanish qonuni yopiq bo'lmagan tizim uchun ham bajariladi.

Galiley–Nyuton mexanikasida massa tezlikka bog'liq bo'lmaganligi uchun tizimning impulsi uning massa markazi tezligi orqali ifodalanishi mumkin. Moddiy nuqtalar tizimining massa markazi deb shunday fikran olingan **M** nuqtaga aytiladiki, bu nuqtada tizimning barcha massasi to'plangan bo'ladi.

Uning radius–vektori quyidagiga teng

$$\vec{r}_M = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{m}$$

bunda m_i va $\vec{r}_i$ mos ravishda i – moddiy nuqta massasi va radius–vektori, n tizimdagi moddiy nuqtalar soni, $m = \sum_{i=1}^n m_i$ tizim massasi. Massa markazi tezligi

$$\vec{v}_M = \frac{d\vec{r}_c}{dt} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i}{m} \text{ ekanligini va impulsini } \vec{P}_i = m_i \vec{v}_i \text{ yoki } \vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i$$

tizimining harakat miqdori $\vec{P}$ ga teng ekanligini e'tiborga olsak, u holda quyidagini yozish mumkin

$$\vec{P} = m\vec{v}_M \quad (1.27)$$

ya'ni tizimning impulsini tizim massasini uning massa markazi tezligiga ko'paytmasiga teng bo'lar ekan. (1.27) ni (1.25) tenglamaga qo'yib quyidagini olamiz

$$m \frac{d\vec{v}_M}{dt} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (1.28)$$

ya'ni, tizimning massa markazi xuddi tizimning butun massasi mujassamlangan va unga tashqi kuchlar geometrik yig'indisiga teng bo'lgan kuch ta'sir qilganda harakatlanadigan moddiy nuqta kabi harakatlanadi. (1.28) ifoda massa markazi harakat qonunini ifodalaydi. (1.26) ga binoan impulsning saqlanish qonunidan yopiq tizimning massa markazi to'g'ri chiziqli tekis harakatlanishi yoki tinch turishi kelib chiqadi.

5. Energiya, ish va quvvat. Kinetik va potensial energiyalar. Energiyaning saqlanish qonuni.

Mexanik ish skalyar kattalik bo'lib, kuch bilan kuch ta'siri yo'nalishida jism bosib o'tgan yo'lning ko'paytmasiga teng, ya'ni:

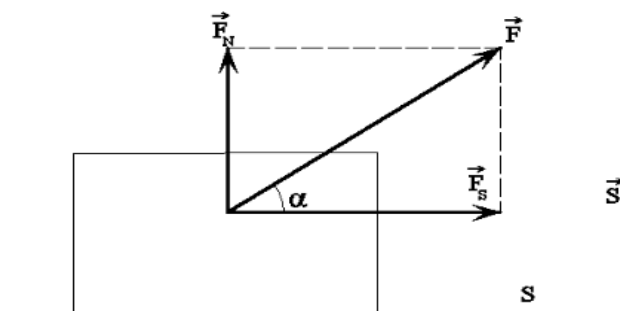
$$A = F \cdot S, \quad (1.29)$$

bunda A – bajarilgan ish, F – jismga ta'sir qiluvchi o'zgarmas kuch, S – o'tilgan yo'l. Agar jism to'g'ri chiziqli harakatlanayotgan bo'lib, unga harakat yo'nalishiga α burchak ostida yo'nalgan $\vec{F}$ o'zgarmas kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, u holda bu kuchning A ishi shu kuchning ko'chish yo'nalishiga proeksiyasi F_s bilan kuch qo'yilgan nuqtaning S ko'chishiga ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$A = F_s S = F S \cos \alpha \quad (1.30)$$

O'zgarmas kuchning bajargan ishi kuchni jism bosib o'tgan yo'lga va kuch bilan harakat yo'nalishi orasidagi burchak kosinusi ko'paytmasiga teng.

Bu formuladagi α burchakning har xil qiymatlariga mos kelgan xususiy hollarda bajarilgan ishlarni qarab chiqaylik:



1.9-rasm. Ishni toppish chizmasi.

1) Agar $\alpha = 0$ bo'lsa, $\cos\alpha = 1$ bo'lib, o'zgaras kuchning bajargan ishi maksimal va kuchning yo'l ko'paytmasiga teng bo'ladi: $A_m = F \cdot S$;

2) Agar $\alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lsa, $\cos\alpha > 0$ bo'lib, o'zgaras kuchning bajargan ishi musbat bo'ladi. Bu holda jismni harakatlantiruvchi kuch ish bajaradi;

3) Agar $\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo'lsa, $\cos\alpha = 0$ bo'lib, o'zgaras kuchning bajargan ishi nol bo'ladi. Masalan, jismning aylana bo'ylab harakatida jism bog'langan ipning taranglik kuchi (markazga intilma kuch) ish bajarmaydi.

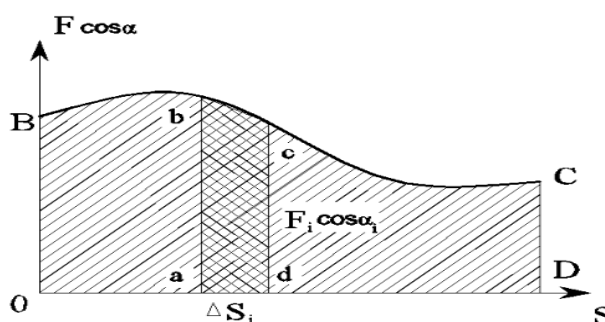
4) $\alpha = \pi$ bo'lsa, $\cos\alpha = -1$ bo'lib, kuch siljishga qarama-qarshi yo'nalgan va kuch bajargan ish manfiy bo'ladi.

Umumiy holda, kuch yo'nalishi bo'yicha ham, moduli bo'yicha ham o'zgarishi mumkin, shu sababli bu hollarda (1.30) formulani qo'llash mumkin emas.

Kuch o'zgaruvchan va yo'l egri chiziqli bo'lganda butun yo'lni shunday kichik $\Delta S_1, \Delta S_2, \Delta S_3, \dots, \Delta S_n$ kesmalarga bo'lamizki, bu kesmalarning har biriga ta'sir qiluvchi kushlarni o'zgaras deb hisoblash mumkin bo'lsin va mos ravishda $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$. Bunda butun yo'lda bajarilgan to'la ish quyidagiga teng:

$$A = \sum_{i=1}^n F_i \Delta S_i \cdot \cos\alpha_i \quad (1.31)$$

Agar o'zgaruvchan kuch grafigi BC egri chiziq bilan ifodalansa, yo'lning i – kesmasida bajarilgan ish grafikda $abcd$ to'g'ri to'rt burchakning yuzidan iborat bo'lsa, butun yo'l davomidagi to'la ish – $OBCD$ shakl maydoni bilan ifolanadi.



1.10-rasm. Bajarilgan ishni hisoblash chizmasi.

Agar OD yo'l cheksiz kichik dS kesmalarga bo'lingan bo'lsa, u holda (1.31) formulaning o'ng qismida turgan yig'indi integralga o'tadi va uning ifodasi quyidagicha bo'ladi

$$A = \int_0^{OD} F \cdot \cos\alpha \, dS$$

Ishning o'lchov birligi – *joul* (J). 1 J bu 1N kuchning 1m yo'lni o'tishda bajargan

ishiga tengdir. Bajarilayotgan ishning tezligini ifodalash uchun N quvvat degan tushuncha kiritiladi.

$$N = \frac{dA}{dt} \quad (1.32)$$

$\vec{F}$ kuchning dt vaqt ichida bajargan ishi $\vec{F}d\vec{r}$ bo'lsa, u holda kuchning shu vaqt ichida hosil qiladigan quvvati quyidagiga teng bo'ladi,

$$N = \frac{\vec{F}d\vec{r}}{dt} = \vec{F}d\vec{\vartheta} \quad (1.33)$$

ya'ni kuch vektorining bu kuch qo'yilgan nuqta harakati tezligi vektoriga skalyar ko'paytmasiga tengdir. Quvvat birligi – $Vatt (W)$. $1 W$ bu $1s$ da $1J$ ish bajarilgandagi quvvatdir. Quvvatning *ot kuch* deb ataluvchi birligi ham bor, $1 o.k. \approx 735W$ ga teng.

Har qanday mashinaning foydali ish koeffitsienti bilish muhim ahamiyatga ega. Har bir mashina dvigatel bilan harakatga keltiriladi va ma'lum ishni bajaradi.. Ammo dvigatel mashinani harakatga keltirishda, foydali ishdan tashqari foydasiz, lekin bajarilishi shart bo'lgan, masalan, qarshilik kuchiga va hokazolarga qarshi ishlarni ham bajaradi. Shuning uchun ham dvigatellar hamma vaqt mashinani harakatga keltirgan ishga qaraganda ko'proq ish bajaradi. Bundan ko'rinadiki, dvigatelning sarflangan ishining qancha ko'p qismina foydali ishni tashkil qilsa, mashina shuncha tejamli ishlaydi.

Mashinaning tejamlilikini xarakterlaydigan kattalikka uning foydali ish koeffitsienti ($F.I.K.$) deyiladi. Mashinaning $F.I.K.$ η harfi bilan belgilanadi.

Mashinaning *foydali ish koeffitsienti* deb sarflangan A_{um} umumiy ishining qancha qismini A_f foydali ishni tashkil qilganligini ko'rsatuvchi o'lchamsiz

kattalikga aytiladi, ya'ni :

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}}. \quad (1.34)$$

$F.I.K.$ har doim birdan kichik bo'ladi, u birga qancha yaqin bo'lsa, mashina shuncha tejamli bo'ladi. Agar $F.I.K.$ foizda ifodalansa, u vaqtda (1.34) formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\eta = \frac{A_f}{A_{um}} \cdot 100 \%. \quad (1.35)$$

Bajarilgan ishlar, $A_f = N_f t$ va $A_{um} = N_{um} t$ bo'lganligi uchun. $F.I.K.$ ni quvvat orqali ham ifodalash mumkin:

$$\eta = \frac{N_f}{N_{um}}, \quad (1.36)$$

yoki

$$\eta = \frac{N_f}{N_{um}} \cdot 100\%. \quad (1.37)$$

Mexanik energiya. Energiya jismning yoki jismlar tizimining ish bajara olish qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalikdir: energiya ma'lum sharoitlarda shu

tizim bajarishi mumkin bo'lgan ish miqdori bilan o'lchanadi. Mexanik tizimning kinetik energiyasi deb, bu tizimning mexanik harakati energiyasiga aytiladi. Agar $\vec{F}$ kuch tinch turgan jismga ta'sir qilsa jism harakatga keladi. U biror ish bajaradi va harakatlanayotgan jismning energiyasi sarflangan ishga teng miqdorda orttirma oladi. Shunday qilib, $\vec{F}$ kuchning tezlik 0 dan $\vec{v}$ gacha ortgan oraliqqa erishguncha bajargan dA ishi jismning dE_k kinetik energiyasini ortishiga sarf bo'ladi, ya'ni $dA = dE_k$

Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanib, quyidagini hosil qilamiz.

$$\vec{F} d\vec{r} = m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{r} = dA$$

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ bo'lgani uchun, $dA = m\vec{v}d\vec{v} = mvdv = dE_k$ bundan quyidagini hosil qilamiz.

$$dE_k = \int_0^v mvdv = \frac{mv^2}{2}$$

Shunday qilib, v tezlik bilan harakatlanayotgan m massali jism quyidagi formula bilan aniqlanuvchi kinetik energiyaga ega bo'ladi.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (1.38)$$

bu formuladan ko'rinadiki, kinetik energiya jismning faqat massasi va tezligiga bog'liqdir, ya'ni tizimning kinetik energiyasi uning tezligining funksiyasidir.

Potensial energiya jismlar tizimining mexanik energiyasi bo'lib, jismlarning bir-biriga nisbatan joylashishi va ular orasidagi o'zaro ta'sir xarakterini aniqlaydi. Faraz qilaylik, jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuch maydoni orqali amalga oshayotgan bo'lsin. Bu maydonda ta'sir etayotgan kuchlar natijasida jismni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajargan ishi, ko'chish trayektoriyasi shakliga bog'liq bo'lmasdan, faqat boshlang'ich va oxirgi holatlarigagina bog'liq bo'ladi. Bunday maydonga potensial maydon deyiladi va unga ta'sir etuvchi kuchlarga esa konservativ kuchlar deyiladi. Agar kuch ta'sirida bajarilgan ish, jismning bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chish trayektoriyasiga bog'liq bo'lsa, bunday kuchga dissipativ kuchlar deyiladi. Bunga misol, ishqalanish kuchlaridir. Potensial maydonda bo'lgan jism E_p potensial energiyaga ega bo'ladi. Tizim konfiguratsiyasining elementar o'zgarishida konservativ kuchlar bajargan ishi potensial energiya o'zgarishining minus ishora bilan olingan qiymatiga tengdir, chunki ish potensial energiyaning kamayishi hisobiga bajariladi:

$$dA = -dE_p.$$

dA ish $\vec{F}$ kuchning $d\vec{S}$ ko'chishga skolyar ko'paytmasiga teng bo'lgani uchun ifodani quyidagi ko'rinishida yozish mumkin:

$$\vec{F} d\vec{S} = dP.$$

Demak, $E_p(\vec{S})$ funksiya ma'lum bo'lsa, u holda formuladan $\vec{F}$ kuchni modul va yo'nalish jihatdan aniqlash mumkin. Potensial energiyani

$$E_p = - \int \vec{F} d\vec{r} + C$$

ko'rinishida yozish mumkin. Bunda C – integrallash doimiysi, ya'ni potensial energiya ixtiyoriy biror o'zgarmas son aniqligida aniqlanadi. Ammo bu fizik qonunlarga ta'sir ko'rsatmaydi, chunki ularga jism ikki xil holati potensial energiyalari ayirmasi yoki E_p ning koordinata bo'yicha hosilasi kiradi. Shu sababli jismning ma'lum bir holatidagi potensial energiyasi nolga teng deb olinadi, qolgan holatlardagi jismning energiyasi ana shu nolinchi sathga nisbatan hisoblanadi. Yerdan h balandlikka ko'tarilgan m massali jismning potensial energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_p = mgh \quad (1.39)$$

bunda h – potensial energiya $E_{0p} = 0$ bo'lgan holatdan boshlab hisoblangan balandlik, g – jismning og'irlik kuchi ta'sirida olayotgan tezlanishi. Yuqoridagi ifoda jismning og'irlik kuchi ta'sirida h balandlikdan Yer sirtida tushishda bajargan ishning potensial energiyaga tengligidan kelib chiqadi. Hisob boshi ixtiyoriy tanlangani uchun potensial energiya manfiy qiymatga ega bo'lishi mumkin. Yer sirtida yotgan jismning potensial energiyasini nolga teng deb qabul qilsak, u holda shaxta tubidagi jismning potensial energiyasi

$$E_p = -mgh$$

Elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasini. Endi elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasini topaylik. Elastik kuchlar deformatsiyaga proporsionaldir:

$$F = -kx \quad (1.40)$$

Elastik kuchlar x deformatsiyaga proporsionaldir $F = -kx$ elastik kuchning ox o'qi yo'nalishiga proeksiyasi. k – elastiklik koeffitsienti, minus ishora esa elastiklik kuchlarining deformatsiyaga qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini ko'rsatadi. Nyutonning uchinchi qonuniga binoan deformatsiyalovchi kuch modul jihatdan elastik kuchga teng va yo'nalish bo'yicha unga qarama-qarshidir $F = -F_x = kx$ kuchning juda kichik dx deformatsiyani amalga oshirishda bajargan elementar ishi,

$$dA = F_x dx = kx dx.$$

To'la ish esa quyidagiga teng bo'ladi

$$A = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

va u prujinaning potensial energiyani oshirishiga sarf bo'ladi. Shunday qilib elastik deformatsiyalangan jismning potensial energiyasi

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (1.41)$$

tizimning potensial energiyasi kinetik energiya singari tizim holati funksiyasidir u faqat tizim konfiguratsiyasidan va uning tashqi jismlarga nisbatan joylashishiga bog'liqdir. Tizimning to'la mexanik energiyasi – bu mexanik harakat energiyasi va o'zaro ta'sir energiyasi yig'indisidan iboratdir:

$$E = E_k + E_p \quad (1.42)$$

ya'ni potensial va kinetik energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuni bu ko'plab tajriba natijalarini umumlashtirish mahsulidir. Bu qonunni topish uchun massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$ bo'lgan va $\vec{\vartheta}_1, \vec{\vartheta}_2, \dots, \vec{\vartheta}_n$ tezlik bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtalarning yopiq tizimini qaraymiz. Faraz qilaylik, $\vec{F}_1^1, \vec{F}_2^1, \dots, \vec{F}_n^1$ lar shu nuqtalarning har biriga ta'sir ko'rsatayotgan ichki konservativ kuchlarning teng ta'sir etuvchilari va $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ lar esa tashqi kuchlarning teng ta'sir etuvchilari bo'lsin. Bundan tashqari moddiy nuqtalarga tashqi nokonservativ kuchlar ham ta'sir qiladi deb hisoblaymiz. Bu moddiy nuqtalarning har biriga ta'sir qiluvchi nokonservativ kuchlarning teng ta'sir etuvchilarini $\vec{f}_1^1, \vec{f}_2^1, \dots, \vec{f}_n^1$ bilan belgilaymiz. $\vartheta \ll c$ bo'lgan holda hamma moddiy nuqtalar massalari doimiy bo'lib, bu nuqtalar uchun Nyutonning ikkinchi qonuni tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$m_1 \frac{d\vec{\vartheta}_1}{dt} = \vec{F}_1^1 + \vec{F}_1 + \vec{f}_1^1$$

$$m_2 \frac{d\vec{\vartheta}_2}{dt} = \vec{F}_2^1 + \vec{F}_2 + \vec{f}_2^1$$

.....

$$m_n \frac{d\vec{\vartheta}_n}{dt} = \vec{F}_n^1 + \vec{F}_n + \vec{f}_n^1.$$

Kuchlar ta'sirida harakat qilib tizim nuqtalari dt vaqt oralig'ida mos ravishda $d\vec{S}_1, d\vec{S}_2, \dots, d\vec{S}_n$ ko'chishlarga erishsin. Har bir tenglamani mos ravishda skolyar ko'chishlarga ko'paytirib va $d\vec{r}_i = \vec{\vartheta}_i dt$ ekanini e'tiborga olsak u holda tenglamalar quyidagi ko'rinishga keladi:

$$m_1 (\vec{\vartheta}_1 d\vec{\vartheta}_1) - (\vec{F}_1^1 + \vec{F}_1) d\vec{r}_1 = \vec{f}_1^1 d\vec{r}_1$$

$$m_2(\vec{v}_2 d\vec{v}_2) - (\vec{F}_2^1 + \vec{F}_2) d\vec{r}_2 = \vec{f}_2^1 d\vec{r}_2$$

.....

$$m_n(\vec{v}_n d\vec{v}_n) - (\vec{F}_n^1 + \vec{F}_n) d\vec{r}_n = \vec{f}_n^1 d\vec{r}_n$$

Bu tenglamalarni o'zaro qo'shib quyidagini olamiz:

$$\sum_{i=1}^n m_i(\vec{v}_i d\vec{v}_i) - \sum_{i=1}^n (\vec{F}_i^1 + \vec{F}_i) d\vec{r}_i = \sum_{i=1}^n \vec{f}_i^1 d\vec{r}_i,$$

tenglikning chap tomonidagi birinchi hadi quyidagiga teng:

$$\sum_{i=1}^n m_i(\vec{v}_i d\vec{v}_i) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{m_i \vec{v}_i^2}{2} \right) = dE_k$$

Bunda dT - tizim kinetik energiyasining o'zgarishidan iboratdir, $i = 1, 2, 3, \dots$, qiymatlarni qabul qiladi. Ikkinchi had esa tizimga ta'sir etuvchi hamma ichki va tashqi konservativ kuchlarning bajargan elementar ishining teskari ishora bilan olingan qiymatidan iboratdir. Shunday qilib:

$$d(E_k + E_p) = dA \quad (1.43)$$

Tizimning birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tishida quyidagi o'rinli bo'ladi:

$$\int_1^2 d(E_k + E_p) = A_{12}$$

ya'ni tizim to'la mexanik energiyasi bir holatdan ikkinchi holatga o'tishida o'zgarishi tashqi nokonservativ kuchlarning bajargan ishiga teng ekan. Agar tashqi nokonservativ kuchlar bo'lmasa, u holda yuqoridagidan $d(E_k + E_p) = 0$ bundan

$$E_k + E_p = E = \text{const} \quad (1.44)$$

ya'ni tizim to'la mexanik energiyasi o'zgarmasdir. Bu mexanik energiyaning saqlanish qonunining formulasidan: o'zaro faqat konfederatev kuchlar bilan ta'sir qiluvchi jismlar tizimida mexanik energiya saqlanadi, ya'ni vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi. Jismlarga faqat konservativev kuchlar ta'sir qilayotgan mexanik tizimga konservativev tizim deyiladi. Mexanik energiyaning saqlanish qonunini quyidagicha tariflash mumkin: konservativ tizimlarda to'la mexanik energiya saqlanadi. Shunday qilib, energiya hech qachon yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, u faqat bir turdan boshqa turga aylanadi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining mohiyati shundan iboratdir, ya'ni materiya va uning harakati yo'q bo'lmaydi. .

6. Ish haqida umumiy malimotlar. Energiya manbalari. Tabiatda energiya zahiralari va ulardan amalda foydalanish istiqbollari.

O'zaro ta'sir etuvchi jismlar orasidagi energiya almashishini miqdor jihatdan izohlash uchun, shu jismga qo'yilgan kuchlarning bajargan ishi degan tushuncha kiritiladi. Mexanik ish skalyar kattalik bo'lib, kuch bilan kuch ta'siri yo'nalishida jism bosib o'tgan yo'lning ko'paytmasiga teng,

Ba'zi hodisalarda materiya harakatining turi o'zgarmaydi, boshqa hodisalarda esa boshqa turga o'tishi mumkin. Lekin hamma holda ham energiyaning bir jismdan ikkinchisiga bergan miqdori, ikkinchi jismning olgan miqdoriga teng bo'ladi. Boshqa jismlarning ta'siri natijasida jismning mexanik harakati o'zgaradi.

Energiya bu harakat va materiya turlarining o'zaro ta'sirini izohlovchi universal miqdoriy fizik kattalikdir. Materiyaning turli shakldagi harakatlari va ta'sirlari tufayli vujudga keladigan energiyalar turli shakllari mavjud: mexanik, issiqlik, elektromagnit, yadro va hokazo. Materiyaning turli shakldagi harakatlari bilan energiyaning turli shakllari bog'langandir. Tabiatda energiya manbalarining juda ko'plab turlari mavjuddir. Masalan, suv energiyasidan foydalanib elektr energiyasini hosil qilish mumkin va undan ko'plab maqsadlarda foydalanish mumkin. Xuddi shunday shamol, quyosh, issiqlik, atom va hokazo energiya manbalari mavjud bo'lib, ulardan elektr energiya hosil qilinadi va so'ng undan istalgan maqsadlarda foydalanish mumkin. Bu energiyalarning zahirasi bitmas-tugamasdir. Hozirgi vaqtda yadro energiyasidan foydalanish muammolarini echish olimlar orasidagi asosiy masalalardan hisoblanadi.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Tezlik deb nimaga aytiladi?
2. Tekis harakatni ta'riflang.
3. Tekis tezlanuvchan harakat deb nimaga aytiladi?
4. Tezlanish qachon manfiy bo'ladi?
5. Tekis tezlanuvchan (sekinlanuvchan) harakatda yo'l formulasi.
6. Burchakli tezlik deb nimaga aytiladi?

3- mavzu. Suyuqliklar mexanikasi.

Reja

1. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
 2. Gidrodinamika asoslari. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
 3. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
 4. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
 5. Yopishqoqlik koeffisientining haroratdan bog'likligi.
- Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar. Gidrodinamika asoslari.**

Gidrodinamika – bu uzluksiz muhit mexanikasi bo'lib, siqilmaydigan suyuqliklar va siqilmaydigan suyuqliklarning qattiq jismlar bilan ta'sirini o'rganadigan fizikaning bo'limidir.

Gidrodinamikaning asosiy vazifasi berilgan tashqi kuch ta'sirida harakatlanayotgan suyuqlik tezligi, bosimi va zichligini aniqlashdir.

Suyuqlik harakatini tavsiflash uchun uning har bir zarrasi holatini vaqt funksiyasi sifatida qarash kerakligi haqidagi nazariyani dastlab Lagranj va asosiy gidrodinamik usulni Eyler ishlab chiqqan.

Suyuqlik va gazlarning qattiq jismlardan farqi bo'ladigan asosiy tomoni ularning oquvchanligidir. Suyuqlik zichligini bosimga bog'liqligini e'tiborga olmasa ham bo'ladigan suyuqlik siqilmaydigan suyuqlik deb qabul qilish mumkin, aks holda ya'ni zichligini bosimga bog'liqligini e'tiborga olmaslik mumkin bo'lmagan suyuqlik siqiladigan suyuqlik deyiladi.

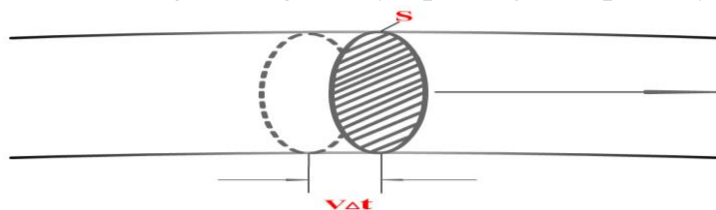
Ichki ishqalanishi bo'lmagan xayoliy suyuqlik ideal suyuqlik deyiladi.

Harakatdagi biror siqilmaydigan suyuqlik ichidagi hajmdan fikran bir qancha nuqtalar belgilab, ayni shu nuqtada bo'lgan suyuqlik zarralarining harakat tezligi vektorlar bilan tasvirlaymiz. Bu chiziqlarning har bir nuqtasidagi urinma suyuqlik zarralarining harakat tezligi vektori bilan ustma-ust tushsin. Bunday chiziqlar oqim chiziqlari deyiladi. Agarda suyuqlikning tezligi qaralayotgan hajmining har bir nuqtasida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bu suyuqlikning harakati barqaror harakat deyiladi.

Barqaror harakatda suyuqlik zarralarining traektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi.

Suyuqlik barqaror harakatlanishi uchun uni harakatga keltiruvchi kuch vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligi kerak.

Harakatlanayotgan suyuqlikda oqim chiziqlari kesishmaydi. Oqim chiziqlari bilan chegaralangan hajmning yon sirtlaridan suyuqlik o'ta olmaydi va bu hajm g'uyoki suyuqlik o'ta olmaydigan devorli nayga o'xshab qoladi. Shuning uchun oqim chiziqlari bilan chegaralangan suyuqlik hajmi oqim nayi deyiladi.

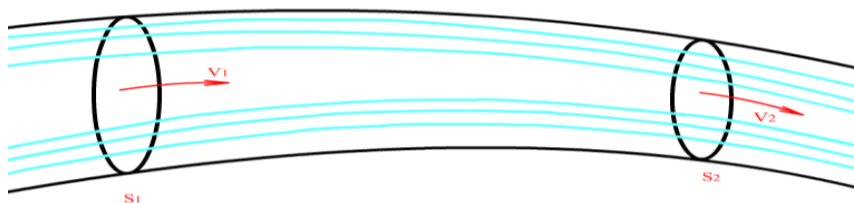


3.2-rasm. Oqim nayida kesmalar.

Ko'ndalang kesim yuzasi qisqarib beruvchi oqim nayini olib ko'raylik.

Suyuqlik oqish tezligi $\mathcal{Q}_1$ bo'lgan S_1 va suyuqlikning oqish tezligi $\mathcal{Q}_2$ bo'lgan S_2 kesimli holatlariga ko'rib chiqaylik.

Suyuqlik uzulmagan yon tomonlarga o'tmagani va siqilmagani uchun Δt vaqt oralig'ida bu kesimlardan bir xil hajmdagi, bir xil massali (Δm) suyuqlik o'tadi. Keng kesimdan oqib o'tayotgan suyuqlik hajmining shakli asosan S_1 va balandligi $\mathcal{Q}_1 \Delta t$ bo'lgan silindr shaklida bo'ladi va $S_1 \mathcal{Q}_1 \Delta t$ ga tengdir.



3.3-rasm. Oqim nayida suyuqlikning harakati.

Xuddi shuningdek tor kesimidan oqib o'tayotgan suyuqlikning hajmi $S_2 g_2 \cdot \Delta t$ ga tengdir. U holda $S_1 g_1 = S_2 g_2$ binobarin $\frac{g_1}{g_2} = \frac{S_2}{S_1}$ kesimlar ixtiyoriy tanlangani uchun

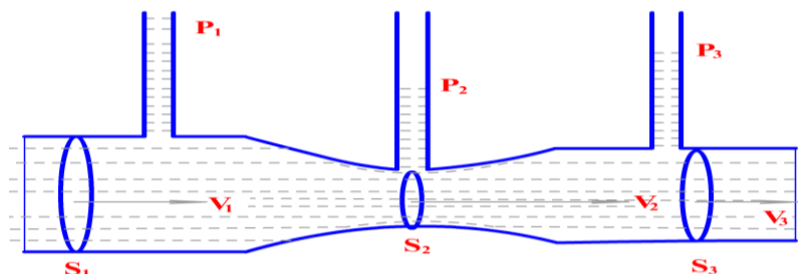
$$Sg = \text{const}$$

deb yozish mumkin va bu munosabat oqimning uzluksizlik tenglamasi deyiladi.

Uzluksizlik tenglamasi gidrodinamikada massa saqlanish qonunining matematik ifodasidir. Berilgan oqim nayi uchun, nay ko'ndalang kesim yuzining suyuqlikning oqish tezligiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir.

Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi suyuqlik siqilishini e'tiborga olmagan hollar uchun o'rnlidir.

Bu tenglama faqat oqim nayi uchungina emas har qanday real quvur, daryo yoki ariqlar o'zani uchun ham o'rnlidir. Ushbu tenglamaga muvofiq daryo o'zanining mayda va tor qismlarida oqim tezligi keng va chuqur qismlaridagidan katta bo'ladi.



3.4- rasm. Turli radiusli kesimlarda bosim.

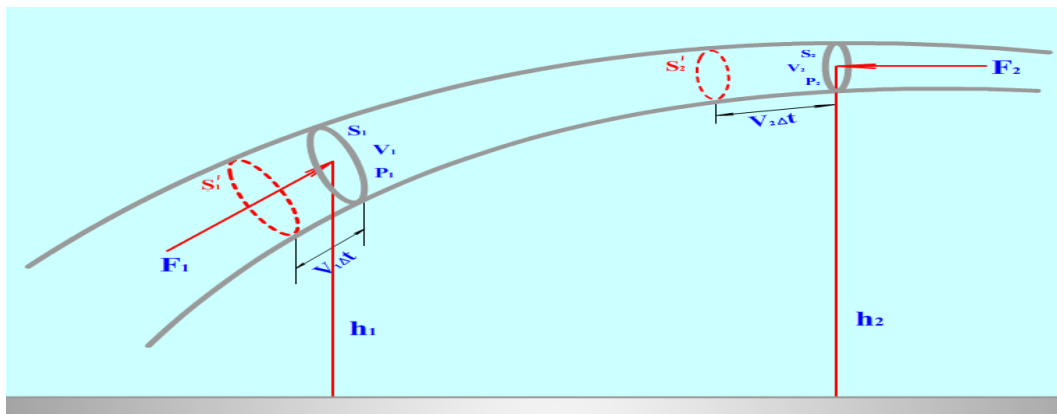
Oqim nayining tor joylarida oqim tezligi katta bo'ladi va rasmda ifodalanishida oqim chiziqlari zich bo'ladi.

Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.

Faraz qilaylik o'zgaruvchan kesimli qiya oqim nayi bo'ylab ΔV hajmli va Δm massali suyuqlik A holatdan B holatga oqib o'tayotgan bo'lsin. Hajmning kichikligini e'tiborga olib suyuqlik zarralari bir xil sharoitda deb qabul qilish mumkin.

A holatda suyuqlik bosimi P_1 va tezligi g_1 hamda boshlang'ich holatdan h_1 balandlikda bo'lsin. B-holatda esa P_2, v_2, h_2 bo'lsin. Ushbu holatlarda oqim nayining ko'ndalang kesim yuzasi mos holda S_1 va S_2 bo'lsin.

Suyuqlik hajmi $\Delta V = S_1 \Delta \ell_1 = S_2 \Delta \ell_2$ ga teng bo'ladi. Suyuqlik hajmining kichikligi tufayli nay ko'ndalang kesimi yuzalari S_1 va S_2 ni $\Delta \ell_1$ va $\Delta \ell_2$ kesimlarda o'zgarishsiz deb qabul qilish mumkin.



3.5-rasm. Bernulli tenglamasini chiqarish uchun chizma.

Δm massali suyuqlikning nay bo'ylab harakati tashqi bosim kuchi tufayli ro'y beradi. Tashqi bosim kuchi F_1 oqib kiruvchi massani $g_1 \Delta t$ yo'lda siljitishda ΔA_1 ishni bajaradi, ayni shu vaqtda oqib chiquvchi massa tashqi F_2 bosim kuchiga qarshi $g_2 \Delta t$ yo'lda ΔA_2 ish bajaradi. Shuning uchun $\Delta A_1 = F_1 g_1 \cdot \Delta t$, $\Delta A_2 = -F_2 g_2 \cdot \Delta t$ izlanayotgan ish esa $\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 = F_1 g_1 \Delta t - F_2 g_2 \Delta t$.

Bu ish A holatdan B holatga o'tuvchi Δm massaning kinetik va potentsial energiyalarining o'zgarishiga sarf bo'ladi.

$$\Delta W = \frac{\Delta m g_2^2}{2} + \Delta m g h_2 - \frac{\Delta m g_1^2}{2} - \Delta m g h_1$$

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, energiya o'zgarishi Δm massaning siljitishda tashqi kuchlar bajargan ΔA ishga teng bo'lishi kerak.

$$\Delta W = \Delta A$$

Quyidagini nazarga olib $F_1 = P_1 S_1$ VA $F_2 = P_2 S_2$ ishni quyidagicha yozish mumkin.

$$\Delta A = P_1 S_1 g_1 \Delta t - P_2 S_2 g_2 \Delta t$$

$S_1 g_1 \Delta t = S_2 g_2 \Delta t = \Delta V$ bu erda ΔV -ko'rilayotgan massalarning har birining hajmi. SHuning uchun $\Delta A = P_1 \Delta V - P_2 \Delta V$

$$\text{Binobarin} \quad P_1 \Delta V - P_2 \Delta V = \left(\Delta m g h_2 + \frac{\Delta m g_2^2}{2} \right) - \left(\Delta m g h_1 + \frac{\Delta m g_1^2}{2} \right).$$

Ushbu tenglama hadlarini qayta guruhlaganimizdan keyin quyidagini hosil qilamiz;

$$\frac{\Delta m g_2^2}{2} + \Delta m g h_2 + P_2 \Delta V = \frac{\Delta m g_1^2}{2} + \Delta m g h_1 + P_1 \Delta V$$

Bu tenglikni ikkala tomonini ΔV ga bo'lib va $\frac{\Delta m}{\Delta V} = \rho$ suyuqlik zichligi ekanligini nazarga olib quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{\rho g_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 = \frac{\rho g_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1$$

A va B holatlar ixtiyoriy olingani uchun oqim nayining har qanday joyida quyidagi shart saqlanib qoladi.

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + P = const$$

Bu munosabat Bernulli tenglamasi deb yuritiladi.

Tenglamaning chap qismini bosim kattaliklari deb qarash mumkin. $P = P_{cm}$ statik bosim, $\rho \frac{g^2}{2} = P_{oun}$ dinamik bosim, $\rho g h = P_{zudp}$ gidravlik bosim deyiladi.

Bernulli tenglamasini quyidagicha ta'riflash mumkin.

Siqilmaydigan ideal suyuqlikning barqaror oqimida dinamik, gidravlik va statik bosimlarning yig'indisidan iborat to'liq bosim oqimning har qanday kesimida ham o'zgarmasdir.

Bernulli qonuni harakatdagi suyuqlik va gazlar dinamikasining asosiy qonuni hisoblanadi. Bernulli tenglamasining birinchi hadi suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri keladigan energiyasi yoki suyuqlikning solishtirma kinetik energiyasi, ikkinchi hadi suyuqlikning og'irlik kuchi maydonidagi solishtirma potensial energiyasi, uchinchi hadi suyuqlikning bosim kuchlaridan hosil bo'lgan solishtirma energiyasidan iborat bo'lgani uchun bu tenglama energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi.

Gorizontal oqim nayi uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\frac{\rho g^2}{2} + P = const$$

Ushbu tenglamadan Bernulli qoidasi degan xulosa chiqarish mumkin. Oqim nayining tor joylarida suyuqlik oqish tezligi ortadi statik bosim esa kamayadi.

Ushbu qoidani gazlarning siqilishi va yopishqoqligini nazarga olmasa bo'ladigan hollarda gazlarga tadbiq etish mumkin.

Nayning tor joyida uzluksizlik shartiga muvofiq nayning tor joyida oqim tezligi oshadi va potensial energiya hisobiga kinetik energiyasi ham oshadi hamda statik bosimi kamayadi. Nayning keng sohasiga o'tganda oqim tezligi kamayadi va

kinetik energiyasining bir qism potensial energiyaga qaytadan o'tadi, shuning hisobiga statik bosim ham ortadi.

Shunday holatlar mavjudki, quvur tor joylarida suyuqlikning statik bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'ladi, oqimning shu joyida so'rish kuchi paydo bo'ladi. Naydan chiqish joyida esa suyuqlik statik bosimi atmosfera bosimiga teng bo'ladi.

So'rish ta'siriga ega bo'lgan nayning tor joyidan chiquvchi suv, bug' va havoning ochiq fazoga chiqishiga asoslangan holda suv jarayonli nasos, suv va rangli bo'yoqlarni purkagich, bug' jarayonli nasos va injektorlar korbyuratorlar ishlaydi.

Nyuton qonuni. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.

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

$$F = \eta \left| \frac{\Delta V}{\Delta X} \right| \quad (3.1)$$

Bu yerda η - suyuqlik tabiatiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, **dinamik yopishqoqlik** yoki yopishqoqlik deyiladi. Yopishqoqlik koeffisientining o'lchov birligi Paskal. sekund bo'lib, bu lominar oqim uchun tezlik gradiyenti 1m^2 da 1 m/s ga o'zgaradigan va 1m^2 yuzasida 1N 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 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.

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8\eta \ell} \quad (3.2)$$

Bund r - nay radiusi. (3.2) ifoda yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim lominar bo'lishi kerak. Turbulent oqim uchun Puazeyl formulasini qo'llab bo'lmaydi. Odatdagi hollarda oqim lominar bo'lishi uchun nay diametri kichik bo'lishi zarur. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik **kinematik yopishqoqlikdir**

$$\vartheta = \frac{\eta}{\rho} \quad (3.3)$$

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

$$\vartheta = \vartheta_o \frac{\tau}{\tau_o} \quad (3.4)$$

ifoda orqali hisoblanadi. Bunda ϑ va ϑ_o mos ravishda noma'lum va etalon suyuqliklar kinematik yopishqoqligi, τ va τ_o lar esa bu suyuqliklar uchun oqib o'tish vaqti. Ko'pchilik viskozimetrlarda etalon suyuqlik sifatida suv olinadi va uning oqib o'tish vaqti va kinematik yopishqoqligi viskozimetr doimiysi sifatida beriladi. Shu sababli tajribada 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. 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.

$$R_e = \frac{DV\rho}{\eta} \quad (3.5)$$

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.

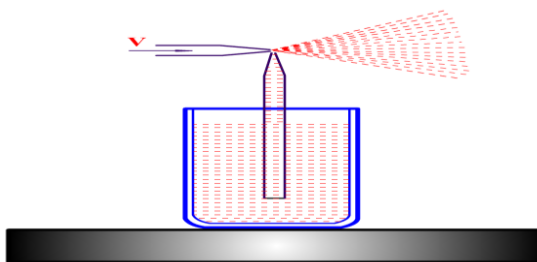
Yopishqoqlikning qishloq xo'jalik mashinalarida va boshqa mexanizmlardagi roli. Yopishqoqlikning haroratdan bog'liqligi.

Suyuqlik yoki gazlarning so'rish ta'siri asosida ishlaydigan ayrim qurilmalarning ba'zilarini keltiramiz. O'simliklarga dori purkagich qurilmasida nayning bo'lingan qismini o'rab turgan A qismidagi havo va V naycha orqali atmosferadan yoki biror idishdan nay ichiga so'riladi. Tashqi bosim kuchi tufayli dori purkagichdan suyuqlik va gaz aralashmasi katta tezlikda chiqadi.

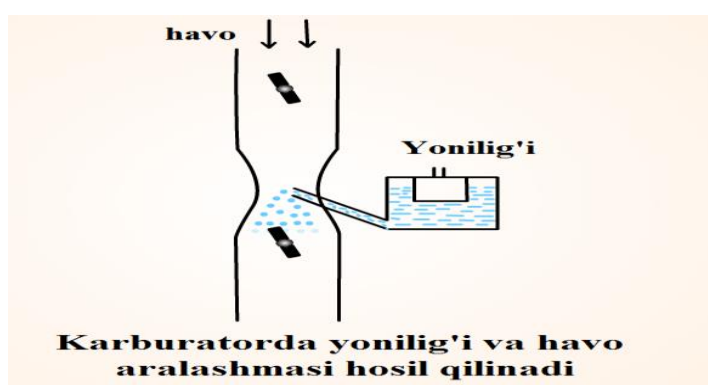


3.6-rasm. Naylarda bosimni o'lchash

Rangli bo'yoqlarni yoki o'simliklarga suvni parchalatib sepuvchi qurilma tuzilishi quyida keltirilgan.



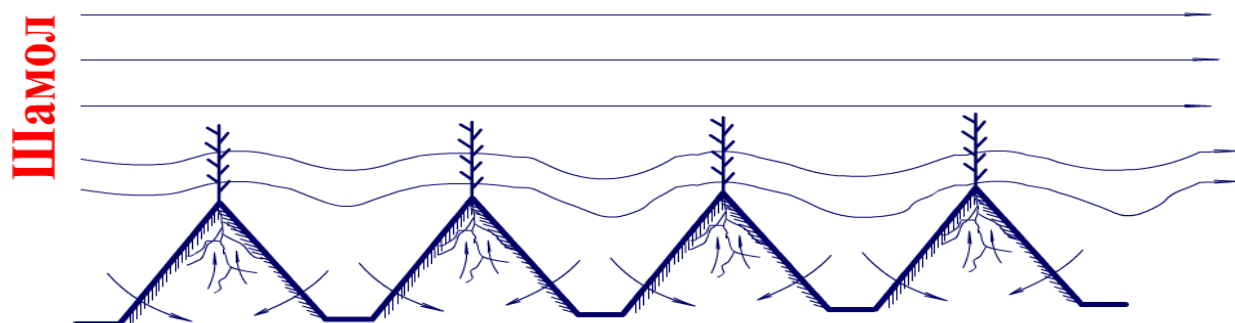
3.7-rasm. Dori purkagich qurilmasining ishlashi.



Tuproq aeratsiyasi. Notekis yer sirti; masalan, jo'yaklar pushtalar bilan navbatlashib turadigan haydalgan yerni ko'z oldimizga keltiraylik. Shamol jo'yaklar yo'nalishiga perpendikulyar esayotgan bo'lsin. Bunday notekisliklar havo oqimining xarakteriga ta'sir qilishi ravshan: yerga yaqin joyda oqim chiziqlari egrilanadi va faqat yerdan biror balandlikdagina to'g'rilanadi. Shuning uchun Yer yaqinidagi havo o'ziga xos oqim nayi (aniqrog'i "oqim qatlami") bo'ladi, uning o'zgaruvchan kesimi pastdan Yer sirti bilan, yuqoridan esa oqimning qo'zg'almas chiziqlari hosil qilgan eng yaqin gorizontaal sirti bilan chegaralangan. Nayning kesimi jo'yaklar ustida eng katta, do'ngliklar ustida eng kichik bo'ladi. U holda uzluksizlik tenglamasi va Bernulli tenglamasiga muvofiq havoning jo'yaklar ustidagi bosimi ($\sigma_1 < \sigma_2 : \rho_1 > \rho_2$). Buning natijasida tuproqning sirt qatlamida tuproq havosining jo'yaklar tubidan do'ngliklar qirrasiga qarab yo'nalgan harakati vujudga keladi. Bu harakat tuproq bilan atmosfera orasida gaz almashinuviga sabab bo'ladi. Bu hodisa tuproqning aeratsiyasi deb ataladi. Aeratsiya tuproq havosini kislorod bilan, Yer sirti yaqinidagi havoni esa karbonat anhidrid bilan boyitib turadi, natijada o'simliklarning o'sishi uchun qulay sharoit yaratiladi.

Shamolning tezligi ancha katta bo'lganda tuproqda havoning harakati intensivlashadi, natijada tuproq zarralarining emirilishi (maydalanishi) ro'y beradi.

Shunday qilib, shamol aeratsiyasi tufayli tuproqning mayda zarrali strukturasi vujudga keladi.



3.8-rasm. Tuproq aeratsiyasi

Yopishqoqlikning haroratdan bogʻliqligini biz yuqorida aytib oʻtdik. Haroratning oshishi bilan suyuqliklar yopishqoqligi kamayadi. Buning ahamiyatida, chunki koʻplab mashina mexanizmlarda, jumladan qishloq xoʻjalik mashinalarida bir-biriga ishqalanuvchi qismlarning ishqalanishini kamaytirish uchun moylar surtiladi. Ayniqsa dvigatelga solinadigan moylarning ishqalanishi haroratdan bogʻlanganligini bilish juda muhimdir. Chunki bir dvigatelga moʻljallangan moy, ikkinchi dvigatelga mos kelmaydi, sababi ular yopishqoqligining haroratdan bogʻlanishidir. Dinamik yopishqoqlik yoki yopishqoqlikning fizik maʼnosi: agar suyuqlik qatlam tezlik gradiyenti bir birlikka teng boʻlsa, ishqalanuvchi qatlam yuzaning birlik yuzasiga taʼsir etuvchi ichki ishqalanish kuchiga teng boʻlgan skolyar kattalikdir. Dinamik yopishqoqlik η quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \lambda, \quad (3.10)$$

bu yerda ρ – zichlik, $\bar{v}$ – molekula tezligi, λ – molekula erkin chopish masofasi. Yopishqoqlik qanchalik katta boʻlsa, unda shuncha katta ichki ishqalanish kuchlari vujudga keladi va bu suyuqlik ideal suyuqlikdan shunchaga farq qiladi. Yopishqoqlik haroratdan bogʻliq boʻlib, suyuqlik va gazlar uchun turlichadir. Suyuqliklar uchun harorat oshganda η kamayadi, gazlarda esa teskari holat yuz beradi. Suyuqlik yopishqoqligini aniqlash katta ahamiyatga ega boʻlib bir qancha usullar mavjud.

Molekulalar harakati haroratdan bogʻliq boʻlganligi uchun, yopishqoqlik koeffitsienti ham haroratdan bogʻliqdir. Lomina oqim oddiy boʻlib tezlik kichik boʻlganda yuz beradi. Agarda tezlik oshsa oqim turbulent holatga oʻtadi.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Ko'chish hodisasini tafsiflang va ularni ifodalavchi umumiy tenglama keltirib chiqaring.
2. Diffuziya hodisasi gazlarda, suyuqlikda va qattiq jismlarda qanday hosil bo'ladi?
3. Suyuqliklarning asosiy xossalariga to'xtaling.
4. Suyuqliklarning issiqlik sig'implari, suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi, suyuqliklarning izotermik siqiluvchanligi to'g'risida ma'lumot bering.
5. Sirt tarangligi kuchining paydo bo'lishini tushuntiring.
6. Sirt tarangligi koeffitsiyenti nima va u qanday birlikda o'lchanadi.
7. Laplas formulasining ma'nosini tushuntiring.
8. Kapilyar hodisalar deb nimaga aytiladi?

4- mavzu. Termodinamika asoslari.

Reja

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

Ochiq va yopiq termodinamik tizimlar. Termodinamika qonunlari.

Termodinamika issiqlik, ish va boshqa turdagi energiyalarning o'zaro bog'lanishi va bir—biriga aylanishi haqidagi ta'limotdan iborat bo'lib, unda molekulyar harakatning aniq bir formasi olib qaralmasdan, shu modda xossalarini butunicha xarakterlaydigan makroskopik parametrlarning o'zgarishi asosida xulosalar chiqariladi. Tajribada aniqlangan uning qonunlari molekulyar harakatlar bilan bog'lanmasdan, butun tizim uchun qo'llaniladi.

Termodinamik tizim deb, termodinamika usuli bilan o'rganiluvchi bir yoki bir necha jismdan iborat, fikran ajratilgan sistemaga aytiladi. Shu tizimga kirmagan barcha boshqa jismlarga tashqi muhit deyiladi. Agar termodinamik tizimda tashqi muhit bilan modda yoki energiya almashinuvi ro'y bersa, bunday tizimga *ochiq termodinamik tizim*, modda yoki energiya almashinuvi ro'y bermasa *yopiq termodinamik tizim* deyiladi.

Termodinamik tizim holati termodinamik parametrlar bilan xarakterlanadi. Termodinamik parametrlarga temperatura, bosim, hajm, konsentratsiya, zichlik, magnit yoki dielektrik xossalarni xarakterlovchi kattaliklar va hokozalar kirishi mumkin. Sistemaning termodinamik holati shu parametrlar to'plami bilan aniqlanadi. Shu parametrlardan birortasining vaqt o'tishi bilan o'zgarishiga *termodinamik jarayon* deyiladi. Termodinamik jarayon davomida tizim holatini xarakterlovchi bir yoki bir necha parametrlar o'zgarishi mumkin. Termodinamik

parametrlar ekstensiv va intensiv kattaliklarga bo'linadi. Ekstensiv parametrlar termodinamik tizimdagi modda miqdoriga bog'liq bo'lib (masalan, konsentratsiya, zichlik), intensiv parametrlar modda miqdoriga bog'liq emas (masalan, bosim, harorat). Bundan tashqari termodinamik parametrlar ichki va tashqi bo'lishi mumkin. Tashqi parametrlar tizimning fazoda joylashish o'rni va shunga o'xshash kattaliklar bilan xarakterlansa (masalan, hajm), ichki parametrlar shu tizimni tashkil etuvchi zarra va jismlar holatiga bog'liq kattaliklar (ichki energiya, bosim) bilan xarakterlanadi. Biror tizimga nisbatan ichki bo'lgan parametrlar boshqa tizimga nisbatan tashqi bo'lishi mumkin.

Termodinamik tizim holatini xarakterlovchi hamma parametrlar ma'lum bo'lsa, tizim holati aniqlangan hisoblanadi. Termodinamik tizim holatini aniqlovchi parametrlar vaqt o'tishi bilan doimiy qolsa, bunday holatga *termodinamik muvozanat holat* deyiladi. Tizim termodinamik muvozanat holatida bo'lganda tizimning hamma qismlarida harorat bir xil bo'ladi.

Termodinamikada tizimlarining faqat termodinamik muvozanat holati yoki bir–biridan juda kam farq qiladigan va uzluksiz davom etadigan kvazistatsionar jarayonlar o'rganiladi. Agar termodinamik tizim bir holatdan ikkinchi holatga o'tib, yana shu yo'l bilan boshlang'ich holatga qaytganda tizimning o'zida va tashqi muhitda hech qanday o'zgarish ro'y bermasa, bunday jarayonga *qaytar jarayon* deyiladi. Bundan chetlanish bo'ladigan barcha jarayonlar *qaytmas jarayonlardir*. Muvozanatli jarayonlar qaytar jaryonlardir.

Termodinamikadagi muhim tushunchalardan biri termodinamik faza tushunchasidir. Termodinamik faza deb, bir yoki bir necha jismlar tizimidan iborat muvozanat holatdagi va boshqa tizimlardan ma'lum sirt bilan ajralgan bir jinsli, gomogen tizimga aytiladi. Masalan, berk idishga suv solingan bo'lsa, odatdagi haroratlarda suv suyuq va bug' fazasida bo'ladi. Termodinamik tizimni tashkil etuvchi jismlarning barcha energiyalari – molekulalarning ilgarilanma, aylanma, tebranma harakat energiyalari, ularning o'zaro ta'sir energiyalari, kimyoviy energiyasi, yadro energiyasi, magnit energiyasi va h.k. energiyalarining yig'indisi tizimning ichki energiyasi deyiladi.

Termodinamikada ham jism–moddaning modeli sifatida statistik fizikadagi kabi ideal gaz olinsa, uning qonunlarini tushuntirish bir muncha osonlashadi. Ideal gaz uchun qo'llaniladigan barcha qonunlar moddaning boshqa modellari uchun ham o'rinlidir. Shunday qilib, termodinamika turli xil energiyalarning o'zaro bog'lanishi va bir–biriga aylanishi to'g'risidagi ta'limot bo'lib, o'zining uchta asosiy qonunlariga asoslanadi.

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish va aylanish qonunidan iborat va bu qonun barcha termodinamik tizimlar uchun umumlashtiriladi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni tabiatda sodir bo'ladigan jarayonlarning yo'nalishini aniqlaydi va aylanma jarayonlarda issiqlikning qancha qismini mexanik ishga aylantirish mumkin ekanligini ko'rsatadi.

Termodinamikaning uchinchi qonuni esa tabiatda barcha jarayonlarning birortasi bilan ham mutloq nol temperaturaga erishib bo'lmazligini ko'rsatadi.

Ana shu qonunlar va ulardan kelib chiqadigan xulosalar bilan tanishamiz.

Termodinamikaning birinchi qonuni, yuqorida ta'kidlanganidek, tizimdagi turli xil energiyalarning o'zaro bog'lanishi va bir—biriga aylanish qonunidan iborat. Bu energiyalar ish, issiqlik va ichki energiyadir.

Ichki energiya. Yuqorida ta'kidlanganidek, tizimni tashkil etuvchi zarralarning barcha energiyalarining yig'indisi ichki energiyani tashkil etadi. Ideal gazlarning molekulari o'zaro ta'sirlashmaganliklari uchun ularning potensial energiyalari nolga teng. Shuning uchun ham bunday gazlarning ichki energiyasi faqatgina ularning kinetik energiyasidan iborat bo'ladi. Binobarin, ideal gazlar uchun

$$U = E_k = \frac{i}{2} kT \quad (4.1)$$

bu formuladagi i gaz molekularining erkinlik darajalari soni. Ichki energiya termodinamik tizimlarning faqat muvozanat holatiga tegishlidir va shuning uchun ham u faqatgina holatning funksiyasidan iborat. Bir holatdan ikkinchi holatga o'tish yo'lga bog'liq emas. Boshqacha qilib aytganda, tizim bir holatdan ikkinchi holatga o'tib, yana boshlang'ich holatga qaytib kelsa, uning o'zgarishi nolga teng. Shuning uchun u to'liq differensialdan iborat, yani

$$\oint dU = 0 \quad (4.2)$$

shartdan topiladi va uning o'zgarishi dU bilan belgilanadi. Moddalarning ichki energiyasi ularning temperaturasi va hajmining funksiyasidan iborat. Ish va issiqlik holat funksiyalari bo'lmaganliklari sababli ular to'liq differensial emas va shuning uchun ham ular δA va δQ bilan belgilanadi.

Yopiq termodinamik tizim uchun termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: termodinamik tizimga berilayotgan issiqlik miqdori δQ , shu tizim ichki energiyasining o'zgarishi dU ga va tizimning bajargan ishi δA ga sarflanadi, ya'ni

$$\delta Q = dU + \delta A \quad (4.3)$$

Agar ish tizim ustidan bajarilsa

$$\delta Q = dU - \delta A \quad (4.4)$$

bo'ladi. Termodinamik tizim ideal gazdan iborat bo'lsa, bu qonunni

$$\delta Q = dU + PdV \quad (4.5)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Shunday qilib, termodinamikaning birinchi qonuni issiqlik qatnashadigan energiyaning saqlanish qonunidir. Tizim tomonidan bajariladigan ish tizim holatini xarakterlaydigan makroskopik parametrlarning o'zgarishi bilan amalga oshirilsa, issiqlikning uzatilishi tizimni tashkil etuvchi molekulyar zarralarning harakati bilan amalga oshiriladi. Binobarin, makroskopik parametrlarning o'zgarishi molekulyar harakat xarakterining o'zgarishi tufayli ro'y beradi.

Issiqlik miqdori. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.

Moddani isitish uchun sarflanayotgan issiqlik miqdori isitilayotgan modda turiga, uning massasiga va qanday haroratgacha qizdirilishiga bog'liq. Moddaning ana shunday isitilish xossalarini xarakterlash uchun issiqlik sig'imi tushunchasi kiritiladi.

Jismning issiqlik sig'imi deb, jismga berilgan δQ issiqlik tufayli jismning harorati dT miqdorga ortsa, berilgan issiqlik miqdori δQ ning shu ortgan dT harorati nisbatiga aytiladi: $C = \frac{\delta Q}{dT}$ (4.6)

Jismning massa birligiga to'g'ri keluvchi issiqlik sig'imiga solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi: $C_m = \frac{\delta Q}{mdT}$ (4.7)

Solishtirma issiqlik sig'imi J/kg·K larda o'lchanadi. Solishtirma issiqlik sig'imi jismning o'zini emas, jismni tashkil etgan zarralarni xarakterlaydi.

Jismning bir moliga to'g'ri keluvchi issiqlik sig'imiga molyar issiqlik sig'imi deyiladi $C_\mu = \frac{\delta Q}{\nu dT}$

Molyar issiqlik sig'imi $\frac{J}{mol \cdot K}$ larda o'lchanadi.

Shunday qilib, istalgan m massali jismni dT haroratga isitish uchun ketgan issiqlik miqdori, shu jismning massasi, isitilish haroratlari intervaliga va solishtirma issiqlik sig'imiga bog'liq:

$$\delta Q = C_m mdT \text{ yoki } \delta Q = C_\mu = \nu dT.$$

Moddalarning issiqlik sig'implari isitish usuliga ham bog'liq. Masalan, ayrim moddalarning hajmini yoki bosimini o'zgartirmasdan ma'lum haroratgacha qizdirish uchun sarflanadigan issiqlik miqdorlari bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun doimiy hajm va doimiy bosimdagi molyar issiqlik sig'implari alohida indekslar bilan belgilanadi. $C_{\mu V}$ – o'zgarmas hajmdagi, $C_{\mu P}$ – o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'implarini ifodalaydi.

Agar gaz o'zgarmas hajmda isitilayotgan bo'lsa, $V = const$ bo'lgani uchun $dV = 0$. Bunday holatda gaz kengaymaydi va shuning uchun ham ish bajarilmaydi

$\delta A = P = PdV = 0$. Ushbu hol uchun termodinamikaning birinchi qonuni:

$$(\delta Q)_V = dU \quad (4.8)$$

bo'lganligi uchun
$$C_{\mu V} = \left(\frac{\delta Q}{v dT} \right)_V = \left(\frac{dU}{v dT} \right)_V \quad (4.9)$$

bundan esa
$$dU = v C_{\mu V} dT \quad (4.10)$$

kelib chiqadi. Bu formuladan 1 mol ideal gaz uchun

$$U = C_{\mu V} T$$

ekanligi ko'rinadi. Bulardan ideal gazning ichki energiyasi gaz hajmiga bog'liq bo'lmasdan, faqat gazning mutloq harorati bilan aniqlanadi, degan xulosaga kelinadi. Bu tasdiqqa Joule qonuni deyiladi.

Yuqoridagilardan termodinamikaning birinchi qonunini

$$\delta Q = v C_{\mu V} dT + P dV \quad (4.11)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Bu tenglikdan muhim xulosalar kelib chiqadi: agar gazning hajmi doimiy qolsa, issiqlik ham ichki energiya kabi holatning funksiyasidan iborat bo'ladi.

Agar gaz o'zgarmas bosimda qizdirilayotgan bo'lsa,

$$(\delta Q)_P = dU + (PdV)_P = d(U + PV)_P \quad (4.12)$$

va
$$C_{\mu P} = \left(\frac{\delta Q}{v dT} \right)_P = \frac{d(U + PV)_P}{v dT} \quad (4.13)$$

bo'lganligi uchun doimiy bosimdagi issiqlik sig'imi ham holat funksiyasidan iborat. Bu ifodadagi
$$H = U + PV \quad (4.14)$$

kattalikka entalpiya deyiladi. U holda

$$C_{\mu P} = \left(\frac{dH}{v dT} \right)_P \quad (4.15)$$

deb yozish mumkin.

Moddalarning ichki energiyasi harorat va hajmning funksiyasidan iborat, ya'ni $U = U(T, V)$ bo'lganligi uchun

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV \quad (4.16)$$

ularning issiqlik sig'imi

$$C = \frac{\delta Q}{v dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T \right] \frac{dV}{dT} \quad (4.17)$$

ifodaga teng bo'ladi. Bu ifodaning o'ng tomoni sodir bo'layotgan jarayonga bog'liq.

Agar $V = \text{const}$ bo'lsa, $dV = 0$ bo'lganligi uchun

$$C_{\mu V} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \quad (4.18)$$

hosil bo'ladi.

Agar $P = \text{const}$ bo'lsa

$$C_{\mu P} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V + \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T\right] \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \quad (4.19)$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

(4.18) va (4.19)ni taqqoslasak

$$C_{\mu P} = C_{\mu V} + \left[P + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T\right] \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \quad (4.20)$$

ekanligini ko'ramiz.

Agar qaralayotgan modda ideal gaz bo'lsa, uning ichki energiyasi hajmiga bog'liq bo'lmaganligi tufayli $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ va bir mol ideal gaz uchun $PV = RT$ dan

$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{R}{P}$ bo'lganligi uchun

$$C_{\mu P} = C_{\mu V} + R \quad (4.21)$$

munosabatni olamiz.

Bir mol ideal gaz uchun o'rinli bo'lgan bu tenglamaga Mayer tenglamasi deyiladi.

Termodinamikaning birinchi qonunini izojarayonlarga qo'llash.

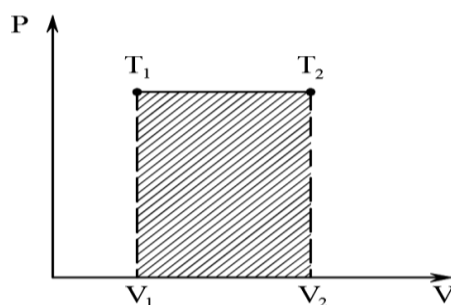
Ushbu paragrafda ideal gazlardagi izojarayonlarga termodinamika birinchi qonunining tadbig'ini ko'raymiz.

1. **Izobarik jarayon.** Bu jarayon davomida ideal gaz holatini aniqlovchi parametrlardan bosim doimiy ($P = \text{const}$) qolib, gazning haroati o'zgarishi bilan uning hajmi o'zgaradi. Bunda bajarilgan ish

$$A = \int_{(1)}^{(2)} P dV = P(V_2 - V_1) \quad (4.22)$$

yoki
$$A = \int_{(1)}^{(2)} P dV = \int_{(1)}^{(2)} \frac{M}{\mu} R dT = \frac{M}{\mu} R(T_2 - T_1) \quad (4.23)$$

bilan aniqlanadi. Son jihatdan bu ish PV diagrammadagi shtrixlangan yuzaga teng (4.1-rasm). Bu jarayonda ideal gazga berilayotgan issiqlik miqdori δQ va ideal gazning ichki energiyasi dU ni



4.1-rasm. Izobarik jarayon.

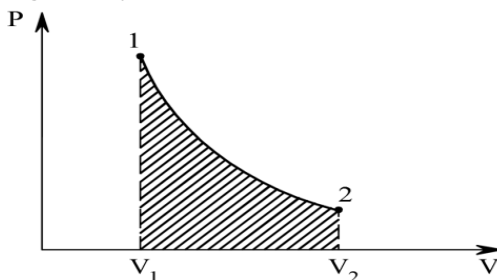
oshirishga va gazning kengayib bajargan ishi δA ga sarflanadi:

$$\delta Q = dU + \delta A \quad (4.24)$$

2. **Izoxorik jarayon.** Bu jarayon davomida ideal gazning hajmi doimiy ($V = \text{const}$) qoladi. Shuning uchun bu jarayon davomida ish bajarilmaydi, chunki $dV = 0$. Bu jarayon davomida tizimga berilayotgan issiqlik miqdori gazning faqat ichki energiyasini oshirishga sarflanadi, ya'ni

$$\delta Q = dU \quad (4.25)$$

3. **Izotermik jarayon.** Bu jarayon davomida gazning temperaturasi ($T = \text{const}$) doimiy qoladi va $dU = \nu C_{\mu V} dT$ bo'lganligi uchun $dU = 0$ yoki $U = \text{const}$, ya'ni gazning ichki energiyasi o'zgarmaydi.



4.2-rasm. Izotermik jarayon

Bu jarayon davomida gazga berilayotgan issiqlik miqdori gazning kengayib, ish bajarishiga sarflanadi. Bajarilgan ish

$$A = \int_{(1)}^{(2)} P dV = \nu \int_{(1)}^{(2)} RT \frac{dV}{V} = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu RT \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (4.26)$$

Bu hol uchun termodinamikaning birinchi qonuni

$$\delta Q = \delta A \quad (4.27)$$

Adiabatik jarayon. Entropiya va uning mohiyati.

Tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydigan jarayonga adiabatik jarayon deyiladi, ya'ni $\delta Q = 0$. Shuning uchun ham gaz bu jarayon davomida o'z ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Gaz adiabatik kengayayotgan bo'lsa uning ichki energiyasi kamayadi $-dU = \delta A$, adiabatik siqiliyotgan bo'lsa, uning ichki energiyasi ortadi $dU = -\delta A$.

Bu jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni, 1 mol gaz uchun

$$C_{\mu V} dT + P dV = 0 \quad (4.28)$$

bo'ladi.

Bir mol gaz uchun gaz holatining umumlashgan tenglamasidan P ni topib va $R = C_{\mu P} - C_{\mu V}$ ekanligini hisobga olsak

$$P = \frac{RT}{V} = \frac{C_{\mu P} - C_{\mu V}}{V} T \quad (4.29)$$

kelib chiqadi. Topilgan R ning qiymatini (4.28)ga qo'yib, hosil bo'lgan tenglamani 1 mol gaz uchun $C_{\mu V} T$ ga bo'lsak

$$\frac{dT}{T} + \left(\frac{C_{\mu P}}{C_{\mu V}} - 1 \right) \frac{dV}{V} = 0 \quad (4.30)$$

hosil bo'ladi. $\frac{C_{\mu P}}{C_{\mu V}} = \gamma$ deb belgilab, bu tenglamani integrallasak

$$\ln \frac{T_2}{T_1} + (\gamma - 1) \ln \frac{V_2}{V_1} = 0$$

potensirlasak

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} = \text{const} \quad (4.31)$$

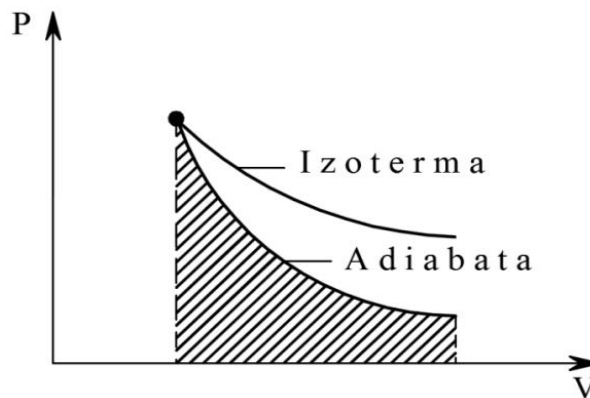
tenglama hosil bo'ladi. Bu tenglama adiabatik jarayon tenglamasidir. γ ga adiabata ko'rsatkichi deyiladi. Bu tenglamani P, V o'zgaruvchilar orqali ham yozish mumkin. Buning uchun bir mol gaz uchun $T = \frac{PV}{R}$ ekanligini hisobga olsak

$$PV^\gamma = \text{const} \quad (4.32)$$

kelib chiqadi.

Ideal gazlar uchun $C_{\mu P} = \frac{i+2}{2}R$, $C_{\mu V} = \frac{i}{2}R$ ekanligi sababli adiabata ko'rsatkichi $\gamma = \frac{i+2}{i}$ gaz molekularining erkinlik darajasiga bog'liq. Haqiqatdan ham tajribada bir ($i = 3$) va ikki ($i = 5$) atomli gazlar uchun adiabata ko'rsatkichi mos ravishda $\gamma = \frac{5}{3} = 1,66$ va $\gamma = \frac{7}{5} = 1,40$ ga teng ekanligi tasdiqlandi. Doimo $C_{\mu P} > C_{\mu V}$ bo'lganligi uchun, adiabata ko'rsatkichi $\gamma = \frac{C_{\mu P}}{C_{\mu V}}$ har doim birdan katta bo'ladi.

Shuning uchun ham adiabatik jarayon grafigi ($PV^\gamma = \text{const}$), izotermik jarayon grafigi $PV = \text{const}$ dan



4.3-rasm. Adiabatik jarayon

farq qiladi. Chunki, gaz hajmining ortishi bilan uning bosimi izotermadagiga nisbatan tezroq kamayadi, ya'ni adiabatik kengayishda sovish ro'y beradi. Izotermik jarayonda gaz bosimining kamayishi faqat gaz zichligining kamayishi hisobiga bo'lsa, adiabatik jarayonda gaz bosimining kamayishi gaz zichligining va haroratining kamayishi hisobiga bo'ladi.

Adiabatik jarayonda ish ichki energiya hisobiga bajariladi:

$$A = - \int_{(1)}^{(2)} C_{\mu V} dT = C_{\mu V} (T_1 - T_2) \quad (4.33)$$

Bu formulaga adiabata ko'rsatkichini kiritaylik. Buning uchun $C_{\mu P} - C_{\mu V} = R$ ni

$$C_{\mu V} \text{ ga bo'lsak,} \quad \gamma - 1 = \frac{R}{C_{\mu V}}$$

$$\text{kelib chiqadi. Bundan} \quad C_{\mu V} = \frac{R}{\gamma - 1}$$

$C_{\mu V}$ ning bu qiymatini (4.33) ga qo'yib, T ni qavsdan tashqariga chiqarsak

$$A = \frac{R}{\gamma - 1} (T_1 - T_2) = \frac{R}{\gamma - 1} T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad (4.34)$$

$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$ tenglamadan $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$ ekanligini hisobga olsak

$$A = \frac{RT_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\right] \quad (4.35)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Son jihatidan adiabatik jarayonda bajarilgan ish adiabata chizig'i bilan chegaralangan yuzaga teng.

Entropiya. Qaytar jarayon asosida ishlaydigan sikl uchun Klauzius tengsizligi

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \quad (4.35)$$

Ko'rinishda yoziladi. Bu tenglamadagi δQ ning o'rniga termodinamikaning birinchi qonuni ifodasini qo'ysak

$$\frac{\delta Q}{T} = \frac{v C_V dT + P dV}{T} = v \left(C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \right) = d[v(C_V \ln T + R \ln V)] \quad (4.36)$$

bo'ladi. Bu tenglamaning o'ng tomoni to'la differensialdir. Shuning uchun uning chap tomoni ham to'la differensialdan iborat. Bu to'la differensialni Klauzius birinchi marta dS bilan belgilab, S kattalikni entropiya deb atadi.

$$\frac{\delta Q}{T} = dS \quad (4.37)$$

Demak, qaytar siklik jarayon uchun.

$$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0 \quad (4.38)$$

Termodinamik tizim istalgan 1 holatdan 2 holatga o'tsa, bu holatlarda entropiyaning o'zgarishi $S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$ (4.39)

bilan aniqlanadi. dS to'la differensialdan iborat bo'lganligi uchun, u faqatgina holatning funksiyasidir. Binobarin, entropiyaning o'zgarishi tizimning bir holatdan ikkinchi holatga o'tish yo'liga bog'liq emas.

Qaytmas jarayonlar uchun Klauzius tengsizligi

$$\oint \frac{\delta Q}{T} < 0,$$

bo'lganligi uchun

$$\oint dS < 0,$$

bo'ladi.

Berk tizim entropiyasi S_1 bo'lgan 1 holatdan, entropiyasi S_2 bo'lgan 2 holatga o'tishi entropiyaning ortishi yo'nalishida ro'y beradi. Boshqacha qilib aytganda, qaytmas jarayonlarda tizim bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda entropiyaning o'zgarishi manfiy, ya'ni keyingi holatning entropiyasi oldingi holatdan entropiyasidan katta bo'ladi.

$$\Delta S < 0, S_1 - S_2 < 0 \text{ yoki } S_2 > S_1$$

Shunday qilib, qaytar va qaytmas jarayonlar ro'y beradigan yakkalangan tizimlarda entropiyaning o'zgarishi

$$dS \leq 0$$

bo'ladi.

Tabiatda o'z-o'zidan yuz beradigan jarayonlar qaytmas jarayonlardir. Qaytmas jarayonlarda esa entropiyaning qiymati ortib boradi. Ammo, entropiyaning ortishi cheksiz bo'lmasdan shu tizim uchun xarakterli bo'lgan maksimal qiymatgacha ortadi. Entropiyaning bu maksimal qiymati tizimning muvozanat holatiga mos keladi.

Biz oldingi paragraflarda ichki energiyaning ham holat funksiyasi va to'la differensialdan iborat ekanligini ta'kidlagan edik. Ammo entropiyaning energiyadan farqi shundaki, entropiya tizim muvozanat holatga o'tganda u maksimal qiymatga erishadi va o'z-o'zidan kamayishi mumkin emas. Qaytmas jarayonlarda entropiyaning ortish qonuniga termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni ham deyiladi.

Issqlik mashinalari va ularning foydali ish koeffitsiyenti.

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish qonunidan iborat bo'lib, tabiatda ro'y beradigan termodinamik jarayonlarning sodir bo'lish yo'nalishini ko'rsata olmaydi. Bu qonun issiqlik, ichki energiya va ish o'rtasidagi munosabatnigina ko'rsatadi. Issiqlikning o'z-o'zidan sovuq jismdan issiq jismga o'tishi ham bu qonunga zid emas. Vaholanki, tabiatda hech qachon issiqlik o'z-o'zidan sovuq jismdan issiq jismga o'tmaydi. Bundan tashqari, tizimga berilayotgan issiqlik miqdorining barchasini ish bajarishga sarflanishi mumkinmi? — degan savolga ham termodinamikaning birinchi qonuni javob bera olmaydi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni birinchi qonunning ana shu kamchiliklarini to'ldiradi, ya'ni termodinamik jarayonning sodir bo'lish yo'nalishini aniqlaydi hamda issiqlikni mexanik ishga aylantirish mezonini belgilab beradi.

Termodinamik tizim u yoki bu sababga ko'ra muvozanat holatdan chiqarilsa, ma'lum vaqt o'tishi bilan yana muvozanat holatga o'tadi. Muvozanat holatdan chiqarilgan tizimning muvozanat holatga o'tish jarayoniga relaksatsiya, o'tish vaqtiga esa relaksatsiya vaqti deyiladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, muvozanat

holat qaror topgandan so'ng sistema o'z-o'zidan yana muvozanatsiz holatga qayta olmas ekan. Masalan, biror hajmdagi idishga gaz solinsa, u o'z-o'zidan butun idish hajmini egallaydi va zichlik hamma nuqtalarda birday bo'ladi. Tashqi kuchlar ta'sirisiz bu gaz molekulalarini yana to'plash mumkin emas. Xuddi shuningdek issiqlik ham o'z-o'zidan issiq jismdan sovuq jismga tarqaladi. Ammo, sovuq jismdan issiq jismga issiqlikni o'tkazish uchun ma'lum energiya sarflash kerak.

Bu misollardan ko'rinadiki, tabiatda ro'y beradigan jarayonlar ma'lum yo'nalishda ro'y berib, qaytmas jarayonlardir.

Boshqa bir misolni olib ko'raylik. Biror qo'zg'aluvchan porshenli silindrda gaz olib, porshen ustiga qo'yiladigan yukni asta-sekin oshira borsak, gaz siqilib, porshen pastga tusha boshlaydi. Yukni asta sekinlik bilan porshen ustidan olishsa gaz kengaya boshlaydi va yuk butunlay olinganda gaz o'zining boshlang'ich holatini tiklaydi. Bu yerda bo'ladigan jarayonni qaytar jarayon deb hisoblash mumkin, binobarin, barcha termodinamik jarayonlar qaytar va qaytmas jarayonlarga bo'linadi.

Har qanday ishqalanish bilan bo'ladigan jarayonlar qaytmasdir. Chunki ishqalanish davomida issiqlik ajralib chiqadi va qaytmas ravishda atrofga tarqaladi.

Shunday qilib, tabiatda o'z-o'zidan (issiqlikning tarqalish va ishqalanish bilan) ro'y beradigan jarayonlar qaytmas jarayonlardir. Ammo ma'lum ehtiyot choralarini ko'rganda bu jarayonlarni qaytar jarayonga yaqinlashtirish mumkin.

Karno sikli. Termodinamik tizimga issiqlikning uzatilishi bilan mexanik harakat yuzaga kelmasa ish bajarilmaydi va berilayotgan barcha issiqlik miqdori shu tizimning ichki energiyasiga aylanadi. Agar issiqlik kengayishi mumkin bo'lgan jismga uzatilsa, unda ma'lum ish ham bajariladi va bu ishning miqdori izotermik jarayonda eng katta bo'ladi, chunki termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra

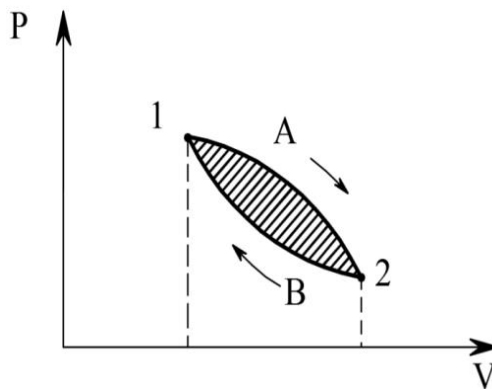
$$\delta Q = dU + \delta A \quad (4.40)$$

Izotermik jarayonda $dU = 0$ bo'lganligi uchun

$$\delta Q = \delta A$$

Issiqlikni ishga aylantiruvchi mashina bir taktdan so'ng yana shu jarayonni davom ettirmog'i uchun boshlang'ich holatga qaytib kelmog'i, ya'ni davriy ravishda takrorlanuvchi aylanma sikl asosida ishlamog'i kerak. Tizim issiqlikni ishga aylantirib, yana boshlang'ich holatga qaytishda boshqa yo'l bilan qaytmog'i kerak. Agar mashina aynan ish bajarishi yo'lidan qaytsa, u holda natijaviy bajarilgan ish nolga teng bo'ladi. Ana shunday jarayonlarga aylanma yoki siklik jarayonlar deyiladi.

Siklning bajarilishini jism holatining bosimi P va hajmi V orqali ifodalansa, bir sikl davomida bajarilgan ish son jihatdan shu sikl (1A2B1) bilan chegaralangan



4.4-rasm. *Siklik jarayonni ifodalovchi chizma.*

yuzaga teng. Agar sikl soat strelkasi yo'nalishida bajarilsa, sikl davomida tizim ish bajaradi; soat strelkasiga teskari yo'nalishda bajarilsa, tizim ustidan ish bajariladi. Siklik jarayon davomida bajarilgan ish va tizimga berilayotgan issiqlik miqdori o'rtasidagi bog'lanishni o'rganib, Kelvin XIX asrning o'rtalaridayoq quyidagi xulosaga kelgan edi: qandaydir boshqa jismlarda o'zgarish vujudga keltirmasdan biror jismdan olingan issiqlikning hammasini mexanik ishga aylantirib beruvchi siklik jarayonning bo'lishi mumkin emas. Bu xulosaga Kelvin prinsipi deyiladi.

Issiqlikning uzatilishi bilan ish bajaradigan mashinada issiqlik manbai, issiqlikni uzatuvchi vosita va issiqlikni qabul qilib oluvchi jism bo'lishi kerak. Shunday qilib, issiqlikni ishga aylantirish uchun uni issiqlik manбайдan olib harorati pastroq bo'lgan boshqa jismga – sovitgichga berish kerak. Issiqlikni manбайдan oluvchi va boshqa jismga beruvchi bu vositachiga ishchi jism deyiladi va sikl davomida shu jism ish bajaradi. Ishchi jism isitgichdan olgan issiqlik miqdorining ma'lum qismini sovitgichga bersa, unda isitgichdan olingan issiqlikning hammasini ishga aylantirib bo'lmasligi aniq bo'lib qoladi.

Isitgichdan olingan issiqlik miqdorining eng katta qismini ishga aylantiruvchi sikl asosida ishlaydigan issiqlik mashinasi fransuz injeneri S.Karno tomonidan taklif qilingan. Bu sikl ikkita izotermik va ikkita adiabatik jarayondan iborat bo'lib, sikl davomida o'tkazuvchanlik, ishqalanish va nur chiqarish tufayli issiqlikning yo'qotilishi yuz bermaydi, deb hisoblanadi.

Karno sikli asosida ishlaydigan mashina ikkita issiqlik rezervuari – isitgich va sovitgich hamda ishchi jismdan iborat. Bu rezervuarlarning issiqlik sig'implari shunchalik kattaki, ulardan issiqlik olinishi yoki ularga issiqlik berilishi ularning haroratiga ta'sir qilmaydi va isitgichning harorati T_1 , sovitgichning harorati T_2 dan har doim katta ($T_1 > T_2$). Ishchi jism sifatida istalgan elastik muhit, xususan ideal gaz olinishi mumkin. Bunday issiqlik mashinasiga silindri ideal gaz bilan to'ldirilgan silindr–porshen tizimi misol bo'la oladi. Shu tizimdagi Karno siklining bajarilish bosqichlari bilan tanishaylik. Buning uchun silindrning yon tomonlari

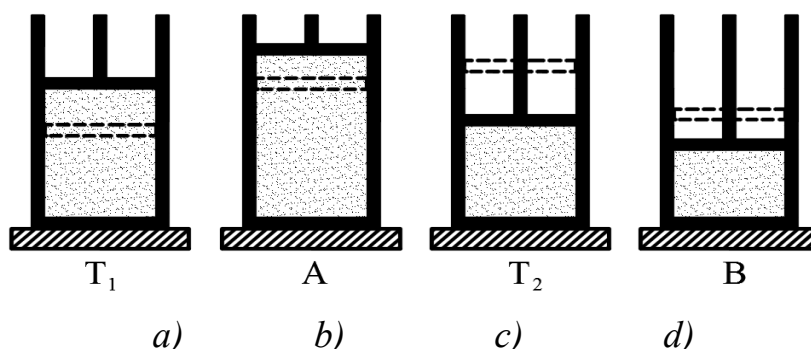
issiqlikni mutloq o'tkazmaydigan va faqat pastki tomoni issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materialdan yasalgan, deb faraz qilaylik.

Dastlabki holat parametrlari P_1, V_1 bo'lgan ideal gaz harorati T_1 bo'lgan B isitgich bilan kontaktda bo'lsin va isitgich bilan kontaktni uzmagun holda ideal gazning kengayishiga imkon beraylik. Gaz kengayib, parametrlari P_2, V_2, T_1 ga teng bo'lgan holatga o'tadi (4.5-rasm, *a*). Bu vaqtda isitgichdan olingan issiqlik miqdori hisobiga gaz kengayib ish bajaradi va bu ishning qiymati

$$A_1 = Q_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.41)$$

Silindr issiqlikni o'tkazmaydigan B taglikka o'rnatilsa, gazning kengayishi adiabatik ravishda davom etadi va gaz sovib, uning harorati T_2 gacha pasayadi (4.5-rasm, *b*). Gazning bosimi P_3 , hajmi V_3 qiymatga erishadi. Bu bosqichda bajarilgan ish

$$A_2 = \frac{m}{\mu} \frac{RT_1}{(\gamma-1)} \left[1 - \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right] = \frac{m}{\mu} \frac{R}{(\gamma-1)} (T_1 - T_2) \quad (4.42)$$



4.5-rasm. *Karno siklining bajarilish bosqichlari*

Keyingi bosqichda ishchi jism olgan issiqlik miqdorining bir qismini sovitgichga berish kerak. Buning uchun silindr harorati T_2 bo'lgan sovitgichga o'rnatiladi (64-rasm, *c*). Sovitgich ishchi jismdan issiqlikni olganligi tufayli gaz izotermik siqiladi va gaz ustida ish bajariladi. Bu jarayonda ishchi jismdan olingan issiqlik miqdori son jihatdan gaz ustida bajarilgan ishga teng bo'lib, uning son qiymati:

$$A_3 = Q_2 = \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = -\frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \quad (4.43)$$

Oxirgi taktda silindr yana issiqlikni o'tkazmaydigan B taglikka o'rnatiladi va bu taktda silindrdagi gazning siqilishi adiabatik ravishda boshlang'ich holatga erishguncha davom etadi (64-rasm, *d*). Gazning adiabatik siqilishida uning ustida bajarilgan ish

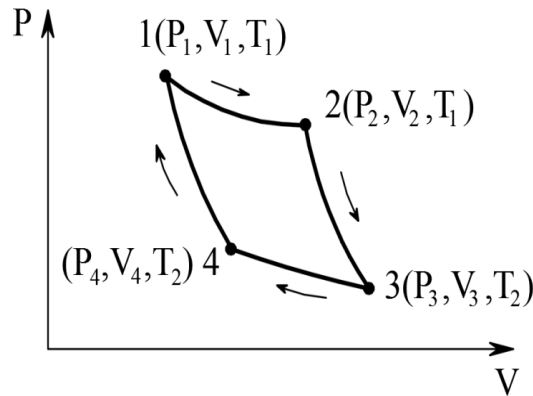
$$A_4 = \frac{m}{\mu} \frac{R}{(\gamma-1)} (T_2 - T_1) = -\frac{m}{\mu} \frac{R}{(\gamma-1)} (T_1 - T_2) \quad (4.44)$$

ga teng. Shu bilan bir sikl tugaydi va tizim butun jarayonni qaytadan bajarishi mumkin.

Butun sikl davomida bajarilgan ish gazning izotermik va adiabatik kengayishida bajarilgan ishlari hamda gazning izotermik va adiabatik siqilishida gaz ustida bajarilgan ishlarning yig'indisiga teng:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \quad (4.45)$$

Bunga $A_1, A_2, A_3, A_1, A_2, A_3$ va A_4 larning qiymatini qo'ysak



4.6-rasm. Karno sikli.

$$A = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} + \frac{m}{\mu} \frac{R}{(\gamma-1)} (T_1 - T_2) - \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} - \frac{m}{\mu} \frac{R}{(\gamma-1)} (T_1 - T_2) = \frac{m}{\mu} \left(RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \right) \quad (4.46)$$

bo'ladi. Siklning 23 va 41 adiabatik jarayonlar uchun $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_3}{V_2} \right)^{\gamma-1}$ hamda

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_4} \right)^{\gamma-1} \text{ ekanligini hisobga olsak, } \frac{V_2}{V_3} = \frac{V_1}{V_4} \text{ yoki } \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

kelib chiqadi. U holda

$$A = \frac{m}{\mu} \left(RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4} \right) = \frac{m}{\mu} R (T_1 - T_2) \ln \frac{V_2}{V_1}. \quad (4.47)$$

Karno sikli asosida ishlaydigan mashinada $T_1 > T_2$ va $V_2 > V_1$ bo'lganligi uchun har doim $A > 0$ bo'ladi, ya'ni sikl davomida mashina musbat ish bajaradi.

Bu formuladan ko'rinadiki, sikl davomida bajarilgan ish ishchi jism tomonidan isitgichdan olingan va sovitgichga berilgan issiqlik miqdorining ayirmasiga teng. Boshqacha qilib aytganda, Karno sikli asosida ishlaydigan mashina isitgichdan olgan issiqlik miqdorining faqat bir qismini mexanik ishga aylantiradi. Olingan issiqlikning qolgan qismini esa sovitgichga beradi.

Isitgichdan olingan issiqlikning qancha qismini mexanik ishga aylantira olish darajasi mashinaning foydali ish koeffitsienti bilan aniqlanadi. Isitgichdan olingan issiqlik miqdori Q_1 va uning mashina tomonidan ishga aylantirilgan qismi $A = Q_1 - Q_2$ ga teng bo'lsa, mashinaning foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (4.48)$$

bo'ladi. Q_1 va Q_2 o'rniga yuqorida topilgan qiymatlarini olib kelib qo'ysak

$$\eta = \frac{\frac{m}{\mu}(T_1 - T_2) \ln \frac{V_2}{V_1}}{\frac{m}{\mu} R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (4.49)$$

tenglikni olamiz. Bu formuladan ko'rinadiki, Karno sikli asosida ishlaydigan issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti (FIK) mashinaning tuzilishiga va ishchi jismga bog'liq bo'lmasdan, faqatgina isitgich va sovitgich rezervuarlarining haroratiga bog'liq. Sovitgichning harorati T_2 , isitgichning harorati T_1 dan past bo'lganligi uchun mashinaning FIK doimo birdan kichik bo'ladi

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} < 1$$

Agar Karno siklidagi jarayonlar soat strelkasiga teskari yo'nalishda ro'y bersa, sikl davomida ishchi jism ustida ish bajariladi, ya'ni sovitgichdan ma'lum miqdordagi issiqlik olinib isitgichga beriladi. Bunday teskari sikl asosida ishlaydigan mashinaga sovitgich mashina deyiladi.

Sovitgich mashinaning effektivligi sovitish koeffitsienti ε orqali xarakterlanadi. Sovitish koeffitsienti deb, Karnoning teskari sikli davomida sovitilayotgan jismdan olingan issiqlik miqdorining sikl davomida sarflangan ish miqdoriga nisbatiga aytiladi. Teskari Karno sikli uchun ε koeffitsient

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{|Q_1 - Q_2|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{1}{\eta} - 1 \quad (4.50)$$

ga teng. Bunday teskari Karno sikli asosida ishlaydigan mashinadan isitgich sifatida ham foydalanish mumkin. Isitgich sifatida ishlaydigan mashina sovitgichdan olingan issiqlik hisobiga temperaturasi baland bo'lgan isitgichni yanada qizdiradi. Isitgich mashinalarining effektivligi qizdirish darajasi bilan bog'liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_k = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{1}{\eta}$$

Teskari Karno siklining bajarilishi uchun qo'shimcha $A_1 = |Q_1 - Q_2|$ energiya sarflanmog'i kerak. Shuning uchun ham Klauzius artof—muhitda hech qanday o'zgarish qilmasdan birdan bir natijasi issiklikni kam isitilgan jismdan ko'p isitilgan jismga uzatadigan siklik jarayonning bo'lishi mumkin emas, deb uqtirgan edi. Karno sikli muvozanatli jarayonlardan tashkil topganligi uchun u qaytar jarayondir.

Shunday qilib, soat strelkasi yo'nalishida ro'y beradigan Karno sikli asosida ishlaydigan mashinalar issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi issiqlik dvigatellari sifatida va unga teskari yo'nalishda ishlovchi mashinalar esa sovitgich yoki isitgich sifatida foydalaniladi.

Mavzu yuzasidan 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?

5-mavzu. Elektrostatika. Elektr maydoni.

Reja

1. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
2. Moddallarning elektr xossalari. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
3. Potensiallar ayirmasi. Kuchlanish. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
4. Dielektriklarning turlari. Dielektriklarning qutblanishi. Dielektrik singdiruvchanlik.
5. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi. Elektr sig'imi.
6. Kondensatorlar. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.

Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar. Maydon kuchlanganligi va potentsiali. Potensiallar ayirmasi.

Eramizdan oldingi VII asrdayoq grek olimi Fales ipakka ishqalangan qaxraboning o'ziga yengil buyumlarni tortish qobiliyati bor ekanini ko'rsatib o'tgan edi. Biroq faqat XVI asrning oxiridagina angliyalik vrach va fizik Gilbert Fales bayon qilgan hodisa bilan qiziqib qoldi. Gilbert shunga doir tajribalar o'tkazib, faqat ipakka ishqalangan qaxrabogina emas, balki oldindan mo'ynaga, movutga va shunga o'xshash boshqa yumshoq materiallarga ishqalangan shisha, chinni va boshqa ko'p jismlarning ham engil buyumlarni o'ziga tortish xossasi bor ekanligini payqadi. Gilbert bu hodisani ***elektrlanish*** deb atadi. Faqat ikki tur elektrlanish bo'lar ekan: musbat (masalan, mo'ynaga ishqalangan shishaning elektrlanishi) va manfiy (masalan, shishaga ishqalangan mo'ynaning elektrlanishi). Shuningdek, turli ishorali elektrlangan jismlarning o'zaro tortishishi va bir xil ishorali elektrlangan jismlarning o'zaro itarishishi ham aniqlandi.

Elektrlanishni uzoq vaqtlargacha jismlarning ichida harakatlanuvchi yoki bir jismdan ikkinchi jismga oqib o'tuvchi alohida (musbat va manfiy) elektrik suyuqliklarning mavjudligi bilan tushuntirib keldilar. Faqat 1881 yildagina nemis fizigi va fiziologi Gelmgols elektr hodisalarni elektrik zaryadlangan elementar zarralarning mavjudligi bilan tushuntiruvchi gipotezani aytdi. Keyinchalik elektronning (1897 yilda ingliz fizigi J.J.Tomson tomonidan) va protonning (1919

yilda ingliz fizigi Rezerford tomonidan) kashf etilishi munosabati bilan bu gipoteza isbotlandi. Elektronning massasi $m=9,108 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, uning zaryadi $e=-1,60091 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (kulon). Proton musbat zaryadga ega bo'lib, son qiymti elektron zaryadiga teng; protonning massasi elektron massasidan 1836 marta katta. Boshqa elementar zarralar (pozitronlar, mezonlar, neytronlar, netrino va hokazo) ham mavjud bo'lib, ularning orasida zaryadlilari ham, neytrallari ham bor.

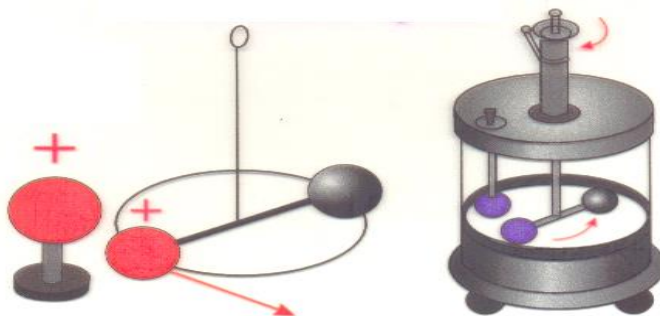
Barcha elementar zarralarning zaryadi kattalik jihatdan bir xil bo'lib, elektron zaryadiga teng va elementar elektr zaryadi deb ataladi. Elementar zaryad elektr zaryadlar ichida eng kichigidir; u o'ziga xos “elektr atomi” dir.

Elektr zaryadlari erkin harakatlana oladigan jismlar o'tkazgichlar deyiladi. Ikki xil o'tkazgichlar mavjud. Barcha metallar birinchi tur o'tkazgichlarga kiradi. Metallarda harakatlanuvchi zaryadlar *erkin elektronlardir*; erkin elektronlarning ko'chishi bu o'tkazgichlarda hech qanday kimyaviy o'zgarishlar hosil qilmaydi. Ikkinchi tur o'tkazgichlarga elektrolitlar, kislotalar, ishqorlarning eritmalari kiradi, bularda musbat va manfiy *ionlar* harakatlanadi va bu harakat o'tkazgichlarda kimyaviy o'zgarishlar bo'lishiga olib keladi.

Zaryadlarning ko'chishi juda ham cheklangan jismlar (erkin elektronlar kam bo'lgan yoki ionlar deyarli bo'lmagan) *dielektriklar* yoki *izolyatorlar* deyiladi. Masalan, qahrabo, shisha, distillangan suv, spirt dielektrikdir. *Yarim o'tkazgichlar* (selen, germaniy, kremniy, grafit va shunga o'xshashlar) oraliq holatda bo'ladilar. Ularning *elektr o'tkazuvchanligi* asosan tashqi sharoitlardan bog'liq.

Elektrostatika elektr jihatidan zaryadlangan tinch turgan jismlarning elektr va muvozanat shartlariniga, bu jismlarning elektr zaryadlariga bog'liq bo'lgan xossalarni o'rganadi. Elektrostatikaga doir birinchi miqdoriy tadqiqotlarni 1785 yilda fransuz fizigi Kulon o'tkazgan edi. Kulon tajriba yo'li bilan (buralma tarozilar yordamida) quyidagi qonunni aniqladi:

Ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda zaryadlarning q_1 va q_2 kattaliklariga proporsional, ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional bo'lgan va bu zaryadlarni birlashtiruvchi chiziq bo'ylab yo'nalgan F kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi:



5.1-rasm. Buralma torozi.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Bunda k -proporsionallik koeffitsienti.

Ushbu formula faqat nuqtaviy zaryadlar uchungina emas, balki chekli o'lchamdagi zaryadlangan sharlar uchun ham o'rinlidir. Bunday holda r sharlarning markazlari orasidagi masofa bo'ladi. Boshqa shakldagi jismlarning o'zaro ta'sir kuchi bu jismlarning zaryadlarini tashkil qilgan barcha nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchlarini vektor qo'shish yo'li bilan hisoblanadi.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \quad (5.1)$$

Bu erda ε_0 -kattalik elektr doimiysi deyiladi, k -koeffitsientning birga teng deb olish mumkin emasligini (va demak, ε_0 ning qiymatini ixtiyoriy tanlab bo'lmasligini) qayd qilaylik, chunki barcha fizik kattaliklarining o'lchov birliklari avval aniqlab bo'lingan. Shuning uchun k ning qiymatini va demak, ε_0 ning qiymatini tajriba yo'li bilan aniqlash lozim.

(5.1) formulani nazarga olib, endi vakuumda zaryadlarning o'zaro ta'siri uchun Kulon qonunini quyidagu ko'rinishda yozamiz:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad (5.2)$$

Tajribalarda ε_0 -kattalikning qiymati $\frac{10^{-3}}{36\pi} = 8,85 \cdot 10^{-12}$ SI birlik ekanligi aniqlandi.

ε_0 ning o'lchov birligi metrda farada (F/m) deb ataladi. Sunday qilib,

$$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

Bir-biridan biror masofada turgan elektr zaryadlari fazo orqali o'zaro ta'sirlashadi. Elektr zaryadlarning o'zaro ta'sir qilishiga vosita bo'lgan materiya turi elektr maydoni deyiladi. Zaryadlangan har bir jismni elektr maydoni o'rab olgan bo'ladi. Bu maydonga qo'yilgan har bir zaryad kuch ta'siriga uchraydi.

Q zaryad maydonining biror nuqtasida kichik musbat q_0 zaryad – “sinash zaryadi” turgan bo'lsin. Unga F_0 kuch ta'sir qiladi. $\frac{F_0}{q_0}$ nisbat birlik musbat zaryadga ta'sir qiluvchi kuchni bildiradi; bu kuch sinash zaryadi kattaligiga bog'liq bo'lmaydi va elektr maydonining xarakteristikasi bo'lib xizmat qilishidi va elektr maydonning kuchlanganligi deyiladi.

$$E = \frac{F_0}{q_0} \quad (5.3)$$

Kuchlanganlik F_0 -kuch singari yo'nalgan bo'ladi. Shunday qilib, muayyan nuqtadagi elektr maydoni kuchlanganligi kattaligi jihatidan shu nuqtaga qo'yilgan musbat birlik zaryadga ta'sir qiluvchi kuchga teng va bu kuch bilan bir xil

yoʻnalgan. Elektr maydonining kuchlanganligining birligi uchun 1 C zaryadga 1 N kuch bilan taʼsir qiluvchi maydonning kuchlanganligi qabul qilinishi koʻrinib turibdi.

Elektr maydonini kuch chiziqlari yordamida tasvirlash mumkin. Elektr maydonining *kuch chiziqlari* deb uning har bir nuqtasiga oʻtkazilgan urinma kuchlanganlik vektori bilan ustma-ust tushadigan chiziqqa aytiladi. Kuch chiziqlari shunday zichlikda chiziladiki, maydonga perpendikulyar boʻlgan tasavvur qilingan 1 m² yuz orqali oʻtayotgan chiziqlar soni maydonning shu yerdagi kuchlanganlik kattaligiga teng boʻlsin.

Agar elektr maydonining hamma nuqtalarida E kuchlanganlik bir xil boʻlsa, elektr maydoni bir jinsli deyiladi. Aks holda esa maydon bir jinslimas deyiladi.

Kuch chiziqlari nazariy jihatdan musbat zaryaddan chiqib (yoki manfiy zaryadga kirib) cheksizlikkacha yoyilib ketadi.

Nuqtaviy zaryad q hosil qilgan elektr maydoni kuchlanganligi kattaligi quyidagicha aniqlanadi:

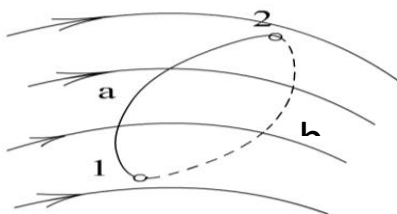
$$E = \frac{F_0}{q_0} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 r^3 q_0}$$

Bundan

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (5.4)$$

Bu erda r-maydonni hosil qilgan zaryaddan kuchlanganlik aniqlanayotgan nuqtachaga boʻlgan masofa. Shunday qilib, nuqtaviy zaryadning kuchlanganligi bu zaryadgacha boʻlgan masofa kvadratiga teskari proporsional ekan. Zaryad maydoniga biror boshqa zaryad kiritsak Kulon kuchi taʼsir qiladi. Demak, zaryad atrofida maydon mavjud. Elektr maydonning kuch xarakteristikasi boʻlib kuchlanganlik hisoblanadi.

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



5.3-rasm. Elektr maydonida zaryadni koʻchirishda bajarilgan ishni hisoblash chizmasi.

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

dl – elementar siljish.

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

T.Matdob potentsiali deb potensial energiyaning birlik zaryadga nisbatiga

$$\phi = A/q \quad (5.5)$$

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

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

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = q \int_1^2 \frac{Ede}{q} = \int_1^2 E_e de \quad (5.6)$$

bu yerda φ_1 va φ_2 - elektr maydonning 1 va 2 nuqtalariga mos potentsiallari. Demak ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi maydonga va tanlangan nuqtalar vaziyatiga bog'liq bo'lar ekan.

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

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

1875 yilda rus fiziologi V.E.Danilevskiy birinchi bo'lib bosh miyaning biopotentsialarni aniqladi. Biopotentsialarning hosil bo'lishi ancha murakkab masala bo'lib, hozirgacha uning to'liq nazariyasi yaratilmagan. Hozirgi vaqtda 1952 yil Xodjiken, Xaksli, Kachilar nazariyasidan foydalanilmoqda.

Biror to'qimaning potentsiali uning tarkibidagi hujayralar potentsiallari yig'indisi deb qarash mumkin. U holda xujayra tirik organizmning asosiy struktura elementiga emas, asosiy elektrik elementi hamdir. Hujayra va uni o'rab olgan hujayradan tashqaridagi biologik muhitni, tashqi muhitdan yarim o'tkazgichli hujayra membranasi bilan ajralgan murakkab sistema deb qarash mumkin. Hujayra ochiq termodinamik sistema bo'lib tashqi muhit bilan uzluksiz energiya, modda va informasiya almashinadi. Bu almashinuv membranalar orqali amalga oshiriladi. Membrana oddiy holda lipid qatlamidan iboratdir. Lipidlar qatoriga neytral yog'lar efirlar kiradi. Membrana lipid qatlamida diametri 0,7-0,8 nm.li teshiklar mavjud bo'lib, ular orqali suv va boshqa mayda malekulalar o'tadi,

katta molekullar esa o'ta olmaydi. Teshiklar, elektr zaryadiga ega bo'lganligi uchun, hujayraga ma'lum ishorali ionlar o'tishiga imkon beradi va teskari ishorali ionlarning o'tishiga halaqit beradi. Ayniqsa ko'p valentli ionlar o'tishi qiyin bo'ladi, chunki ularning zaryadi katta bo'lgani uchun gidrat qatlami bilan qoplanadi va effektiv diametri oshadi. Turli ionlar o'tkazuvchanligi har xil bo'lgani uchun membrananing turli tomonida ba'zi bir ionlarning nosimmetrik tarqalishini biopotensiallar paydo bo'lishining asosiy sababi deb qarash kerak.

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

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

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

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

$$\varepsilon_i = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

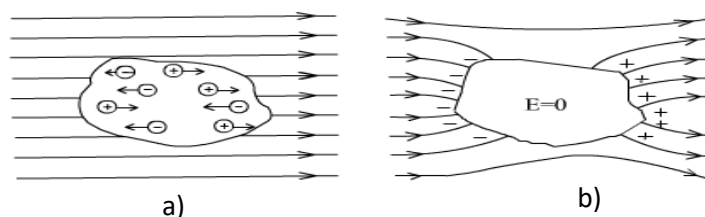
Shunday qilib, kaliy va xlor ionlari konsentratsiyasining gradiyenti mavjudligi tinchlikdagi biopotensiallar paydo bo'lishiga asosiy sabab ekan.

Moddallarning elektr xossalari. Elektrodiffuziya.

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

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

o'tkazgich sirtiga normal bo'lishini ko'rsatadi. Agar shunday bo'lmasa zaryadlar maydon ta'sirida harakatga kelar edi.



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

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

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon \varepsilon_0} \quad (5.7)$$

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

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

T.1. f – deb unga 1 kulon zaryad berilganda potentsiali 1 V ga o'zgaradigan o'tkazgich sig'imiga aytiladi. Yer shari sig'imi $C = 4 \pi \varepsilon \varepsilon_0 R = 700 \text{ mkf}$ Sig'imni oshirish uchun kondensatorlar ishlatiladi. Yassi kondensator sig'imi

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

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

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

deyiladi. Masalan: H_2O , NH_3 , CO_2 , CO_3 . Tashqi maydon ta'sirida dipol momentlari bir yo'nalishda joylashishga harakat qiladi.

T.Tashqi maydon ta'sirida dipollarning maydon yo'nalishi bo'yicha joylashuvi yoki yo'nalgan dipol momentlarining hosil bo'lish hodisasiga dielektrikning **qutblanishi** deyiladi. Qutblanuvchanlik $P = \chi \varepsilon_0 E$ kabi aniqlanadi. χ - dielektrik qabul kiluvchanlik deyiladi va har doim musbat $\chi > 0$ masalan: spirt uchun 25, suv uchun 80, to'qima uchun 6-8.

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

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

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

0,0001% mishyak aralashmasi germaniyda erkin elektronlar sonini 1000 marta oshiradi. Temperatura bir gradusga o'zgarganda metallning qarshiligi $0^\circ C$ dagi qarshilikdan 0,004 ga ortadi, yarim o'tkazgich qarshiligi esa 0,06 ga kamayadi. Bunday xossadan o'lchamlari kichik bo'lgan va metall elektr qarshilik termometrlariga qaraganda juda katta sezgirlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich qarshilik termometrlari yasashga imkon beradi. Yarim o'tkazgich qarshilik termometrga **termistor** deyiladi. Termistor degani yarim o'tkazgich qarshilik, ya'ni issiqlik va aktiv qarshilik demakdir. Termistorning issiqlikka teguvchi qismining o'lchamlari millimetrning o'ndan bir ulushlaricha bo'ladi. Bu termistor yordamida juda kichik obyektlar, masalan o'simlik va jonli organizmlarning ayrim qismlarining temperaturasini o'lchash mumkin. Termistor bilan gradusning milliondan bir ulushlaricha o'zgarishlarini aniqlash mumkin.

Suyuqliklar ham xuddi qattiq jismlar kabi, o'tkazgich yoki izolyator bo'lishi mumkin. Elektr tokini o'tkazuvchi suyuqliklar biologiyada katta ahamiyatga ega. Masalan: tuzlar, kislotalar, ishqorlarning suvdagi eritmasi va ayrim organik birikmalar shular jumlasidandir.

Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar. Kationlar va anionlar.

Elektrolitik dissotsiatsiya.

T.Elektr tokini o'tkazadigan suyuqliklarga *elektrolitlar* deyiladi. Yuqorida aytilgan moddalar suvda eriganda ionlarga dissosialanadi. Dissosiasiyaga teskari jarayonga rekombinasiya deyiladi. Birlik yuzadan 1 sekundda o'tuvchi tok zichligi

$$j = j_+ + j_- = q (n_+ v_+ + n_- v_-) \quad (5.8)$$

Agar 1 ta molekula 2 ta ionga dissosiyalansa u holda n_+ va n_- ionlar konsentratsiyasi bir xil bo'ladi. Demak $n_+ = n_- = 1 n$. Elektr maydonida ionga ikkita kuch ta'sir qiladi. $F_e = qE$ va $F_{ish} = 6 \pi \eta r v$ barqaror harakatda $F_e = F_{ish}$ yoki $qE = 6 \pi \eta r v$ Bundan $U = \frac{q}{6 \pi \eta r}$ - ionlarning harakatchanligi topiladi.

Ionlar harakatchanligi juda kichik M ; $25^\circ C$ da vodorod ionlarining harakatchanligi $36,2 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ kaliyniki $7,6 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, xlorniki $7,9 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$. Demak (5.8) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$J = q n (u_+ + u_-) E \quad j = \gamma E \quad (5.9)$$

Bunda $\gamma = q n (u_+ + u_-)$ - suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi deyiladi. (5.9) suyuqliklar uchun Ohm qonunidan iborat. $\rho = \frac{1}{\gamma}$ solishtirma qarshilik. Agar harorat oshsa harakatchanlik oshadi va qarshilik kamayadi (metallarda teskari). Elektrodga yetib kelgan ionlar neytrallashib o'tirib qoladi. Anionlar anodga, kationlar katodga. T.Elektrolidlardan tok o'tganda modda ajralib chiqish jarayoniga *elektroliz* deyiladi.

Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent.

Kimyoviy ekvivalent. Texnikada elektrolizning qo'llanilishi.

Faradey 1836 y elektroliz qonunlarini aniqladi. **T. 1 qonun.** Elektrodda ajralib chiqqan modda massasi eritmada o'tayotgan tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga proporsionaldir. $M \approx J \cdot t \quad M = k J t = k q$

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

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

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

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

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \cdot q = \frac{AJt}{FZ}$$

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

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

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

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

Mavzu yuzasidan savollar

1. Elektron zarrasi qanday ishorali?
2. Elektron zaryadi miqdori nimaga teng?
3. Elektron massasi qancha?
4. Proton massasi qancha teng?
5. Proton zarrasini kim kashf qilgan?
6. O'tkazgichlar deb nimaga aytiladi?
7. Dielektriklar qanday moddalar?
8. Ion deb nimaga aytiladi?

6-mavzu. O'zgarmas tok qonunlari. Moddalarning elektr xossalari.

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 Joul-Lens qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
6. O'tkazgichlar, dielektriklar va yarim o'tkazgichlar. Tashqi kuchlar.
7. Elektr yurituvchi kuch. O'zgarmas tok manbalari. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.

O'zgarmas tok haqida tushunchalar. Tok kuchi va uning o'lchov birligi.

Avval qayd qilinganidek metall o'tkazgichlardagi tok erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat. Bu tasavvur L.I.Mandelstam va N.D.Papaleksi (1912 yil) va Amerikalik fiziklar Styuart va Tolmen (1916 yil) tajribalari bilan to'la tasdiqlandi. Tajribalarning mohiyati quyidagidan iborat. Izolyasiyalangan sim g'altagi sim o'ramlari markazidan o'tuvchi o'q atrofida tez aylantirildi. G'altak keskin to'xtatilganda unda elektr toki hosil bo'ladi. Miqdoriy o'lchashlar bu tok elektron massasi va zaryadiga ega bo'lgan zarralarning inersion harakatidan iborat ekanligini ko'rsatdi. G'altakdagi tok juda qisqa muddatli bo'ladi, chunki inersiyasi

bo'yicha harakatlanayotgan elektronlar metall kristall panjarasi ionlari bilan to'qnashib, o'zining tartibli harakati tezligini tez yo'qotadi. Shunday qilib, metall o'tkazgich tokka ma'lum qarshilik ko'rsatadi. Bu qarshilikni bartaraf qilish va o'zgarmas tok olish uchun o'tkazgich ichida o'zgarmas elektr maydonini saqlab turish, ya'ni o'tkazgich uchlarida potentsiallar ayirmasini o'zgarmas tutib turish kerak. Ravshanki, tok kuchi juda bo'lmaganda ikki faktorga bog'liq; o'tkazgichga qo'yilgan kuchlanish va o'tkazgichning qarshiligiga bog'liq bo'ladi.

1826 yildayoq nemis fizigi G.S.Om o'tkazgichdagi tok kuchi I bu o'tkazgichning uchlari orasidagi U kuchlanishga proporsional bo'lishini tajriba yo'li bilan aniqlagan edi:

$$I = kU \quad (6.1)$$

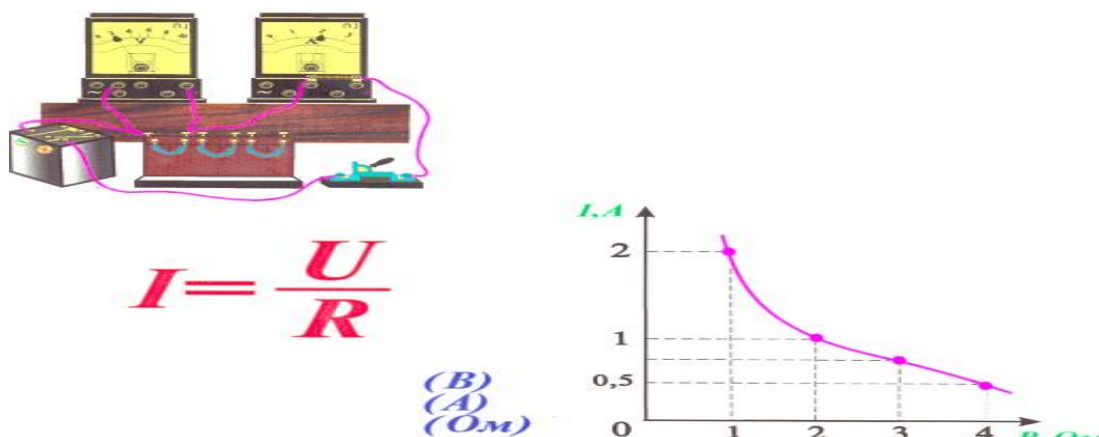
bu erda k -proporsionallik koeffitsienti bo'lib, o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi yoki *o'tkazuvchanlik* deb ataladi. O'tkazuvchanlikka teskari bo'lgan.

$$R = \frac{1}{k}$$

kattalik o'tkazgichning elektr qarshiligi deyiladi. (6.1) formulaga R qarshilikni kiritib qo'yidagi ifodani hosil qilamiz.

$$I = \frac{U}{R}$$

Bu munosabat zanjirning tok manbai bo'lmagan qismi uchun Om qonunini ifodalaydi.



6.1-rasm. Om qonuni uchun volt-amper xarakteristika

O'tkazgichda tok kuchi berilgan kuchlanishga to'g'ri proporsional va o'tkazgichning qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Qarshilikning o'lchov birligi uchun shunday o'tkazgichning qarshiligi olinadiki, o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish 1 V bo'lganda unda 1 A tok kuchi hosil bo'ladi. Bu birlik Om deb atalgan va Ω bilan belgilanadi.

$$1\text{Om} \hat{=} \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$$

Metallar tokka ko'rsatadigan qarshiligi erkin elektronlarning metall ionlari bilan to'qnashishi tufayli hosil bo'lgani uchun qarshilik o'tkazgichning shakli, o'lchamlari va moddasiga bog'liq bo'ladi deb faraz qilish mumkin. Omning eksperimental tadqiqotlariga muvofiq, o'tkazgichning qarshiligi uning ℓ uzunligiga to'g'ri proporsional va ko'ndalang kesim yuzi S ga teskari proporsional

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (6.2)$$

bu erda ρ -o'tkazgichning materialini xarakterlovchi proporsionallik koeffitsienti bo'lib, o'tkazgich *moddasining solishtirma qarshiligi* deb ataladi. (6.2) formuladan quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\rho = \frac{RS}{\ell} \quad (6.3)$$

Bunda $S=l$ va $\ell=l$ deb olsak, $\rho=R$ bo'ladi. Binobarin, moddaning solishtirma qarshiligi shu moddadan qilingan qirradi 1 m bo'lgan kubning shu kub qirralaridan biriga parallel oqayotgan tokka ko'rsatayotgan Om larda ifodalangan qarshiligiga teng. Solishtirma qarshilikning o'lchamligi, om.m(Ω), yani, qarshiligi 1 om bo'lgan qirradi 1 m li kubdir.

O'tkazgichlarning qarshiligi va solishtirma qarshiligi tashqi sharoitlarga, ayniqsa temperaturaga bog'liq bo'ladi. Temperatura ortishi bilan metall panjarasidagi ionlarning xaotik harakati tezlashadi va elektronlarning tartibli harakatini qiyinlashtiradi. Shuning uchun metallarning qarshiligi temperatura ortishi bilan ortadi. Tajribaning ko'rsatishicha, birinchi yaqinlashishda barcha metallarning qarshiligi temperatura bilan chiziqli bog'langandir:

$$R = R_0(1 + at) \quad (6.4)$$

Bu erda R_0 -o'tkazgichning 0°C dagi qarshiligi, t - temperatura, a -qarshilikning temperatura koeffitsienti. Ko'pchilik metallar uchun (juda past bo'lmagan temperaturada) $a = 0,004\text{pa}\delta^{-1}$.

Qarshilik elektr termometrlarining tuzilishi qarshilikning temperaturaga bog'liq bo'lishiga asoslangan: o'tkazgich qarshiligi kattaligiga qarab bu qarshilikka mos temperatura hisoblab chiqariladi.

Juda past temperaturalarda (8^0K dan past) ba'zi metallar (alyuminiy, rux, qo'rg'oshin va boshqalar)ning qarshiligi sakrash bilan nolgacha kamayadi: metall absolyut o'tkazgich bo'lib qoladi. Bu hodisa o'ta o'tkazuvchanlik deb ataladi. Berk o'ta o'tkazgichda bir marta hosil qilingan tok qarshilikka duch kelmaydi va shuning uchun uzoq vaqt mavjud bo'ladi. O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi 1911 yildayoq Kamerling-Onnes tomonidan kashf qilingan edi. Bu hodisa faqat kvant nazariyasi asosida tushuntirilishi mumkin.

Yuqoridagi ifodalardan:
$$\frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} \frac{U}{\ell} = \gamma \frac{U}{\ell}$$

bu erda $\frac{1}{\rho} = \gamma$ - o'tkazgich moddasining solishtirma o'tkazuvchanligi.

Potensial gradienti $\frac{U}{\ell} = E$ o'tkazgichdagi elektr maydon kuchlanganligi ekanligi va

$\frac{I}{S} = i$ tok zichligi (o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuza birligidan o'tuvchi tok) ekanligini hisobga olgan holda quyidagi munosabatni hosil qilamiz:

$$i = \gamma E \quad (6.5)$$

O'tkazgich ichida joylashgan ixtiyoriy nuqtadagi tok zichligini shu nuqtadagi elektr maydoni kuchlanganligi bilan bog'laydigan bu munosabat differensial shakldagi Om qonuni deb ataladi.

O'zgaras tok qonunlari. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.

Endi qarshiligi R va $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ kuchlanishda bo'lgan o'tkazgichda o'zgaras tok bajargan ishni aniqlaymiz. Tok q zaryadning elektr maydoni ta'sirida ko'chishidan iborat bo'lgani uchun bajarilgan ishni aniqlaymiz:

$$A = qU$$

Bu formulani va Om qonunini nazarga olib, tokning ishi uchun quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$A = IUt \quad (6.6)$$

$$A = I^2 R t \quad (6.7)$$

$$A = \frac{U^2}{R} t \quad (6.8)$$

Bu tengliklarning har ikki qismini t vaqtga bo'lib, o'zgaras tok quvvati N ning tegishli ifodalarini chiqariladi.

$$N = IU \quad (6.9)$$

$$N = I^2 R \quad (6.10)$$

$$N = \frac{U^2}{R} \quad (6.11)$$

Agar tok kuchi amperlarda, kuchlanish voltlarda, qarshilik omlarda va vaqt sekundlarda o'lhansa, tokning ishi joullarda, quvvati esa vatlarda ifodalanadi.

Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi. Elektr tokining ishi, quvvati va issiqlik ta'siri. Metallar tarkibida erkin elektronlar qanday paydo bo'ladi? Metallarning neytral atomlari bir-birlariga ma'lum masofaga yaqinlashganlarida ularning orasida o'zaro tortishish kuchlari paydo bo'ladi va metallning kristall panjarasi hosil bo'ladi. Kristall panjara hosil qilgan atomlarning valent elektronlari joylashgan tashqi qobiqlari bir-biriga kirishib ketadi. Natijada valent elektronlarning o'z atomlari bilan bog'lanishi juda susayib ketadi va issiqlik harakatlari tufayli o'z atomlaridan osonlikcha ajralib butun kristall bo'ylab bemaol tartibsiz harakatlana oladilar. Elektronlaridan ayrilgan metallning musbat ionlari esa bir-birlari bilan mustahkam bog'langan holda tebranma harakat qiladilar. Bunda metall ichida erkin elektronlar hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi musbat ionlar hosil qilgan maydon kuchlanganligi bilan o'zaro kompensatsiyalanishini unutmaslik kerak. Mazkur g'oyaga asoslanib, Drude va Lorentslar (1904–1907 yillarda) metall o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasini yaratdilar. Ular erkin elektronlarni ideal gaz qonunlariga bo'ysunadigan elektron gaz deb atadilar. Agar bir valentli metall atomining har biri bittadan, ikki valentligi esa ikkitadan erkin elektron hosil qiladi deb faraz qilsak metallidagi erkin elektronlarning konsentratsiyasi, ya'ni bir $1m^3$ hajmdagi soni $10^{28}–10^{29} m^{-3}$, ya'ni juda katta bo'ladi. Ammo ideal gazlarda kuzatilganidek erkin elektronlar kristall panjaraning ionlari va boshqa elektronlar bilan faqat o'zaro to'qnashganda ta'sirlashadi deb faraz qilinadi. Shuning uchun ham ular faqat kinetik energiyaga ega bo'ladilar:

$$\frac{m\bar{v}^2}{2} = \frac{3kT}{2} \quad (6.12)$$

bundan elektronning o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\sqrt{\bar{v}^2} = u_k \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad (6.13)$$

bu yerda $k = 1,38 \cdot 10^{-23} J/K$ Bolsman doimiysi; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ elektronning massasi; T — absolyut temperatura.

Elektronning bir to'qnashuvdan ikkinchi to'qnashuvigacha bosib o'tgan yo'lini uning erkin yugirish yo'li ℓ , o'tgan vaqtini esa erkin yugirish vaqti τ deyiladi:

$$\tau = \ell/u$$

u elektronning o'rtacha kvadrat tezligiga yaqin o'rtacha tartibsiz harakat tezligi.

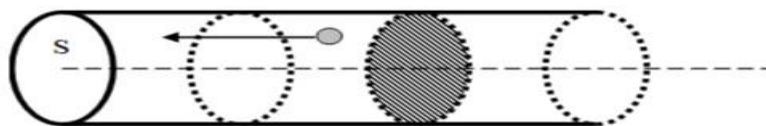
Agar metall ichida bir jinsli elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ hosil qilinsa, elektronlar, zaryadi manfiy bo'lgani uchun, maydonga teskari yo'nalishda qo'shimcha ϑ tezlik oladi. Uning natijaviy v tezligi tartibsiz u va tartibli ϑ tezliklarning yig'indisiga teng bo'lib qoladi.

$$v = u + \vartheta$$

Tartibsiz harakat tezligining maydon yo'nalishiga mos kelish yoki teskari bo'lish ehtimolliklari bir xil bo'lgani uchun uning o'rtacha qiymati nolga teng.

$$\langle v \rangle = u + \vartheta = \langle \vartheta \rangle$$

Ko'ndalang kesimi S bo'lgan silindrsimon o'tkazgich olib uning o'qi bo'ylab elektr maydon kuchlanganligi hosil qilsak, elektronlar 6.2 – rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda o'rtacha tartibli harakat tezligiga erishadi.



6.2-rasm. Metallarda elektr toki.

Bu holda Δt vaqt ichida S yuzadan $\vartheta \Delta t$ masofada joylashgan, ya'ni $dV = S\vartheta dt$ hajmdagi elektronlarning barchasi o'tadi. Agar metalldagi erkin elektronlar konsentratsiyasi n bo'lsa Δt vaqt ichida S yuzadan o'tgan zaryadlar miqdori

$$dq = enS\vartheta dt$$

U holda tok kuchining zichligi

$$j = I/S = dq/Sdt = en \langle \vartheta \rangle. \quad (6.14)$$

Tok zichligi va tezlik vektor kattaliklar ekanini hisobga olsak

$$\vec{j} = en \langle \vartheta \rangle. \quad (6.15)$$

Faraz qilaylik, misdan ($n = 8 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$) yasalgan o'tkazgichdan zichligi $j = 10^7 \text{ A/m}^2$ bo'lgan, nisbatan kuchli tok o'tayotgan bo'lsin. U holda $\langle \vartheta \rangle$ ning qiymati:

$$\langle \vartheta \rangle = j/ne = 10^7 / 8 \cdot 10^{28} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 0.78 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

O'tkazgich ichidagi elektr maydon uning elektronlarining har biriga $f = eE$ kuch bilan ta'sir etadi. Elektronlar $a = f/m = eE/m$ tezlanish oladilar, shuning uchun ularning tartibli harakat tezligi erkin yugurish vaqti davomida chiziqli ravishda o'sadi.

O'tkazgich ichidagi elektr maydoni ish bajarib, elektronlarga tezlanish beradi. Metall ionlari bilan to'qnashganda esa elektronlar kristal panjaraga erkin yugirish vaqtida to'plagan energiyasini beradi, natijada metall qiziydi.

Erkin yugurish yo'lining boshida elektron $\frac{1}{2}mu^2$ kinetik energiyaga ega bo'ladi. Ion bilan to'qnashuv oldidan esa uning energiyasi $\frac{1}{2}m(u + v_{max})^2$ qiymatga ega bo'ladi. Mazkur energiyalarning farqi to'qnashuvdan so'ng kristall panjaraning ioniga beriladi.

$$\frac{1}{2}m(u + v_m^2) - \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}m(2uv_m + v_m^2) = \frac{1}{2}mv_m^2$$

Elektronlarning dreyf tezligi $\langle v \rangle$ uning issiqlik harakat tezligidan juda kichik bo'ladi.

Agar metalldagi elektronlar konsentratsiyasi n bo'lsa, uning birlik hajmidan birlik vaqt ichida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, ya'ni differensial quvvati:

$$w = \frac{nm}{2\tau} v_m^2 \frac{nm\mu}{2l} \left(\frac{e\ell}{m\mu} E \right) = \frac{ne^2\ell}{2m\mu} E^2 = \sigma E^2$$

ya'ni

$$w = \sigma E^2 \quad (6.16)$$

Qarshiligi R va $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ kuchlanishda bo'lgan o'tkazgichda o'zgarmas tok bajargan ishni aniqlaylik. Tok q – zaryadning elektr maydon ta'sirida ko'chishidan iborat bo'lgani uchun bajarilgan ishni aniqlash mumkin,

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU \quad (6.17)$$

bu yerda $q = It$ ekanligini va zanjirning bir qismi uchun Om qonunini inobatga olib, tokning ishi uchun quyidagi ifodalarni yozish mumkin.

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad (6.18)$$

bu yerda t – ish bajarilayotgan vaqt. Vaqt birligi ichida bajarilgan ish quvvat ekanligini inobatga olib, bu tengliklarni har ikki tomonini t – vaqtga bo'lib, o'zgarmas tok quvvatining tegishli ifodalarini olamiz.

$$N = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (6.19)$$

Tok ishi J (Joul) larda, quvvati esa W (vatt) larda o'lchalanadi.

Joul–Lens qonuni. Tajribalardan ma'lumki, o'tkazgichdan tok o'tsa hamma vaqt o'tkazgich qiziydi. Bunga sabab, o'tkazgich bo'ylab harakatlanayotgan erkin elektron o'tkazgich panjarasidagi ion bilan to'qnashish paytida kinetik energiyasining bir qismini ionga beradi, shu sababli ion harakatchanligi ortadi, natijada' issiqlik ajralib chiqadi. O'tkazgichdan elektr toki

o'tganda o'tkazgichdan ajralib chiqqan issiqlik miqdorini Joule–Lenslar tajribalari asosida aniqlagan.

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda undan ajralib chiqqan issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga, qarshilikka va tok o'tib turgan vaqtga to'g'ri proporsional. Ajralib chiqqan issiqlik miqdorini quyidagi ifodalash mumkin:

$$Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad (6.20)$$

bu ifoda Joule–Lens qonunining formulasi.

Bu qonun birinchi marta tajriba yo'li bilan J.P. Joule va E.X.Lens tomonidan aniqlangan. Joule–Lens qonunining differensial ko'rinishidagi tenglamasi

$$w = \gamma E^2 \quad (6.21)$$

bo'ladi. Vaqt birligi ichida o'tkazgichning bir-birlik hajmida ajralgan issiqlik miqdori w ga yana tok issiqlik quvvatining hajm zichligi deyiladi. Shunday qilib, Joule–Lens qonuni quyidagicha ta'riflanadi: vaqt birligi ichida o'tkazgichning hajm birligida ajralgan issiqlik miqdori o'tkazgichdagi elektr maydon kuchlanganligining kvadriga proporsionaldir.

O'zgaruvchan tok, hosil bo'lishi, undan foydalanish. Tokning effektiv qiymati. Magnit maydonida aylanayotgan konturda induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga kelishidan texnikada o'zgaruvchan elektr toki olishda foydalaniladi. Magnit maydonida qo'zg'almas o'q atrofida tekis aylana oladigan to'g'ri burchakli to'rt burchak shakldagi, S yuzali, yassi konturni ko'rib chiqamiz.

Magnit maydoni bir jinsli, induksiya $B = \text{const}$, kontur $\omega = \text{const}$ burchak tezlik bilan tekis aylansa, vaqtning ixroriy paytida magnit oqimi quyidagicha bo'ladi,

$$\Phi = B S \cos \varphi = B S \cos \omega t. \quad (6.22)$$

Kontur aylanganda Φ oqim davriy ravishda o'zgarib turadi. Suning uchun konturda, Faradey elektromagnit induksiya qonuniga muvofiq, davriy o'zgaruvchi induksiya E.Yu.K. hosil bo'ladi:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega B S \sin \omega t, \quad (6.23)$$

bu yerda, $\mathcal{E}_m = \omega B S$ — induksiya E.Yu.K. ning amplitude qiymati, (6.23) formulani o'zgartirib boshqacha ko'rinishda yozaylik,

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \omega t \quad (6.24)$$

Agar bir jinsli magnit maydonida kontur tekis aylansa, unda sinus qonuniga bo'y sinuvcha o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuch vujudga keladi. Bu E.Yu.K. konturda sinusoidal o'zgaruvchan tok hosil qiladi, ya'ni

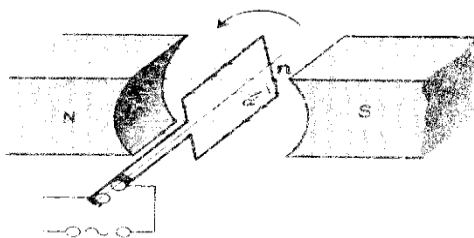
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}_m}{R_0} \sin \omega t = I_m \sin \omega t,$$

yoki

$$I = I_m \sin \omega t. \quad (6.25)$$

Bunda $I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{R_0}$ – tok kuchining amplituda quymati, R_0 – kontur qarshiligi. Agar umumiy tok zanjiri aktiv qarshilikdan iborat bo'lmasdan, reaktiv qarshiliklari ham mavjud bo'lsa, o'zgaruvchan tok kuchlanishga nisbatan faza jihatidan biror φ burchakka siljiydi, ya'ni:

$$I = I_m \sin(\omega t + \varphi). \quad (6.26)$$



6.3–rasm. Magnit maydonida tokli ramka

O'zgaruvchan tok deb vaqt o'tishi bilan tok kuchining kattaligi va yo'nalishini davriy ravishda o'zgarib turadigan tokka aytiladi.

O'zgaruvchan tok shuningdek, tok davri – T va tok chastotasi – ν bilan ham xarakterlanadi, u holda $\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu$. (3.154) formulani T va ν lar orqali ham ifodalash mumkin:

$$I = I_m \sin \omega t = I_m \sin(2\pi \nu t) = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right). \quad (6.27)$$

Demak, o'zgaruvchan tok deb sinuslar yoki cosinuslar qoidasiga bo'y sinuvchi tokka aytiladi. O'zbekistonda o'zgaruvchan tokning standart texnik chastotasi 50 Hz, AQSH da esa 60 Hz.

O'zgaruvchan tokni hosil qilidigan qurilma o'zgaruvchan tok generatoridir. Mexanik energiyani elektromagnit induksiya hodisasi yordamida elektr energiyasiga aylantirib beruvchi mashinalar induksion generatorlar deyiladi. O'zgaruvchan tokni hosil qiluvchi tok generatori rotor (ramka) va statordan tashkil topgan, boshqa turdagi energiyalarni elektr energiyasiga aylantirib beradigan oddiy qurilmadir. O'zgaruvchan tok generatorining asosiy elementlari: 1 – magnit naydon hosil qiluvchi induktor; 2 – yakor (E.Yu.K. induksiyalanadigan o'tkazgich); 3 – metal halqalar va 4 – qo'zg'almas o'tkazgichni aylanuvchi o'tkazgich bilan ulaydigan scho'tka. O'zgaruvchan tok generatorining o'zgaruvchan tok generatoridan farqi faqat halqa o'rnida kollektor ishlatilishidir. Kollektor deb, sektorlarga bo'lib, bir–biridan izolyatsiyalangan halqaga aytiladi. Rotorining n ta ramkasi (o'ramlari) bo'lib, uning har birida induksiya elektr yurituvchi kuch hosil bo'lishini inobatga olib quyidagi ifodani yozish mumkin, ya'ni;

$$\mathcal{E} = -n \frac{d\Phi}{dt} = n\omega BS \sin \omega t = n\mathcal{E}_m \sin \omega t, \quad (6.28)$$

bunda n – rotor g'altaning o'ramlarining soni.

Sinusoidal o'zgaruvchan tokda kuchlanish va tokning bitta davridagi o'rtacha qiymati nolga teng. Biroq, bitta davrdagi tok kuchining o'rtacha kvadratik qiymati noldan farqlidir, chunki o'zgaruvchan tok kuchining effektiv (haqiqiy) I_{ef} qiymati I_m dan $\sqrt{2}$ marta kichik ekanligini inobatga olinadi, ya'ni

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}. \quad (6.29)$$

Shunga o'xshash, o'zgaruvchan tok kuchlanish U_{ef} va E.Yu.K. ε_{ef} larning effektiv qiymatlarini yozish mumkin:

$$U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ va } \varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}. \quad (6.30)$$

Majburiy elektromagnit tebranishlarni kondensator, induktivlik g'aldagi va aktiv qarshiligi bo'lgan zanjirdan o'zgaruvchan tok o'tish holi sifatida qarash mumkin. O'zgaruvchan tokni kvazistasionar deb qarash mumkin, ya'ni u uchun tokning oniy qiymati zanjirning hamma qismida amalda bir xil bo'ladi, chunki ularning o'zgarishi juda sekin bo'ladi va elektromagnit qo'zgalish zanjir bo'ylab yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan tarqaladi.

O'zgarmas tok manbalari. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.

Tok manbalari — har xil energiya turlarini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar. Shartli ravishda kimyoviy va fizik tok manbalariga bo'linadi. Kimyoviy tok manbalarida oksidlashtirish reaksiyasi natijasida elektr energiyasi hosil bo'ladi. Bunday tok manbalari jumlasiga galvanik elementlar, elektrkimyoviy generatorlar va boshqa qurilmalar kiradi. Fizik tok manbalari issiklik, mexanik, elektromagnit energiyani, shuningdek, radiatsion nurlanish va yadroviy parchalanish reaksiyasi energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Elektromagnit generatorlar, termoelektr generatorlar, quyosh batareyalari va boshqa shular jumlasiga kiradi. Atom elektr stansiyasi (AES), gidroelektr stansiya (GES), issiqlik elektr stansiyalari (IES), shamol energetika qurilmasi va boshqa ham tok manbalari hisoblanadi.

Kimyoviy tok manbalari -kimyoviy reagentlarning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari energiyasi hisobiga elektr toki ishlab chikaradigan qurilmalar. Dastlabki kimyoviy tok manbalarim. Volt ustuni, Leklanshe elementi bo'lgan. Uning asosini elektrolit bilan kontakt hosil qiladigan ikki elektrod (biri oksidlagich, ikkinchisi qaytargich) tashkil qilgan. Elektrodlar orasida potentsiallar farqi — elektr yurituvchi kuch (oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining erkin energiyasiga mos) hosil bo'ladi. Kimyoviy tok manbalari elektr kimyoviy tizimlariga ko'ra, galvanik elementlar va akkumulyatorlarga, ishlatilishi va

energiyani elektr tarmog'iga uzatilishi bo'yicha birlamchi, ikkilamchi, zahira va elektr kimyoviy generatorlarga bo'linadi. Birlamchi kimyoviy tok manbalariga kimyoviy reagentlar energiyasidan foydalaniladigan galvanik elementlar va batareyalar kiradi. Musbat va manfiy elektrodlar suyuq yoki pastasimon elektrolit shimdirilgan g'ovak membrana-separator bilan ajratiladi va butun foydalanish davomida elektrik jihatdan bog'langan bo'ladi. Ikkilamchi kimyoviy tok manbalariga akkumulyator va akkumulyatorlar batareyasi kiradi. Bunda kimyoviy reagentlar energiyasidan ko'p marta foydalaniladi. Zahira kimyoviy tok manbalarida kimyoviy reagentlar energiyasidan faqat bir marta foydalaniladi. Bunday kimyoviy tok manbalarida, elektrolit saqlab qo'yiladi va kerak bo'lganda ishlatiladi. Elektrolit elektrodlar orasida suyuq holatda (shisha, plastmassa va boshqa idishlarda) yoki qattiq holatda (elektr o'tkazgich qo'ymay) saqlanadi. Ishlatish oldidan suyuq elektrolit ampulalarining uchi sindiriladi, qattiq elektrolit esa qizdirib eritiladi. Elektr - kimyovii generatorlar tashqaridan keladigan kimyoviy reagentlar energiyasini o'zgartirishdan hosil bo'ladigan elektr tokini uzoq, vaqt to'xtovsiz generatsiyalash xususiyatiga ega. Ularning yuqori, past, o'rta temperaturali, suyuq va gaz reagentli turlari bor. Bunday generatorlar kosmik ob'yektlarda, elektromobillarda muqim (statsionar) qurilmalar va boshqalarda ishlatilad

Akkumulyatorlar – keyinchalik foydalanish maqsadida energiyani to'playdigan qurilma. Elektr, issiqdik, gidravlik, inersion xillari bor. Elektr akkumulyator elektr toki ta'sirida kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beradigan galvanik tizim. Elektr akkumulyator musbat elektrod, manfiy elektrod va elektrolitdan iborat. Elektrodning elektrolitga tegib turuvchi sirtida potentsiallar farqi hosil bo'ladi. Bu farq EYuK (elektr yurituvchi kuch) deyiladi. Yig'ilgan energiyani sarflash vaqtida kimyoviy energiya elektr energiyasiga, energiyani to'plash vaqtida esa elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi. Elektrolit tarkibiga qarab, akkumulyatorlar kislotali va ishqorli xillarga bo'linadi. Kislotali akkumulyatorlarda elektrolit sifatida sulfat kislota eritmasi, musbat elektrod sifatida qo'rg'oshin oksidi, manfiy elektrod sifatida qo'rg'oshin ishlatiladi. Bunday akkumulyatorlardan avtomobil transportida, aviatsiyada, aloqada foydalaniladi. Ishqorli akkumulyatorlar elektrodining xiliga qarab, kadmiy-nikelli va temir-nikelli, kumush ruxli va kumush-kadmiyli bo'ladi. Kadmiynikelli Akkumulyator musbat elektrodni grafit aralashtirilgan nikel oksididan, manfiy elektrodni kadmiy aralashtirilgan temirdan tayyorlanadi. Elektrolit sifatida o'yuvchi kaliy eritmasi yoki o'yuvchi natriy eritmasiga ozgina litiy gidrooksid qo'shilgan aralashma ishlatiladi. Akkumulyator zaryadlanish va zaryadsizlanish vaqtidagi o'rtacha kuchlanish (har bir elementga 1–2 V) va sig'im (amper-soat) bilan ifodalanadi. Kuchlanishni oshirish uchun akkumulyatorlar ketma-ket ulanib, batareyalar hosil

qilinadi. Kadmiy-nikelli va temir-nikelli akkumulyatorlar aviatsiyada, aloqa vositalarida, elektr transport mashinalarida, kosmik apparatlarda; kumush-ruxli va kumush-kadmiyli akkumulyatorlar aviatsiya, aloqa vositalari, kinoga olish apparati va boshqalarda ishlatiladi. Issiqlik akkumulyator tarmoqdagi bug‘ bosimini birday saqlab turadi. Gidravlik akkumulyator gidravlik qurilmalarda suyuqlik yoki gazning bosim va sarfini tenglashtiradi, 100–300 atm. bosim ostida suyuqlikni yig‘ib, gidravlik presslarga va boshqa mashina-qurollarga bir me‘yorda berib turadi. Inersion akkumulyator maxovikdan iborat bo‘lib, undan turli mashinalar, transport vositalari va boshqalarda foydalaniladi. Soatlardagi prujinalar, aviatsiya modellaridagi rezina motor ham energiya akkumulyatori hisoblanadi

AKKUMULYATORLAR BATAREYASI, elektr akkumulyatorlar batareyasi – kuchlanish, tok kuchi, elektr zaryadi yoki quvvat olish uchun elektrik tutashtirilgan bir turdagi akkumulyatorlar guruhi. Akkumulyatorlar parallel ulanganda akkumulyatorlar batareyasidagi kuchlanish har qaysi element kuchlanishiga, umumiy elektr zaryad esa alohida akkumulyatorlarning elektr zaryadlari yig‘indisiga teng bo‘ladi. Ketma-ket ulanganda EYuK lar qo‘shiladi. Elektr zaryadi va kuchlanishni kuchaytirish uchun akkumulyatorlar aralash (ham ketma-ket, ham parallel) ulanadi. Bunday akkumulyatorlar batareyasi doimiy tok manbai hisoblanadi

Galvanik elementlar— elektr toki manbalarining umumiy nomi; elektrolit va unga botirilgan ikkita turli xil metall plastinka (elektrod)lardan iborat. Bunday elementlarning yaratilishiga italyan olimi Galvani hayvonlar ustida o‘tkazgan tajribalar asosiy turtki bo‘ldi. Galvanik elementlarda kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo‘lgan energiya bevosita elektr energiyasiga aylanadi. A. Volta yaratgan volta ustuni birinchi Galvanik elementlar bo‘lgan. 19-asr o‘rtalarigacha Galvanik elementlar yagona elektr toki manbai hisoblangan. Elektrodlardan biri (musbati) anod, ikkinchisi (manfiysi) katod deb ataladi. Reaksiya natijasida elektrodlarda potentsiallar farqi hosil bo‘ladi. Bu elektrodlarni tutashtirib turadigan simda elektr toki vujudga keladi. Eng ko‘p tarqalgan Galvanik elementlarda musbat elektrod o‘rnida ko‘mir tayoqcha, manfiy elektrod o‘rnida rux tayoqcha, elektrolit o‘rnida esa novshadil eritmasi ishlatiladi. Suyuq elektrolit o‘rnida quyuq pastalar qo‘llanilsa, «quruq» element hosil bo‘ladi. Galvanik elementlarda reagentlar sarflanib (zaryadsizlanib) bo‘lganidan so‘ng u ishga yaroqsiz holga keladi, ya‘ni ularni qayta zaryadlab bo‘lmaydi. Galvanik elementlar ixtiro qilinishi bilan tok xususiyatlarini o‘rganish va undan foydalanish imkoni yuzaga keldi, elektrotexnikaning fan sifatida shakllanishiga asos solindi.

To‘liq zanjir uchun Om qonuni. Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalari.

Aktiv qarshilik R , sig'imi C bo'lgan kondensator va induktivligi L bo'lgan g'altaklardan tashkil topgan zanjir keltirilgan bo'lib, uning uchlariga o'zgaruvchan kuchlanish ulangan. O'zaro ketma-ket ulangan induktiv g'altak, kondensator va aktiv qarshilikdan iborat o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni quyidagicha bo'ladi, agar undagi kuchlaninish $U = U_m \cos \omega t$ qonuniyat bo'yicha o'zgarayotgan bo'lsa,

$$I = \frac{U_m \cos \omega t}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \quad (6.31)$$

bo'ladi.

Zanjir orqali o'zgaruvchan tok oqib zanjirning hamma elementlarida mos ravishda U_R, U_L, U_C kuchlanishlar tushuvchi hosil qiladi. Zanjirga qo'yilgan kuchlanishning amplituda qiymati U_m shu kuchlanish tushuvlari amplituda qiymatlarining geometrik yig'indisiga tengdir.

Tok kuchining amplituda qiymatining ifodasi quyidagicha bo'ladi,

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}. \quad (6.32)$$

Demak, zanjirdagi kuchlanish

$$U = U_m \cos \omega t \quad (6.33)$$

qonun bilan o'zgarsa, u holda zanjir orqali

$$I = I_m \cos(\omega t + \varphi) \quad (6.34)$$

tok oqadi. Zanjirning to'la qarshiligi

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}, \quad (6.35)$$

bu yerda

$$X = R_L - R_C = \omega L - 1/\omega C$$

reaktiv qarshilik deyiladi.

Agar o'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik, induktiv g'altak va kondensator o'zaro ketma - ket ulangan bo'lsa va $\omega L = 1/\omega C$

shart bajarilsa u holda tok kuchi bilan kuchlanish orasidagi faza siljishi nolga teng bo'ladi, ya'ni tok kuchi va kuchlanishning fazalari bir xil fazada bo'ladi. demak

$$\omega_{rez} = 1/\sqrt{LC}.$$

Bu formuladan $\omega_{tez} = 2\pi\nu = 2\pi/T$ ekanligini inobatga olib rezonans davri T ni topish mumkin:

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

bu ifoda **Tomson formulasi** deyiladi. Bu rezonans holatda zanjirning to'la qarshiligi Z eng kichik bo'lib, u aktiv qarshilikga teng bo'ladi va zanjirdagi tok eng katta qiymatga erishib aktiv qarshilik bilan aniqlanadi. Aktiv qarshilikdagi kuchlanish tushuvi zanjirga qo'yilgan tashqi kuchlanishga teng bo'ladi, ya'ni

$U_R = U$, kondensatordagi U_C va induktiv g'altakdagi U_L kuchlanish tushuvlari amplituda qiymatlari jihatidan bir xil bo'lib faza jihatidan qarama-qarshi bo'ladi. Bu hodisaga kuchlanish rezonasi, chastota esa rezonans chastotasi deyiladi. Kuchlanishlar rezonans uchun

$$U_{L,rez} = U_{C,rez}.$$

Shu sababli bu formulaga rezonans chastota va induktiv g'altakdagi, hamda kondensatordagi kuchlanishning amplituda qiymatini qo'yib, quyidagini olamiz

$$U_{L,rez} = U_{C,rez} = \sqrt{\frac{L}{C}} I_m = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} U_m = \chi U_m \quad (6.36)$$

bu yerda χ — tebranish konturining asilligi. Odatdagi tebranish konturining asilligi birdan katta bo'lgani uchun ham induktiv g'altakdagi, ham kondensatordagi kuchlanish zanjiriga qo'yilgan umumiy kuchlanishdan ortiq bo'ladi. Shu sababli, texnikada kuchlanishlar rezonansi ma'lum chastotali kuchlanish tebranishini kuchaytirishda qo'llaniladi. Masalan, rezonans paytida kondensatorda amplitudasi χU_m bo'lgan kuchlanish olish mumkin bo'lib, bu U_m dan ancha katta bo'ladi.

Kuchlanishning bunday ortishi faqat rezonans chastotaga yaqin kichik chastota oralig'ida o'rinli bo'ladi va shu sababli ko'plab chastotali tebranishlardan bitta tebranishni ajratish mumkindir. Shu hodisa asosida televizop, radiopriyomnik ba boshqa tq'lqin qabul qilgich qurilmalari kerakli to'lqin uzunlikga sozlanadi. Kondensator va induktiv g'altak bo'lgan elektr tarmoqlarining himoyasini hisoblashda kuchlanishlar rezonansni etiborga olish zarur, chunki aks holda ularning teshilishi yuz beradi. Tarmoqlanmagan elektr zanjiri deb faqat bitta berk o'tkazuvchan konturdan iborat bo'lgan eng soda elektr zanjiriga aytiladi. Tarmoqlanmagan zanjirlarning barcha qismlarida tok kuchi bir xil bo'ladi. Tarmoqlanmagan zanjirlarning tok kuchini elektr yurituvchi kuchini (EYuK) va qarshiligini aniqlashda zanjirning bir bir qismi uchun hamda butun zanjir uchun Om qonunlaridan foydalanilsa bo'ladi.

Tarmoqlangan elektr zanjiri ancha murakkab bo'ladi. Tarmoqlangan zanjir berk konturining alohida qismlarida tok kuchlari kattalik jihatdan ham yo'nalishi jihatdan ham turlicha bo'lishi mumkin. Tarmoqlangan zanjirni Om qonunlariga ko'ra bevosita hisoblash qiyin, ammo Kirxrof qoidalarini qo'llab bunday hisobni soddalashtirish mumkin.

Zanjirning uchtadan kam bo'lmagan o'tkazgichlari birlashadigan nuqtalariga tugunlari deb ataldi. Bunda tugunga keluvchi toklarni musbat, tugundan ketayotgan toklarni manfiy deb shartli ravishda qabul qilingan.

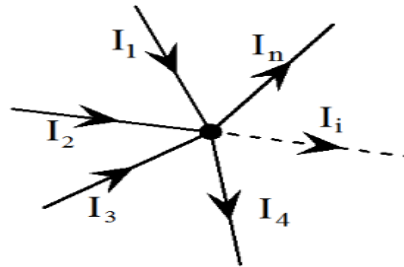
Kirxgof qoidalari:

1) Tugundagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng. $I_{kel} + I_{ket} = 0$ yoki $I_{kel} = -I_{ket}$. Umumiy holda:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (6.37)$$

bu yerda $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Bu munosabat o'zgarmas tok bo'lganda, tugunlarda zaryadlarning to'planmasligin bildiradi. Demak, tugunga vaqt birligi ichida bir xil elektr miqdori kiradi va undan chiqadi.

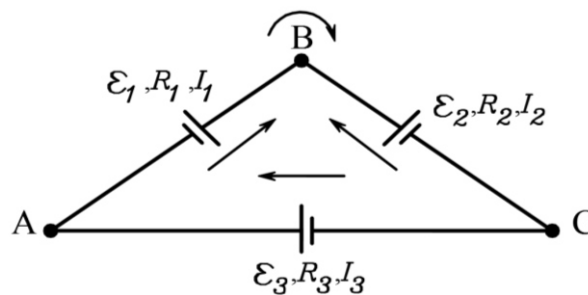
2) Tarmoqlangan zanjirning berk konturida tok manbalarining elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yig'indisi tok kuchining bu konturning tegishli qismlari qarshiliklariga ko'paytmalarning algebraik yig'indisiga teng



6.4-rasm. Zanjirdagi tugunning ko'rinishi

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = \sum_{i=1}^n I_i R_i \quad (3.70)$$

bu yerda ε – EYuK, $i = 1, 2, 3, \dots, n$.



6.5-rasm. Tok manbalari zanjiri

Mavzu bo'yicha savollar.

1. O'zgarmas elektr toki qonunlarini tushuntiring.
2. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
3. Om va joul-Lens qonunlarining integral va differensial ko'rinishlari.
4. Elektr yurituvchi kuch nima?
5. Zanjirning bir qismidagi EYuK, ish, kuchlanish va potensiallar ayirmasining fizik ma'nolarini ayting.
6. O'zgarmas tok manbalari haqida tushuncha bering.

7-mavzu. Gazlarda va vakuumda elektr toki.

Reja

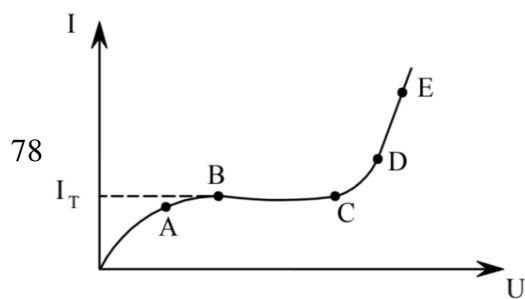
1. Gazlarda elektr toki. Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.

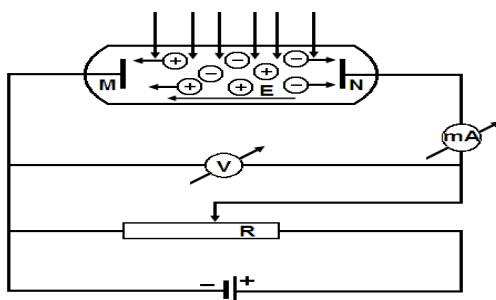
2. Gaz razryadining to'liq voltamper xarakteristikasi.
3. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari. Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo'llanilishi.
4. Plazma haqida tushuncha. Gazlarda va vakuumda elektr toki. Elektronlar dastasi. Elektronlar emissiyasi.
5. Termoelektron emissiya.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

Gazlarda va vakuumda 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 molekulalari 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'shib neytral gaz molekulasini 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 gaz razryadiga **mustaqil gaz razryadi** deyiladi. So'nmaydigan gaz razryadi paytida gazning mustaqil o'tkazuvchanligi kuzatiladi.

Gazlar yuqori bo'lmagan haroratda va atmosfera bosimida yaxshi izolyator hisoblanadi. Bu esa quruq havoda gaz molekulalari elektr neytral hisoblanadi. Gaz o'tkazuvchan bo'lishi uchun uning molekulalari ionlashuvi zarur, ya'ni neytral molekula ionlarga va erkin elektronlarga parchalanadi. Buning uchun gazni biror ionizator bilan ta'sir qildirish kerak. Bu ta'sirlar quyosh energiyasi, issiqlik energiyasi va hokazo bo'lishi mumkin. Ionlashgan gazda musbat va manfiy ionlar va erkin elektronlar bo'ladi. Molekuladan (atomdan) elektron urib chiqarish uchun energiya sarflash zarur. Bunga *ionizatsiya energiyasi* deyiladi va u taxminan **4–25 eV** ga teng. Ionizatsiya bilan bir vaqtda rekombinatsiya hodisasi ham bo'ladi. Umuman olganda gazning o'tkazuvchanligi hech qachon nolga teng emas. Gaz razryadi xarakteri gaz turidan, haroratidan, bosimidan, elektrod o'lchaimi va shaklidan, kuchlanishdan va tok zichligidan bog'liq bo'ladi:





7.1–rasm. Gazlarda elektr tokini aniqlash qurilmasi

7.2-rasm. Mustaqil gaz razryadi volt- amper xarakteristikasi

Gaz doimiy ionizator ta'sirida bo'lsin. Tajribada gaz razryadini kuzatib volt–amper xarakteristikasini olish mumkin. **OA**–qismda kuchlanish oshishi bilan tok ham oshadi, ya'ni **Om** qonuni bajariladi. Kuchlanishning keyingi oshuvida (**AB** qism) tok oshuvi sekinlashadi. **BS** qismda esa tok umuman oshmaydi. **BS** qismda ionizatorda hosil bo'lgan zaryadlar vaqt birligi ichida hammasi elektrodلarga borib yetada. Bunga to'yinish toki deyiladi. **OC** qismda ionizator ta'siri olinsa gaz razryadi ham to'xtaydi. Kuchlanishning keyingi oshuvida (**CD**) tok sekin oshib boradi va **DE** qismda tez oshadi.

Tashqi ionizator ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham davom etadigan gaz razryadiga mustaqil gaz razryadi deyiladi.

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 7.2-rasmدا keltirilgan.

Mustaqil gaz razryadi bir qancha turlarga bo'linadi:

1. Uchqun razryadi. Katta elektr maydon kuchlanganligida (**30000 V/cm**) normal yoki yuqori bosimda yuz beradi. Uziq–uziq, uzun va chirsillagan tovush eshitiladi. Bunga tabiatda ro'y beradigan yashin misol bo'la oladi. Yashin uzunligi bir necha kilometr, davom etish vaqti $10^{-6}s$, kanal kengligi **25 cm**, tok kuchi 10^5A , kuchlanish million volt atrofida bo'ladi. Plazma hosil qilishda ham ishlatiladi.

2. Toj razryadi. Bir jinsli bo'lmagan elektr maydoni, normal yoki yuqori bosimli gazlarda o'tkir uchli elektrodلar orasida bo'ladi. Bu razryad yuqori kuchlanishli elektr simlari yaqinida, machtalar uchida hosil bo'ladi. Yashin

qaytargich prinsipi toj razryadiga asoslangan. Atmosferada hosil bo'ladigan momoqaldiraqda kuchli kuchlanish ta'sirida yashin qaytargich uchida toj razryadi hosil bo'ladi va binoni himoya qiladi.

3. Yoy razryadi. Bu razryad bir-biriga yaqin joylashgan ikkita elektrod orasida bo'ladi. Kuchlanish uncha katta emas, taxminan 60 V atrofida. Atmosfera bosimida uning harorati $5000\text{--}6000\text{ K}$ tok zichligi 1000 A/mm^2 atrofida bo'ladi. Buni 1802 yili Poton kashf qilgan.

4. Yolqin razryad. Past bosim va elektr maydon kuchlanganligi katta (80 V/cm) bo'lmaganda kuzatiladi. Yolqin razryadidan nurlanish lampalarida foydalaniladi. Ularga kunduzgi yorug'lik manbalari deyiladi. Shisha balon ichiga lyuminaforlar surtiladi. Reklama yozuvlaridagi lampalarga geliy, neon, argon kabi inert gazlar solinadi va ular turli xil ranglarni beradi. Qutb yog'dusi tabiiy sharoitda yuz beradigan yolqin razryadidir. Quyoshning aktiv sohalaridan chiqib yerning magnit maydoni tomonidan Yer magnit qutblari zonalarida yig'iladigan zaryadlangan zarrachalar oqimlari ta'sirida hosil bo'ladi.

Metallarni isitilganda uning sirtidan elektronlarning uchib chiqish hodisasi **termoelektron emissiya** deyiladi. Erkin elektronlar xaotik harakati natijasida, bu elektronlarning ayrimlarini kinetik energiyasi, elektronlarning metall dan chiqish ishidan kattaroq bo'ladi va ular metall dan vakuumga chiqib ketadi. Natijada metall ma'lum miqdorga musbat zaryadlanadi va o'ziga emissiya natijasida chiqib ketayotgan elektronlarni torta boshlaydi. Shunday qilib, bir tomonidan elektronlar metall dan emissiyalanib chiqsa, ikkinchi tomondan bu elektronlarni ma'lum qismi shu metall atrofida ushlanib qoladi va elektronlar bulutini hosil qiladi. Agar metallning temperaturasi ko'tarilsa tabiiyki, emissiyalangan elektronlar soni, metallga qaytuvchi elektronlar sonidan katta bo'ladi. O'zgarmas temperaturada vaqt birligida metall dan ajralib chiqayotgan elektronlar soni shu metallga qaytib kelayotgan elektronlar soniga teng bo'ladi.

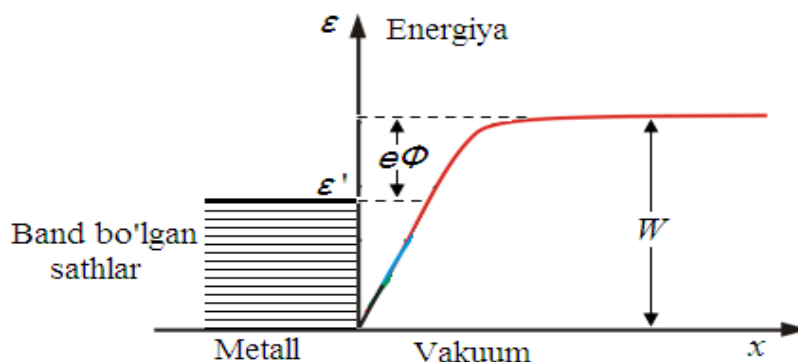
Erkin elektronlar metall ichida uzluksiz issiqlik harakatida bo'lgani bilan uning sirtidan chiqib keta olmaydi. Kinetik energiyasi katta bo'lgan ayrim elektronlarga metall sirtidan chiqib ketadi, undan bir necha atomlararo masofaga uzoqlashadi, so'ngra yana metall sirtiga qaytib tushadi. Natijada metall 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 yengib, 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 (7.1–rasm):

$$A = e\varphi = W_0 - W_F \quad (7.1)$$

Bu erda e - elektron zaryadi, φ - sirt potentsial sakrashi, W_0 - potentsial o'ra chuqurligi, W_F - Fermi sath energiyasi.



7.3-rasm. Fermi sathi energiyasi

Ba'zi metallar uchun elektron chiqish ishining elektron – volt (eV) larda ifodalangan qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Metall	Pt	Ni	W	Cu	Fe	Na	K
Termoelektron emissiya bo'yicha	6.3	4.61	4.25	4.26	4.04	2.28	1.93
Fotoeffekt bo'yicha	6.27	4.06	4.35	4.18	3.91	2.3	1.8

Agar elektronning kinetik energiyasi uning chiqish ishidan katta bo'lsa, elektron metall sirtidan chiqib keta oladi:

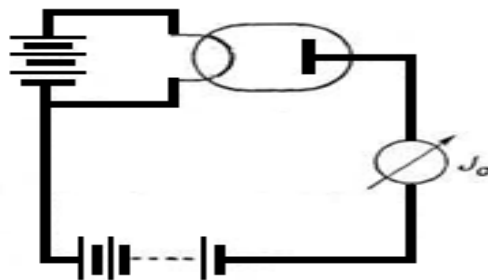
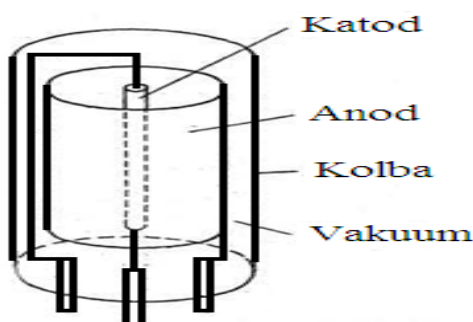
$$\frac{1}{2} m g_n^2 \geq e\varphi$$

bu erda m – elektron massasi, g_n - elektron tezligining sirt normaliga proektsiyasi.

Uy temperaturasida erkin elektronlarning ozgina qismi metall sirtidan chiqib ketish uchun yetarli 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 chiqiuvchi elektronlar soni ham oshib boradi. Bu jarayon isitilayotgan suyuqlikdan molekulallarning bug'lanish jarayoniga o'xshaydi. Temperaturaning ortishi bilan metall sirtidan ajralib chiqiuvchi

elektronlar soni ham ortib boradi va yetarli yuqori temperaturalarda bunday elektronlarning soni ham keskin ortib ketadi.

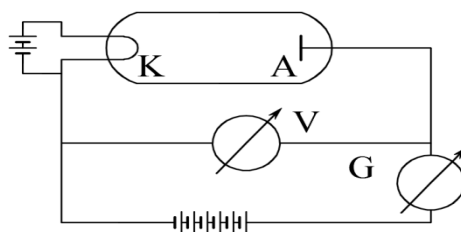
Termoelektron emissiya hodisasini 7.4–rasmda tasvirlangan sxema yordamida o‘rganish mumkin. Sxemaning asosiy elementi vaakuumli diod lampasi hisoblanadi. Uning tuzilishi 7.5–rasm tasvirlangan. Vaakuumli diod lampasi A anod K katod elektrodlardan iborat bo‘lib, ular havosi so‘rib olingan shisha balonga joylashtirilgan. Amalda elektrodlar turli shaklda tayyorlanishi mumkin. Oddiy holda, katod ingichka to‘g‘ri tola, anod esa katodga nisbatan koaksial silindr shaklida bo‘ladi.



7.4-rasm. Termoelektron emissiya hodisasi **7.5-rasm.** Vaakuumli diod lampasi

B_N batareya yordamida katod qizdiriladi va uning temperaturasi 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 tok anod toki yoki emissiya toki deyiladi.

Elektronlar dastasi. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Termoelektron hodisani tajribada kuzatishning elektr sxemasi 7.6–rasmda ko‘rsatilgan. Agar qizdirilgan metall vaakum trubkasining katodi sifatida sxemaga ulansa, anodda kuchlanish ortishi bilan elektr zanjirda emissiya toki hosil



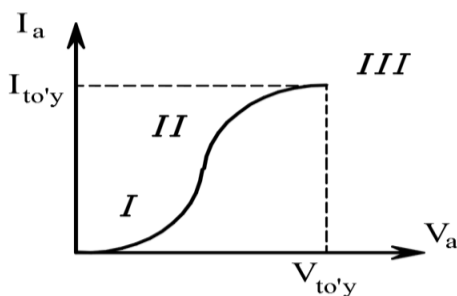
7.6-rasm. Termoelektron hodisani tajribada qurilmasi

bo‘lib, ortib boradi va bu tok kuchlanishining biror qiymatida to‘yinadi. To‘yingan emissiya tokining kattaligi Richardson–Deshman formulasi bilan aniqlanadi.

$$j_t = S(1 - \bar{r})BT^2 e^{-\frac{A}{kT}}$$

bu yerda: $\bar{r}$ –emitter– vaakuum chegarasidan elektronlar qaytishi o‘rtacha koeffetsenti, $B = 120,4 \frac{A}{cm^2 \cdot C^2}$ bo‘lib Richardson doimiysi deb ataladi, S –metall – emitterning yuzi, A –elektronlarning metalldan chiqish ishi, k –Boltsman

doimiysi e — natural logarifmning asosi. Agar katod qiyin eriydigan metallardan (masalan, volframdan) yasalgan bo'lsa, to'yinish toki I_T ni olish uchun emitterini $2500 - 2600\text{ K}$ gacha qizdirish kerak bo'ladi.



7.7-rasm. Anod tokining anod kuchlanishga bog'liqlik grafigi

$$I = f(U_a),$$

u termoelektron emissiya elektr sxemasining (biz ko'rayotgan holda diodining) volt amper xarakteristikasi (VAX) deyiladi, VAX grafigidan ko'rinib to'ribdiki, katoddan anodga yo'nalgan elektronlar hosil qilgan termoelektron tok Om qonuniga bo'ysinmaydi. Agar tok va kuchlanish bog'lanishini

$$I = a_0 U_a^\alpha$$

ko'rinishda approksimatsiya qilsak ($\alpha \sim \frac{1}{R}$ ga bog'liq proportsionalik koeffitsiyent, α — ko'rsatgich darajasi). 8.5- rasmdan ko'rinib to'ribdiki, I sohada $\alpha < 1$, II sohada $\alpha > 1$, III sohada $\alpha < 1$. tok bilan kuchlanishning II sohada bog'liqligini

$$I = a_0 U_a^{3/2} \quad (7.2)$$

ko'rinishga ega ekanligini Boguslavskiy va Lengmyur tajribada aniqladilar. Bu ko'rinish «3/2» qonuni ham deb yo'ritiladi.

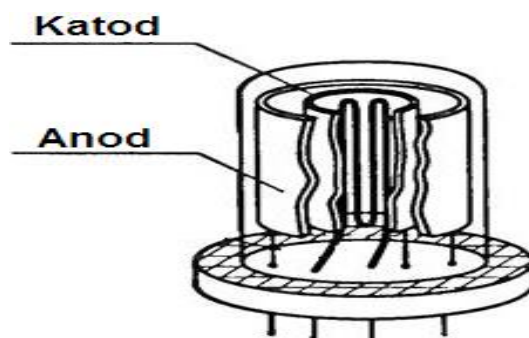
Katod va anod orasidagi tok Om qonuniga bo'ysinmasligini katod atrofida manfiy «bulut» hosil bo'lishi bilan tushuntirish mumkin.

Elektron emissiya hodisasi asoslangan vakuum lampalar yasash, elektron emissiya hodisasining fizik parametrlarini o'lchash va ularni tahlil qilishda ishlatiladi:

- 1) O'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirish, yani tug'rilagich sifatida;
- 2) Har xil chastotali elektr tebranishlarni kuchaytirish, hosil qilishda

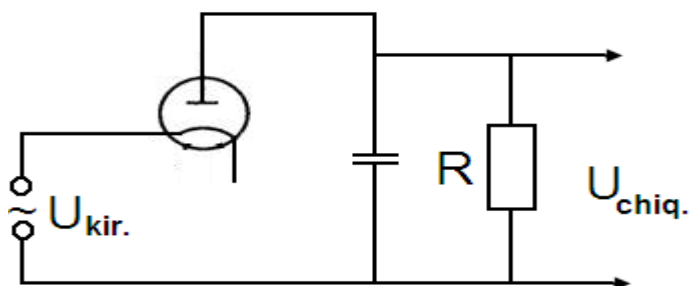
Elektron lampalar. Diod va triod.

I. Vakuumli diod. Vaakumli 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.

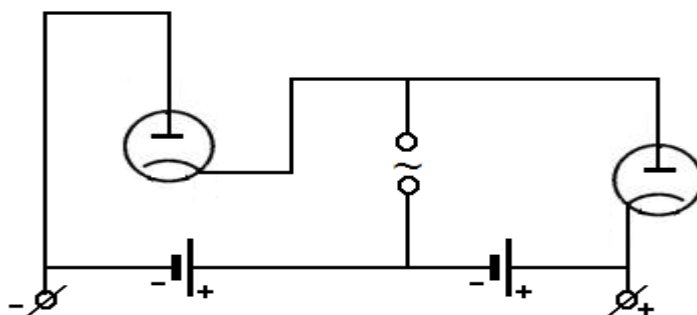


7.8-rasm. *Vakuumli diod tuzilishi*

Kenotron o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka to'g'rilagich sifatida qo'llaniladi.

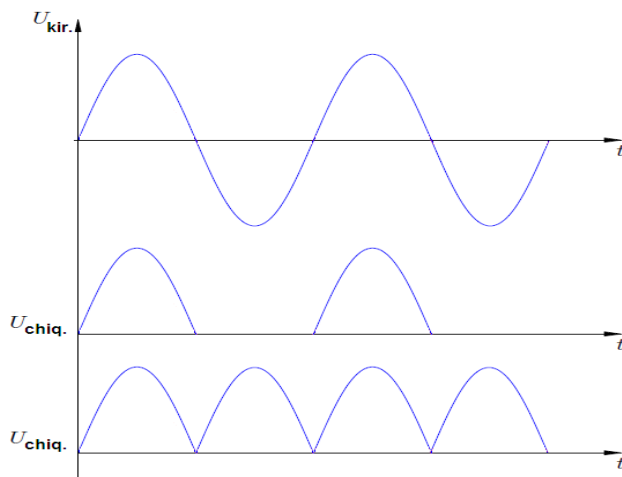


7.9-rasm. *Bir yarim davrli to'g'rilagich sxemasi*



7.10-rasm. *Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi*

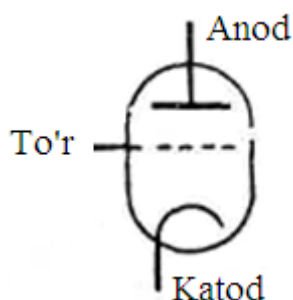
Kenotronga berilgan sinusoidal tok faqat yarim davr davomida oqib turadi. Shuning uchun sinusoidal tokning bunday usul bilan to'g'rilanishini bir yarim davr davomida oqib turadi.



7.11-rasm. *Kuchlanishning vaqtga bog'liqlik grafigi*

Shuning uchun sinusoidal tokning bunday usul bilan to'g'rilanishini bir yarim davrli to'g'rilash deyiladi. Bir vaqtda ikkita kenotrondan 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.

II. Vakuumli triod. Triodning dioddan farq shundaki, tridda anod bilan katod orasiga (katodga yaqin) uchinchi elektrod boshqaruvchi to'r joylashtiriladi.



7.12-rasm. Vakuumli triod

Uch elektrodli lampa orqali tok faqat U_a anod kuchlanishiga emas, shu bilan birga U_r to'r kuchlanishga ham bog'liq bo'ladi. Vakuumli triod uchun Lengmyur formulasi quyidagicha yoziladi:

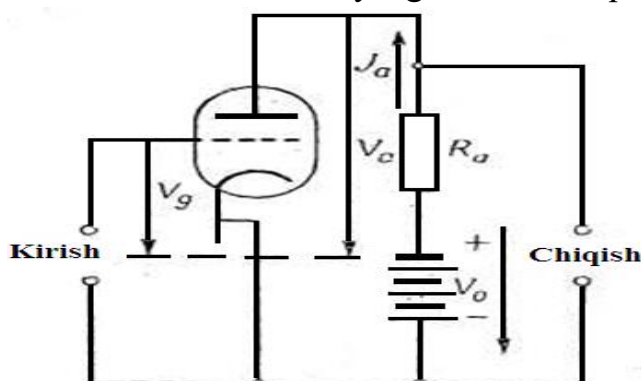
$$I_a = B(U_g + DU_a)^{3/2} \quad (7.3)$$

Anod tokiga to'rdagi kuchlanish $\mu = \frac{1}{D}$ martagacha kuchliroq ta'sir ko'rsatadi.

To'rning singdiruvchanligiga teskari bo'lgan kattalikka lampaning kuchaytirish koeffitsienti deyiladi. Lampadagi to'la tok (katod toki) anod va to'r toklarining yig'indisiga teng:

$$I = I_a + I_g$$

Triod lampalar radiotexnikada kuchaytirgich sifatida qo'llaniladi.



7.13-rasm. Triod lampali kuchaytirgich sxemasi

8- mavzu. Suyuqliklarda va yarim o'tkazgichlarda elektr toki

Reja

1. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
3. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki.
4. Yarim o'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, kuchaytirgichlar va termoelektr batareyalari.
5. Fotoelektrik elementlar, quyosh batareyalari.

Yarim o'tkazgichlarda elektr toki. Yarim o'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligi. Berkituvchi qatlam.

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

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

0,0001% mishyak aralashmasi germaniyda erkin elektronlar sonini 1000 marta oshiradi. Temperatura bir gradusga o'zgarganda metallning qarshiligi $0^{\circ}C$ dagi qarshilikdan 0,004 ga ortadi, yarim o'tkazgich qarshiligi esa 0,06 ga kamayadi. Bunday xossadan o'lchamlari kichik bo'lgan va metall elektr qarshilik termometrlariga qaraganda juda katta sezgirlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich qarshilik termometrlari yasashga imkon beradi. Yarim o'tkazgich qarshilik termometruga **termistor** deyiladi. Termistor degani yarim o'tkazgich qarshilik, ya'ni issiqlik va aktiv qarshilik demakdir. Termistorning issiqlikka teguvchi qismining o'lchamlari millimetrning o'ndan bir ulushlaricha bo'ladi.

Bu termistor yordamida juda kichik ob'yektlar, masalan o'simlik va jonli organizmlarning ayrim qismlarining temperaturasini o'lchash mumkin. Termistor bilan gradusning milliondan bir ulushlaricha o'zgarishlarini aniqlash mumkin.

Tabiatda mavjud bo'lgan ko'pgina moddalarning solishtirma qarshiligi $10^{-7} \Omega \cdot m \div 10^8 \Omega \cdot m$ oralig'ida joylashgan bo'ladi. Ular yarimo'tkazgichlar deb yuritiladi va elektrik xossalari bilan metallardan farq qiladi. Masalan: harorat ortishi bilan yarim o'tkazgichning qarshiligi kamayadi. Metallardan farqli ravishda yarimo'tkazgichlarda elektr toki faqat erkin elektronlarga emas, balki atom bilan bog'lanishda bo'lgan elektronlarning harakati bilan ham yuzaga keladi va uning o'tkazuvchanligida asosiy rol ni o'ynaydi. Yarimo'tkazgichlarda kam miqdorda qo'shilgan aralashma solishtirma qarshiligini keskin o'zgartirib yuboradi. Elektronlar asosan atomlar bilan bog'langan holatda bo'ladi va past haroratda erkin elektron miqdori kam bo'ladi.

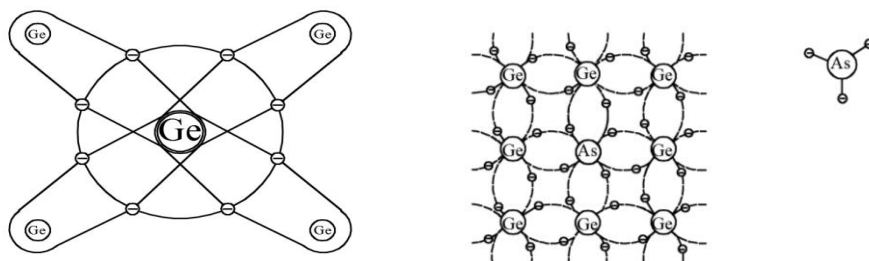
Yarimo'tkazgich elektr maydoni ta'sirida bo'lganda erkin elektronlar maydonga qarshi yo'nalishda harakat qilib, zaif tok hosil qilishi mumkin. Atom bilan bog'langan elektronlarni bog'lanishdan ozod qilish uchun yetarli ishga teng bo'lgan tashqi energiya, ya'ni issiqlik energiya berish kerak. Bu holda yarimo'tkazgichlarning qarshiligini kamayishi yoki o'tkazuvchanligini oshishiga sabab bo'luvchi erkin elektronlarning miqdori ortadi. Yarimo'tkazgichlar qarshilik termometri "termistor" shu hodisaga asoslangan holda ishlaydi. Bu termistor yordamida jismning nuqtaviy qismlarining haroratini o'lchash mumkin. Yorug'lik intensivligini o'lchash uchun foydalaniladigan termistorlar fotoqarshiliklar deyiladi.

Yarimo'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligini qaraylik. Tarkibi faqat bir xil atomlardan tuzilgan sof yarim o'tkazgichlarga misol qilib, *B, C, Si, Ge, Sn, P, As, S, Se, In, Tl* va shu kabilarni olish mumkin. Sof yarim o'tkazgichlardan misol tariqasida germaniy (*Ge*) kristallni qarab chiqamiz. Germaniy—to'rt valentli element bo'lganligi uchun, atomining tashqi qobig'ida yadroga zaifroq bog'langan to'rtta elektron bo'ladi. Har bir germaniy atomining eng yaqin qo'shni atomlari ham to'rtta bo'ladi. Har bir juft qo'shni atom bir-biriga kovalent bog'lanish deb ataluvchi juft elektronli bog'lanish tufayli o'zaro ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga bog'lanishda qatnashayotgan elektronlar o'zaro bog'langan ikkala atomga ham taalluqlidir.

Germaniy atom panjarasi yassi to'r ko'rinishda tasvirlangan, ya'ni har bir atom o'ziga eng yaqin turgan to'rtta atom bilan juft elektron bog'lanishida birikadi.

Absolyut nol temperatura (-273°C) da yarim o'tkazgichlardagi barcha valent elektronlar bog'langan bo'ladi. Yarim o'tkazgichlar bunday sharoitda erkin elektronga ega bo'lmaganligi uchun ideal izolyator xossasiga ega bo'ladi.

Absolyut noldan farqli bo'lgan haroratdan yarim o'tkazgichgacha elektronlarning issiqlik harakat energiyasi kovalent bog'lanishni buzishga yetarli bo'lib qolganda sof yarim o'tkazgichda erkin elektronlar hosil bo'ladi. Bu elektron o'z o'rnini tashlab kristall bo'ylab harakat qila boshlaydi. Elektrondan bo'shagan vakant joylarga teshiklar deyiladi (8.15-rasm).



7.14-rasm. Yarimo'tkazgich tuzilishi.

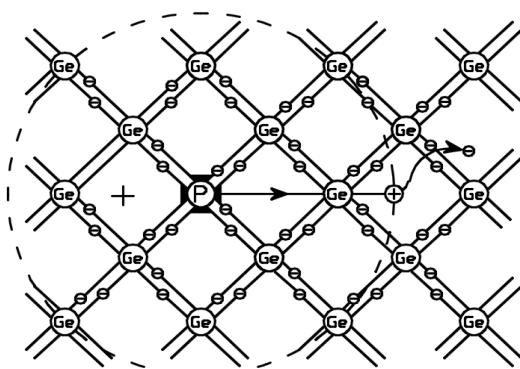
Shunday qilib, sof yarim o'tkazgichning biror joyida kovalent bog'lanishning buzilishi natijasida erkin elektron va teshik vujudga keladi. Buni odatda, elektron–teshik vujudga keladi deyiladi. Agar yarim o'tkazgichda elektr maydon bo'lmaganda musbat zaryadli teshiklar ham erkin elektronlarga o'xshab xotik harakatlanadi.

Elektr maydon ta'sirida butun kristall bo'ylab elektronlar maydon kuchlanganligiga teskari, teshiklar esa maydon kuchlanganligi yo'nalishida harakatga keladi. Shunday qilib, maydon ta'sirida elektronlar va teshiklarning harakati qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Binobarin, yarim o'tkazgichdan umumiy tokning kuchi I elektron va teshik toki kuchlari I_n va I_p ning yig'indisiga teng, $I = I_n + I_p$.

Sof yarim o'tkazgichlarning bunday elektron–teshikli o'tkazuvchanligiga xususiy elektron o'tkazuvchanligi deyiladi. Odatda sof yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi uncha katta bo'lmaydi. Lekin sof yarim o'tkazgichlarga maxsus tanlangan aralashmalar qo'shish bilan sun'iy ravishda elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan aralashmali yarim o'tkazgichlar tayyorlash mumkin. Bunday aralashmali yarim o'tkazgichlar ko'proq elektronli yoki teshikli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi.

To'rt valentli sof yarim o'tkazgichlardan germaniy (Ge) yoki kremniy (Si) atomlaridan tuzilgan kristall panjaraning ba'zi tugunlariga besh yoki uch valentli atomlarni joylashtirib elektronli yoki teshikli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlarni hosil qilish mumkin. Germaniy (Ge) kristallidagi atomlardan biri besh valentli fosfor (P) atomi bilan almashtirilgan bo'lsin

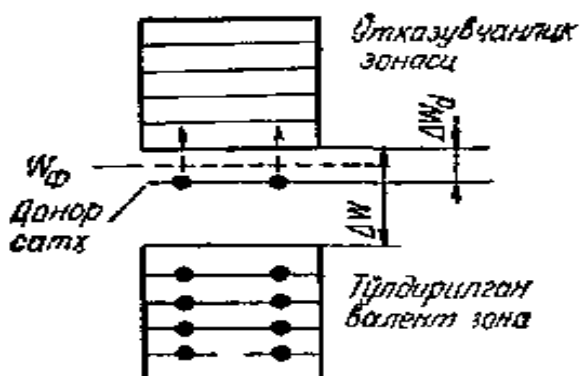
(7.15—rasm). Bu holda fosforning to'rtta valent elektroni qo'shni germaniy atomlari bilan kovalent bog'lanishda bo'ladi. Beshinchi elektron atom bilan juda zaif bog'langanligi uchun erkin elektronga aylanib, aralashma musbat zaryadlanib qoladi.



7.15—rasm. Aralashmali yarimo'tkazgich hosil qilish

Shunday qilib, to'rt valentli sof yarim o'tkazgich kristalliga besh valentli element atomlari aralashgan bo'lsa, elektronli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Ko'pincha bunday o'tkazuvchanlikka elektronli n — tip o'tkazuvchanlik deyiladi. Bunday yarim o'tkazgichlarga esa n — tipdagi yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Aralashma atomi yarim o'tkazgichga elektron berayotganligi uchun, odatda uni donor “beruvchi” degan ma'noni anglatadi yoki n — tip aralashma deyiladi. n — tipdagi yarim o'tkazgichda elektronlar asosiy zaryad tashuvchilar bo'lib teshiklar asosiy hisoblanmaydi.

Aralashma atomlari tufayli kristall panjaraning maydoni ideal sof yarim o'tgazgich panjaraning maydonidan farqlirig bo'ladi. Bu esa taqiqlangan zonada donor sathlarning vujudga kelishiga sabab bo'ladi. Donor sathlar odatda, o'tkazuvchanlik zonasining tubiga yaqin joylashgan bo'ladi.

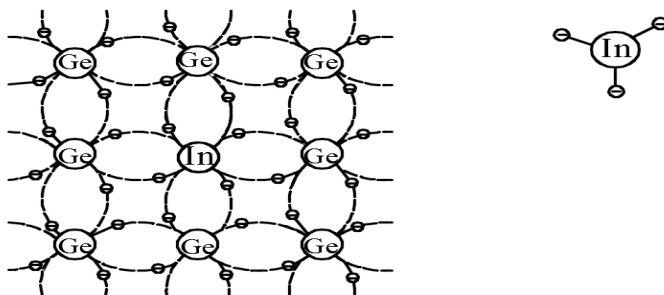


7.16-rasm. Yarimo'tkazgichlarda zonalarning joylashuvi

Masalan kremniyga mishyak aralashtirilgan bo'lsa, $\Delta W_d \sim 0,05 \text{ eV}$ bo'ladi. W_F — Fermi energetik sathi. Shuning uchun unchalik yuqori bo'lmagan haroratlarda ham issiqlik harakat energiyasi donor sathdagi elektronlarni

oʻtkazuvchilik zonasiga koʻchirishga yetarli boʻladi. Elektr maydon taʼsirida bu elektronlar oʻtkazuvchanlik zonasining yuqoriroq sathlariga koʻtariladi.

Agar aralashma sifatida uch valentli indiy (*In*) olinsa, u holda qoʻshni atomlarning uchta valent bogʻlanishini toʻldira oladi (7.17—rasm). Kristall panjara tugunida joylashgan uch valentli atomning yetishmovchi valent bogʻlanishi teshikdan iborat. Bunday yarim oʻtkazgichda elektr maydon hosil qilinsa,



7.17— rasm. *P-tip yarimoʻtkazuvchanlik hosil qilish*

teshik elektr maydon kuchlanganlik vektori yoʻnalishida teshikli elektr oʻtkazuvchanlik mavjud boʻladi.

Bunday oʻtkazuvchanlikka *p* — tip oʻtkazuvchanlik deyiladi, oʻtkazgichlarga esa *p* — tipdagi yarim oʻtkazgichlar deyiladi. *p* — tipdagi yarim oʻtkazgichdagi aralashma indiy (*In*) atomi asosiy atomning elektronini qabul qilib olganligi uchun unga akseptor (“qabul qiluvchi”) yoki *p* — tipdagi aralashma deyiladi. *p* — tipdagi yarim oʻtkazgichda asosiy zaryad tashuvchilar teshiklar boʻlib, elektronlar asosiy hisoblanmaydi. *p* — tip aralashmalar tufayli taqiqlangan zonada akseptor sath vujudga keladi. Toʻldirilgan valent zonaning yuqori energetik sathidan akseptor sathga elektronning oʻtishi uchun lozim boʻlgan energiya ΔW_a taqiqlangan zonaning energetik kengligidan ancha kichik (odatda $\Delta W_a \sim 0,1 \text{ eV}$ lar atrofida) boʻladi. Bu oʻtish natijasida toʻldirilgan valent zonada “boʻsh” energetik sathlar vujudga keladi. Elektr maydon taʼsirida quyi sathlardagi elektronlar yuqoriroq sathlarga koʻtariladi. Natijada teshiklar elektronlarning koʻchishiga teskari yoʻnalishda koʻchadi.

Demak, yarimoʻtkazgich aralashmali oʻtkazuvchanligining mexanizmi aralashma va asosiy atomlarning valentligiga bogʻliq. Umuman past haroratlarda yarimoʻtkazgichning elektr oʻtkazuvchanligi asosan aralashmali oʻtkazuvchanlikdan iborat boʻladi. Yuqoriroq haroratlarda issiqlik harakat energiyasi valent zonadagi elektronlarning oʻtkazuvchanlik zonasiga koʻchirishga yetarli boʻlib qoladi. Natijada xususiy oʻtkazuvchanlikka sabab boʻluvchi elektron—teshik juftlar vujudga keladi. Shuning uchun bunday haroratlarda aralashmali va xususiy oʻtkazuvchanliklarni hisobga olish kerak.

Juda yuqori haroratlarda esa xususiy o'tkazuvchanlik aralashmali o'tkazuvchanlikdan ancha katta bo'lganligi uchun aralashmali o'tkazuvchanlikni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Juda yuqori temperaturalarda yarim o'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi aralashmali o'tkazuvchanligidan juda katta bo'lganligi uchun aralashmali o'tkazuvchanlikni hisobga olmasa ham bo'ladi.

Turli tipdagi ikkita yarim o'tkazgichning bir–biriga tegish joyi (kontakti) ga $n-p$ – o'tish deyiladi. Elektron – teshikli o'tish ($n-p$ o'tish) ko'pgina yarim o'tkazgich asboblari (diodlar, tranzistorlar, tiristorlar, foto o'zgartkichlar) ning asosiy elementlaridir.

Yarim o'tkazgichlar uchun zonalar nazariyasi. Fermi sathi. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, kuchaytirgichlar va termoelektr batareyalari.

Turli tip o'tkazuvchanlikli – elektron (n) va teshikli (p) o'tkazuvchanlikni ikki yarim o'tkazgichning kontakt zonasi joyida juda muhim hodisa bo'ladi. Ulardan birinchisida erkin elektronlar konsentratsiyasi, ikkinchisida teshiklar konsentratsiyasi yuqori bo'lgani uchun yarim o'tkazgichlarning tegishish sirtlari orqali erkin elektronlarning elektron yarim o'tkazgichdan teshikli yarim o'tkazgichga ($n \rightarrow p$) diffuziyasi va teshiklarning qarama-qarshi yo'nalishdagi diffuziyasi ($p \rightarrow n$) ro'y beradi. Natijada chegara qatlam p -yarim o'tkazgich tomonidan manfiy zaryadlanadi, n -yarim o'tkazgich tomonidan esa musbat zaryadlanadi, ya'ni kontakt zonasida “*qo'sh elektr qatlam*” hosil bo'ladi. Bu qatlamda hosil bo'ladigan E' kuchlanganlikli elektr maydoni, ravshanki, elektronlarning $n \rightarrow p$ yo'nalishda, teshiklarning esa $p \rightarrow n$ yo'nalishda endigi o'tishiga to'sqinlik qiladi. Natijada E' ning ma'lum bir qiymatida muvozanat yuzaga keladi: elektronlar va teshiklarning ko'rsatilgan yo'nalishlarda ortiqcha o'tishi to'xtaydi. Yarim o'tkazgichlar uchun zonalar 7.16-rasmda keltirilgan.

Qatlamning qalinligi $l = 10^{-5} \text{ cm}$ tartibida bo'ladi, qatlamda kontakt potensiallar ayirmasi 10^{-1} V ga yaqin bo'ladi (odatda texnikada qo'llaniladigan yarim o'tkazgichlar uchun). Bunday potensiallar ayirmasini (*potensial to'sqini*) faqat kinetik energiyalari bir necha ming gradus temperaturaga mos keladigan darajada katta bo'lgan elektronlar va teshiklarga yengib o'ta olishlari mumkin. Normal temperaturada l qatlamlardan o'tib bo'lmaydi, ya'ni elektronlarning $n \rightarrow p$ va teshiklarning $p \rightarrow n$ yo'nalishda o'tishiga juda katta qarshilik ko'rsatadi. Shuning uchun l chegara qatlam **berkituvchi qatlam** deyiladi.

Berkituvchi qatlam qarshiligini tashqi elektr maydoni ta'sirida o'zgartirish mumkin. Haqiqatan ham, elektron o'tkazuvchan yarim o'tkazgichga tok

manbaining musbat, teshikli yarim o'tkazgichga manfiy qutblarini ulaylik. U holda tashqi maydonning E kuchlanganligi E' kuchlanganlik yo'nalishi bilan mos tushib, erkin elektronlar va teshiklarni yarim o'tkazgichlarning kontakt joylaridan yana nariga surib yuboradi. Berkituvchi qatlai kengayadi, uning qarshiligi ortadi. *Kontakt orqali tok o'tmaydi*. Aniqrog'i, kontakt orqali yarim o'tkazgichlarning *xususiy* o'tkazuvchanligidan yuzaga keluvchi zaif tok o'tadi, chunki tashqi maydon berkituvchi qatlam orqali *asosiy bo'lmagan* tok tashuvchilarning: erkin elektronlarning teshikli yarim o'tkazgichdan elektron yarim o'tkazgichga va teshiklarning elektron yarim o'tkazgichidan teshikli yarim o'tkazgichga o'tishiga yordam beradi. Biroq erkin elektronlarning teshikli yarim o'tkazgichdagi va teshiklarning elektron yarim o'tkazgichdagi konsentratsiyasi juda kichik. Shuning uchun bu holda tok yetarlicha kichik bo'ladi. Amalda tok o'tkazmaydigan $n \rightarrow p$ yo'nalish ***berkituvchi yo'nalish*** deyiladi. Berilgan tashqi kuchlanishning qutbini o'zgartiraylik. Bunda tashqi maydonning E kuchlanganligi E' kuchlanganlikka qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, erkin elektronlar va teshiklarni bir-biriga qarshi (uchrashuvchi) yo'nalishda ko'chiradi. Berkituvchi qatlam torayadi, uning qarshiligi kamayadi. Tashqi kuchlanishning biror aniq qiymatida berkituvchi qatlamning qarshiligi yarim o'tkazgichlarning o'zlarining qarshiliklariga teng bo'lib qoladi (berkituvchi qatlam yo'qoladi). Yarim o'tkazgichdan kuchli tok o'tadi. Tok o'tkazuvchi $p \rightarrow n$ yo'nalish ***o'tkazuvchi yo'nalish*** deyiladi.

6. Yarim o'tkazgich diodlar va triodlarning o'lchamlari juda kichik (1 cm va undan kichik) bo'lishi mumkin, ularni qizitish (cho'g'lantirish) kerak emas, tuzilishi sodda, mexanik jihatdan mustahkam, ishlash muddatlari uzoq. Shuning uchun ular elektron lampalar bilan muvaffaqiyatli bellasha oladi.

Berkituvchi qatlamning ishlashiga asoslangan yani bir muhim yarim o'tkazgichli asbob – *yarim o'tkazgichli fotoelementdir*. Bu asbob bilan biz *ichki fotoeffekt*ni o'rganishda tanishamiz.

Agar elektron yarim o'tkazgichdan qilingan sterjenning bir uchini qizitib, ikkinchi uchini sovitsak, issiq uchida erkin elektronlarning konsentratsiyasi ortadi. Buning ustiga bu elektronlarning kinetik energiyasi ham yuqori bo'ladi. Shuning uchun temperatura pasayish yo'nalishida elektronlarning *ortiqcha* ko'chishi boshlanadi, bunday ko'chish davomida sterjenning *issiq uchi musbat* zaryadlanadi, *sovuq uchi esa manfiy* zaryadlanadi. Bunda yarim o'tkazgich ichida vujudga kelgan elektr maydoni elektronlarning sterjenning sovuq uchiga ortiqcha ko'chib o'tishiga to'sqinlik qila boshlaydi. Natijada berilgan yarim o'tkazgich uchun sterjen uchlari orasidagi potentsiallar ayirmasi ma'lum kattalikka yetganida muvozanat holat yuzaga keladi. Shunisi muhimki, metall

sterjenda bunday effekt bo'lmaydi, chunki metallarda erkin elektronlar konsentratsiyasi amalda temperaturaga bog'liq emas. Shuning uchun metall va elektron yarim o'tkazgichdan tuzilgan berk termoparada issiq (musbat zaryadlangan) uchidan sovuq uchiga yo'nalgan tok vujudga keladi. Shuningdek, ikkita yarim o'tkazgich – elektron va teshikli yarim o'tkazgich sterjendan tuzilgan termopara ham tuzish mumkin. Bu sterjenlarning har birida hosil bo'ladigan termoelektr yurituvchi kuchlar qo'shiladi, chunki ta'kidlab o'tilganidek, elektron va teshikli yarim o'tkazgichlarning qizitiladigan uchlari turli ismli zaryadlanadi.

Yarim o'tkazgichlardan amaliy foydalanishga doir bu misollar bilan cheklanib, shu narsani qayd qilamizki, yarim o'tkazgichlar juda ko'p fan va texnikaning ko'pgina muammolarini oson va tejamli hal qilishga imkon beradi. Yarim o'tkazgichli asboblarning xalq xo'jaligida tobora keng qo'llanib borilayotganiga sabab shu.

Fotoelektrik elementlar, quyosh batareyalari.

Fotodiodlar. Ayrim moddalarga yorug'lik tushganda, energiya modda atomlari tomondan yutilib, elektron – kovak juftini hosil qiladi. Bu moddadan yasalgan material uchlariiga kuchlanish berilsa, elektronlar bir tomonga, kovaklar ikkinchi tomonga harakat qiladi. Yorug'lik intensivligi oshishi bilan tok kuchi ham ortib boradi. Fotoelektrik qurilmalarda yorug'lik ta'sirida kuchlanish hosil bo'ladi. Fotodiodlar – yorug'lik ta'sirida elektr tokini o'tkazuvchi qurilma sifatida ishlatiladi. **Yorug'lik diodlar** – bu bir yoki bir necha o'tishga ega bo'lgan diod bo'lib, undan tok o'tganda o'zidan yorug'lik chiqaradi. Bu diodda tok tashuvchi zarrachalar elektronlar va kovaklardan iborat bo'lsa-da, elektronlarning miqdori kovaklarga nisbatan ko'proq bo'ladi. Elektronlar p sohadan n-sohaga o'tish davomida, bir energetik sathdan ikkinchisiga o'tadi. Elektronlar n-sohada kovaklar bilan rekombinatsiyalanib o'zlarining ortiqcha energiyalarini yo'qotadi. Bu energiya nur sifatida namoyon bo'ladi. Tok ortishi bilan yorug'lik intensivligi ham ortadi. Chiqayotgan nur kengroq fazoga taqsimlanishi uchun diodning nur chiqayotgan sohasiga ixcham linza ham o'rnatiladi. Diod materialiga qarab undan chiqayotgan nurning rangi ham har xil bo'ladi. Yorug'lik diodlari yorug'lik indikatorlari, optoelektron asboblari nurlanish manbai, kinofototexnikada va avtomatik qurilmalarda keng qo'llanilishi bilan bir qatorda, hozirda energiya tejamkor yoritish vositalari sifatida ko'cha va uylarning va ko'cha yoritish lampalari sifatida hamda ko'cha reklama shchitlarida ham qo'llanilmoqda.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Yarimo'tkazgichlar va dielektriklar, metallar va dielektriklar zonalar nazariyasi bo'yicha bir–biridan nima bilan farq qilada?
2. Haroratning oshishi bilan yarimo'tkazgich o'tkazuvchanligining oshishini qanday tushuntirish mumkin?
3. Yarimo'tkazgichlarda xususiy o'tkazuvchanlik nimaga asoslangan?

4. Nima uchun xususiy yarimo'tkazgichlarda Fermi sathi ta'qiqlangan zona o'rtasiga joylashgan? Bu holni isbotlang.
5. Yarimo'tkazgichlardagi elektronli, aralashmali va teshikli aralashmali o'tkazuvchanlikning mexanizmi nimadan iborat?
6. Yarim o'tkazgichda elektron haqida tushuncha bering.
7. Nima sababdan ancha yuqori haroratlarda aralashmali yarimo'tkazgichlarda xususiy o'tkazuvchanlik ustunlik qiladi?
8. Termoelektron hodisalarning yuzaga kelishining mohiyati nimadan iborat? Ularning hosil bo'lishini qanday tushuntirish mumkin?

9- mavzu. Magnit maydoni. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri.

Reja

1. Magnit maydoni. Doimiy magnit, aylanma tok va ularning magnit maydoni.
2. Magnit maydon induksiya vektori. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
3. Amper kuchi. Parallel toklarning o'zaro ta'siri.
4. Magnit maydonni xarakterizadagi zaryadga ta'siri. Lorens kuchi.
5. 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, Idl yo'nalishi esa tokning yo'nalishi bilan mos tushadi. Elektrostatikada esa sinov zaryad q_0 olinar edi.

Magnit maydonining asosiy xarakteristikasi 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'tkazgich 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

oʻrtasidagi burchakning sinusiga proporsionaldir, yaʼni, tok elementiga taʼsir etuvchi elementar kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$d\mathbf{F} = B I_0 dl_0 \sin \alpha \quad (46.1)$$

bu yerda $\mathbf{B}$ - proporsionallik koeffisienti boʻlib, maydonning sinash tok elementi joylashgan nuqtasidagi xossasiga bogʻliq boʻlib, tok elementining kattaligi va yoʻnalishiga bogʻliq boʻlmaydi. Masalan, $\alpha=0$; boʻlganda $d\mathbf{F}$ ham 0 ga teng boʻladi, $\alpha=\pi/2$ boʻlganda u maksimaldir. $d\mathbf{F}$ ning yoʻnalishi tok elementining yoʻnalishiga bogʻliqdir va parma qoidasi bilan aniqladi (1-rasm). Bu holatlar shuni bildiradiki, agar $\vec{B}$ vektor kiritsak, uning yoʻnalishi fizik yoʻnalish bilan mos keladi deb hisoblashsak, u vaqtda kuch $d\mathbf{F}$ ni $I_0 dl_0$ va $\vec{B}$ vektorning vektor koʻpaytmasi shaklida yozish mumkin.

$$d\mathbf{F} = [I_0 d\mathbf{l}_0 \mathbf{B}] \quad (46.2)$$

yoki uning moduli

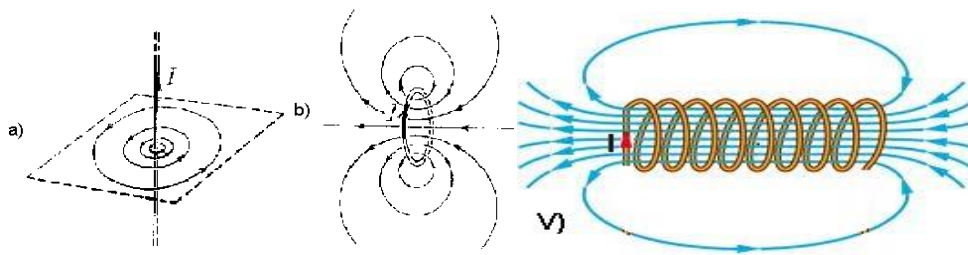
$$dF = I_0 dl_0 B \sin \alpha \quad (46.3)$$

Bu formula elektrostatikadagi $\mathbf{F}=q\mathbf{E}$ ga oʻxshashdir. Vektor $\vec{B}$ sinash tok elementi kattaligiga va yoʻnalishiga bogʻliq boʻlmaydi, demak maydonning xarakteristikasi boʻla oladi. Unga **magnit maydon induksiya vektori** deb aytiladi. Tok elementi $\vec{B}$ vektoriga perpendikulyar yoʻnalgan boʻlsa, ($\alpha=\pi/2$, $\sin\alpha=1$) $d\mathbf{F}$ kuch maksimal boʻladi va u $dF = I_0 dl_0 B$ ga teng boʻladi. Bundan magnit induktsiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$B = \frac{dF}{I_0 dl_0} \quad (46.4)$$

Bu ifoda ham elektrostatikadagi $E=F/q$ formulaga oʻxshashdir. Bundan koʻrinadiki, magnit induksiya vektorining kattaligi son jihatdan birlik tok elementiga ($I_0=1\text{A}$, $dl_0=1\text{m}$) taʼsir qiluvchi maksimal kuchga teng boʻladi. Magnit induktsiyasining oʻlchov 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 oʻzining xarakteri jihatidan elektrostatik maydon kuch chiziqlaridan tubdan farq qiladi. Maʼlumki, elektrostatik maydon kuch chiziqlari zaryadlardan boshlanib, zaryadlarda tugatilib, magnit induksiya kuch chiziqlarining boshlanish va oxiri yoʻq - ular yopiq chiziqdan iborat boʻladi. Magnit induksiya chiziqlarining bu xossasi 2 -rasmda yaqqol koʻrinadi, a) toʻgʻri chiziqli cheksiz uzun oʻtkazgich, b) aylanma tok v) tokli Gʻaltakning 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 hisoblagan edik. Tajribalar tasdiqlaydiki, shunga o'xshash prinsip magnit maydonida ham mavjud bo'ladi: tokli o'tkazgichlar sistemasi tomonidan hosil qilgan maydonning muayan nuqtadagi magnit induksiyasi 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 induksiyasi 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 $\mathbf{r}$ orasidagi burchak, $\vec{B}$ vektorning yo'nalishi vektor ko'paytma $[\mathbf{Idl} \cdot \mathbf{r}]$ yo'nalishi bilan mos keladi va Parma 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 induksiyasi 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-Saavar-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'налgan 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, $x=b\text{ctg}(\pi-\alpha)=b\text{ctg}\alpha$, buni differensiallasak, $dx=b d\alpha/\sin^2\alpha$ 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:

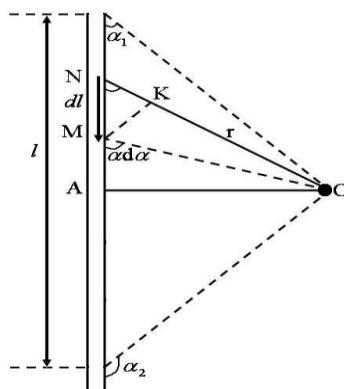
$$B = \int dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \int \sin \alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \quad (48.3)$$

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 induksiya (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 yo'nalgan. Xuddi shunday yo'nalishga o'tkazgichning boshqa elementlari hosil qilgan magnit induksiya vektori ham ega bo'ladi. Bu esa (48.5) dagi vektorni yiG'indi algebraik ifoda bilan almashtirishga imkon beradi.

Shunday qilib, C nuqtada l tokli o'tkazgich tomonidan hosil qilingan yiG'indi induksiya topish uchun (48.5) ifodaning yiG'indisini olish kerak, yoki integrallash kerak. Buning uchun r va dl ni α o'zgaruvchi orqali ifodalaymiz. Rasmdagi ANC uchburchakdan

$$NC = r = \frac{r_0}{\sin \alpha}, \quad (48.6)$$

Bu yerda r_0 — C nuqtadan o'tkazgich yo'nalishiga tushirilgan perpendikulyarning uzunligi.

MNK uchburchakdan quyidagini topamiz

$$dl = \frac{MK}{\sin \alpha} \quad (48.7)$$

dl juda kichik bo'lgani uchun, $CM=CK=r$ deb olish mumkin. Shuning uchun

$$MK = rd\alpha = \frac{r_0}{\sin^2 \alpha} d\alpha \quad (48.8)$$

r va dl ning qiymatlarini (48.5) formulaga qo'ysak,

$$dB = \mu_0 \mu \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha \quad (48.9)$$

C nuqtada l uzunlikdagi tokli o'tkazgichning hosil qilgan magnit maydon induksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$B = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \mu \mu_0 \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha = \mu \mu_0 \frac{I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha d\alpha, \quad (48.10)$$

Bu yerda α_1 va α_2 - o'tkazgich boshlanG'ich va oxirgi uchlaridan C nuqtaga o'tkazilgan radius-vektorlar bilan o'tkazgichning yo'nalishi orasidagi burchaklar.

Keyingi ifodani integrallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$B = \mu \mu_0 \frac{J}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2), \quad (48.11)$$

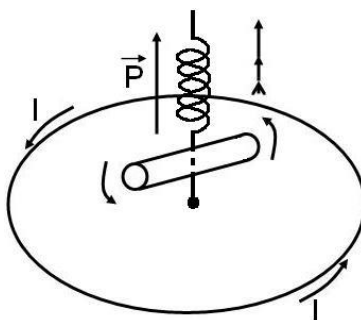
Agar o'tkazgich cheksiz uzun bo'lsa ($l \rightarrow \infty$), u holda $\alpha_1 \rightarrow 0, \alpha_2 \rightarrow 180^\circ$ bo'ladi. U vaqtda $(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \rightarrow 2$. U holda formula (48.11) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$B = \mu \mu_0 \frac{I}{2\pi r_0} \quad (48.12)$$

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 boG'lagandir. Agar Parma dastasini tok yo'nalishi bilan aylantirsak, uning ilgarilanma harakati $\vec{P}$ vektorning yo'nalishini aniqlaydi (6-rasm).



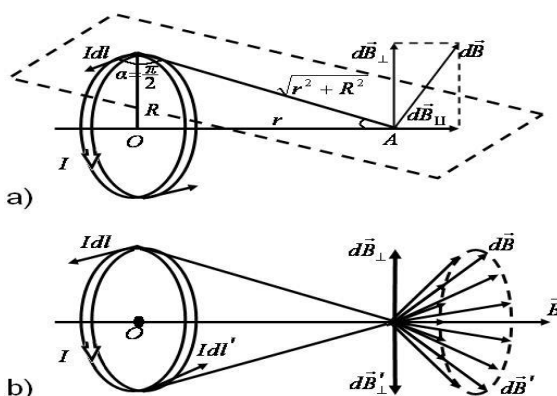
6-rasm

Endi aylana ko‘rinishdagi tokli kontur hosil qilgan magnit induksiya vektori $\vec{dB}$, (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) $\vec{dB}$ vektorning 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 $\vec{dB}$ 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 $\vec{B}_{\parallel}$ lar yiG‘indmisi orqali aniqlanadi, demak, u o‘ram o‘qi bo‘yicha yo‘naladi va $B = \int \alpha dB_{\parallel}$ kattalikka ega bo‘ladi. $d\vec{B}_{\parallel}$ kattalikni uchburchaklarning o‘xshashligidan (7 b) -rasm) hisoblash mumkin: $\frac{dB_{\parallel}}{B} = \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}}$, bundan $dB_{\parallel} = B \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$. Bu ifodani o‘ramning barcha elementlari orqali integrallasak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$B = \int dB_{\parallel} = \int \frac{\mu_0 Idl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I 2\pi R^2}{4\pi (r^2 + R^2)^{3/2}} \quad (49.2)$$



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).

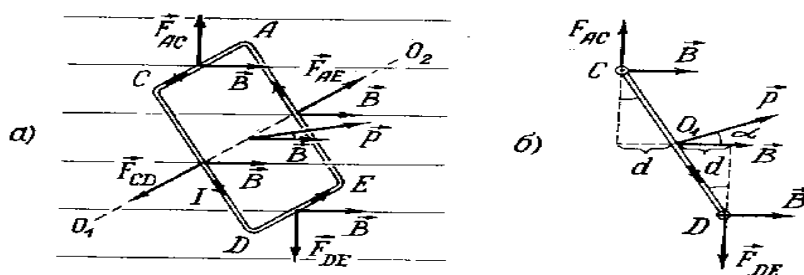
Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'siri. Bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan ACDE tokli ramkaga ta'sir etuvchi kuchni hisoblaymiz. Ramka tomonlari $AC=DE=a$ va $CD=EA=b$. Undagi tok kuchi I va ramka shunday yo'nalganki, AC va DE tomonlari magnit induksiya chiziqlariga perpendikulyardir. Ramkaning magnit moment vektori $\vec{P}$ magnit maydon induksiyasi vektori $\vec{B}$ bilan α burchak hosil qiladi. Ramka tomonlariga ta'sir qilayotgan kuchlarni (55.2) bilan aniqlaymiz. Ramka tomonlariga ta'sir qilayotgan kuchlarning yo'nalishini 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 yo'nalishi 91-rasmida ko'rsatilgan



8-rasm

Shuni qayd etamizki, yig'indi kuch nolga teng, chunki kuchlar kattaligi jihatdan teng va yo'nalishi jihatdan qarama-qarshidir:

$$F_{AC} + F_{DE} + F_{DC} + F_{EA} = 0 \quad (56.2)$$

Demak, ramkaning massa markazi qo'zg'almas bo'lib qoladi, agar u dastlab qo'zg'almas bo'lgan bo'lsa. Endi O_1 O_2 o'qqa nisbatan kuch momentini hisoblaymiz. (Ramka tomonlari AC va DE ga parallel o'tgan o'qqa 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 bo'lgan o'qqa proyeksiyasi, d -uning yelkasi. F_{CD} va F_{EA} kuchlar o'q bo'ylab yo'nalgani uchun uning perpendikulyar proyeksiyalari nolga teng bo'ladi, $M_{CD}=M_{EA}=0$ va F_{AC} hamda F_{DE} kuchlar o'qqa perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotadi. Ular bir xil absolyut kattalikka (56.1) ega bo'ladi va yelkalari $d=bsin\alpha/2$ (91b)-rasm). Shuning uchun $M_{AC}=M_{DE}=IaB \sin\alpha/2$. Bu momentlar bir xil yo'nalishda ta'sir qiladi (91-rasm, ikkala moment ramkani soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylantiradi). YiG'indi momentning absolyut qiymati ular momentlar absolyut qiymatlari yiG'indisiga teng:

$$M=M_{AC}+M_{DE}=2M_{AC}=IabB\sin\alpha \quad (56.3)$$

$a*b=S$ bo'lgani 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 qilari 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 mok 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, $dF = qn_0 Sdl[\vec{v} \times \vec{B}]$ bo'ladi. $d\vec{F}$ kuchni qaralayotgan o'tkazgich elementidagi tok tashuvchilar soni $n_0 Sdl$ bo'lsak, bitta tok tashuvchiga ta'sir qiluvchi $\vec{f}$ kuchni topgan bo'lamiz:

$$\vec{f} = \frac{dF}{n_0 Sdl} = q[\vec{v} \times \vec{B}] \quad (57.2)$$

Shunday kuch magnit maydonida harakat qiluvchi har qanday zaryadlangan zarrachaga ta'sir qiladi. Bunga Lorents kuchi deb aytiladi va quyidagicha yoziladi:

$$\vec{f} = q[\vec{v} \times \vec{B}] \quad (57.3)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, Lorents kuchi magnit induksiyaga va tezlikka perpendikulyar bo'lib, uning absolyut qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$f = qvB \sin \alpha \quad (57.4)$$

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, $\vec{f} \perp \vec{v}$ dan kelib chiqadiki, Nyuton ikkinchi qonuni bo'yicha tezlanish $\vec{a} \perp \vec{v}$, shuning uchun ham tezlikning ozgina o'zgarishi $d\vec{v} = \vec{a}dt$ 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'lgan 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:

$$I = q \mathcal{G}_x n_0 S = q \mathcal{G}_x n_0 ab \quad (59.2)$$

bu yerda $S=ab$ - plastinkaning ko'ndalang kesimi yuzasi, $\mathcal{G}_x$ - tezlik vektori $\mathcal{G}$ ning OX o'qi bo'yicha preksiyasi. Agar tokni hosil qiluvchi zarracha zaryadi $q>0$ bo'lsa, u vaqtda tezligi $\mathcal{G}$ ning yo'nalishi tok kuchi yo'nalishi bilan mos keladi va $\mathcal{G}_x=\mathcal{G}$ bo'ladi. Agar zaryad $q<0$ bo'lsa u vaqtda zarracha tezlik $\mathcal{G}$ tok zichligi vektori $\mathbf{j}$ ga qarama-qarshi bo'ladi va $\mathcal{G}_x=-\mathcal{G}<0$ 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:

$$E = -[v \times B] \quad (59.3)$$

$\vec{E}$ vektor OZ o'q bo'yicha yo'nalgan, $\vec{\mathcal{G}}$ va $\vec{B}$ vektorlar o'zaro perpendikulyar. Shuning uchun $\vec{E}$ ning OZ o'qqa proyeksiyasi

$$E_z = -\mathcal{G}_x B \quad (59.4)$$

Shunga mos ravishda A va C nuqtalar o'rtasidagi potentsiallar ayrimasi ham

$$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_C = -\int E_z dz = \mathcal{G}_x B_a a$$

Bunga (59.2) ifodadan $\mathcal{G}_x$ 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.

10-mavzu: Elektromagnit induksiya hodisasi.

Reja

1. O'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshiliklar.
2. Aktiv va reaktiv qarshiliklar. Sig'im va induktiv qarshiliklar.
3. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.
4. Faradey tajribalari. Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
5. Lens qoidasi. O'zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Fuko toklari. O'zaroinduksiya.
6. Transformatorlar. Magnit maydon energiyasi va uning zichligi.

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

$$\vec{B}_n = \vec{B} = \text{const} \text{ va } \Phi_m = \vec{B} * S \quad (60.3)$$

Keyinchalik ko'ramizki, magnit oqimi magnit maydonlarining o'zaro ta'siri bilan bo'g'liq hodisa bo'lib, elektromagnit induksiya hodisalarida juda keng qo'llaniladi. Shuning uchun ham magnit oqimi elektromagnetizmida 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:

$$1 \text{ Vb} = 1 \text{ Tl} * \text{m}^2$$

SGSM sistemasida - maksvell (mks) bilan o'lchanadi.

$$1 \text{ mks} = 1 \text{ Gs} * 1 \text{ sm}^2$$

$$1 \text{ Tl} = 10^4 \text{ Gs}, 1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ sm}^2 \text{ bo'lgani uchun } 1 \text{ Vb} = 10^8 \text{ mks}$$

Elektrodinamikadagi Gauss teoremasini magnit maydoni uchun quyidagi teorema ko'rinishida isbot qilindi. Ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan magnit oqimi nolga teng:

$$\int \vec{B} dS = 0 \quad (60.4)$$

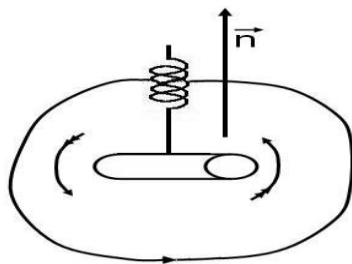
Elektromagnit induksiya hodisasi. Bu hodisaning mohiyati quyidagichadir. Magnit induksiya oqimi Φ yopiq o'tkazgich bilan chegaralangan sirt orqali o'zgarganda, o'tkazgichda EYUK paydo bo'ladi, uning kattaligi oqim o'zgarishining teskari ishora bilan olingan qiymatiga tengdir:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (61.1)$$

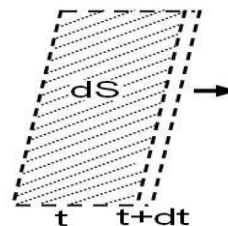
Oqimning umumiy tarifiga ko'ra magnit induksiya oqimining S sirt orqali qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Phi = \int B_n dS \quad (61.2)$$

Magnit induksiya oqimining ulchov birligi XB sistemasida "Veber" (Vb) $1Vb = 1Tl \cdot m^2$. Oqimning ishorasi normal yo'nalishining tanlab olinishiga, EYUK ishorasi esa o'tkazgichni o'rab olish yo'nalishiga bo'g'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 sirdan 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:

$$\Phi_1 = BS = \mu B_0 S = \mu \mu_0 n_0 I S \quad (62.5)$$

Barcha o‘ramlar $N=n_0l$ dan o‘tgan yiG‘indi oqim:

$$\Phi = \Phi_1 n_0 l = \mu \mu_0 n_0^2 I S l \quad (62.6)$$

Bu ifodani tok kuchi I ga bo‘lsak, solenoidning induktivlik koeffisienti quyidagiga teng bo‘ladi:

$$L = \mu \mu_0 n_0^2 S l \quad (62.7)$$

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:

$$\Phi_1 = L_{12} I_2 \quad (62.9)$$

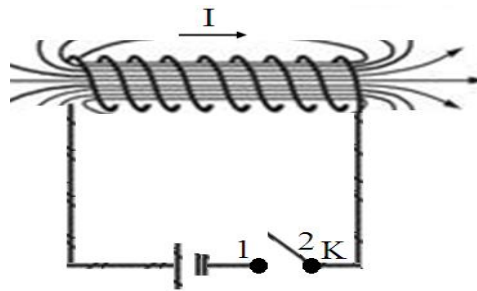
Isbot qilish mumkinki, formula (62.8) va (62.9) dagi proporsionallik koeffisientlar $L_{12}=L_{21}$ va unga o‘zaro induktivlik deyiladi va u ikkala konturning geometrik xossasiga hamda ularning o‘zaro joylashishiga bo‘g‘liq bo‘ladi. Bir biriga induktiv bo‘lgan konturlardan birida tok kuchining o‘zgarishi 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: $dA = -LI dt$ (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:

$$A = \int -LI dt = -\frac{LI^2}{2} \quad (63.2)$$

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.

11-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 xossalariga ega bo'lgan ruda–*magnetit* (boshqacha «magnit temirtak») qadim zamonlardayoq topilgan edi. Bu ruda asosan temir kuporosi-oksidi $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2$ dan iborat. Magnetitning xossalari–bu ruda bo'laklarining bir-birini tortishi, ularning temirni, po'latni tortishi va magnetitlar tekkan po'lat buyumlarda magnit xossalarining 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 xossalarining 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 qildilar. 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'lmazligi dalili qadimdan ma'lum edi. Sindirilgan magnit bo'laklari qancha bo'lakka sindirilgan bo'lsa ham magnitligicha qola beradi. Shuning uchun magnit massalari mavjudligi haqidagi faraziya haqiqatga yaqin bo'lib chiqmadi va Amporning magnit xossalarini 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 xossalarining haqiqiy «manbai» hyech 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 ha-qidagi ta'limotni magnit massalari haqidagi metafizik tasav-vurdan ozod qilish bilan bir yo'lakay fizikadan magnit qutblari haqidagi tushunchani ham ulotqirib tashlashga ahd qildilar. Magnetizمنى 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. Magnetizمنى eksperimental tekshirishning butun tarixiy taraqqiyoti magnit qutblari haqidagi -tasavvurga tayanishi bejiz emas.

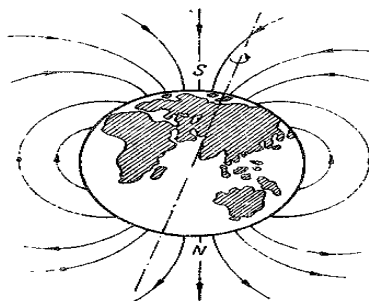
Shubhasiz, har qanday fizik nazariyani bayon qilishning ko'p usullarini o'ylab topish mumkin. Biroq shunday bayon qilish usuli to'g'ri bo'ladiki, u birinchidan, fizikaning haqiqiy rivojlanish yo'lini to'la yoritishi va, ikkinchidan, oddiy kuzatishlar va eksperimentlar asosida yaratilgan tushunchalarga 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 - koʻpmi choʻzilgan sohalardir, lekin baʼzan taxminan ularni «nuqtalar» deb qarash mumkin. Bu yerda ham mexanikada maʼlum hollarda real jism moddiy nuqta deb qaralgani kabi, qutblar ham «nuqtalar» deb qaraladi.

Karton varaq ustiga sepilgan temir kukunlariga magnitni yaqinlashtirib ohista chertilgandagi barchaga maʼlum manzara magnit maydoni strukturasi haqida birinchi tasavvur beradi. Bu oddiy tajribada magnitlangan kukunning magnit kuch chiziqlari boʻylab joylashishi magnit maydonini hosil qilgan materiyaning yashirin harakati mavjud ekanligidan dalolat beradi. Maydonga mitti magnit strelkalari joylashtirganimizda maydonning yanada toʻlaroq manzarasini hosil qilamiz, magnit strelkalarining maʼlum oriyentasiyalanishi maydon kuch chiziqlarining qutbliligini aniq koʻrsatadi, yaʼni maydon chiziGʻida manfiy va musbat yoʻnalish 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 maʼlum. Demak, Yerning shimoliy geografik qutbida uning janubiy magnit qutbi joylashgan (66-rasm). Magnit tashqarisidagi maydon kuch chiziqlari shimoliy (musbat) qutbdan uning janubiy (manfiy) qutbiga yoʻnalgan deb hisoblanadi, magnit ichida esa ular tutashadi.



66-rasm. Yer magnit maydonining kuch chiziqlari yoʻnalishi.

ToʻGʻri chiziqli magnit maydonini batafsil oʻrganish magnit maydoni kuch chiziqlari yiGʻilishi uning uchlarida boʻlmasdan, uchlaridan biror masofada ekanini koʻrsatdi. Magnitlangan 68 sm uzunlikdagi ingichka poʻlat simda (Kulon klassik tajribalarini shunday simlar bilan oʻtkazgan edi) qutblar sim uchlaridan 2 sm masofada joylashgan.

Elektr zaryadlari kattaligi zaryadlarning oʻzaro taʼsir kuchida namoyon boʻlganidek, magnit qutblari ham qutblarning oʻzaro taʼsirida namoyon boʻluvchi qutb kattaligi (magnetizm kattaligi) bilan xarakterlanishi Kulon tajribalarida aniqlangan. Magnit qutbi kattaligi birligi teng qutblarning uzunlik birligiga teng masofadan 1 birlik kuch bilan oʻzaro taʼsirining dinamik effekti bilan aniqlanadi.

«Magnit qutbi kattaligi birligi» soʻzi qisqacha «magnetizm birligi» deb yuritiladi (bu koʻpincha «qutb» va magnitmassa» tushunchalarini notoʻgʻri 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 oʻziga teng qutbga 1 dina kuch bilan taʼsir qiladigan magnit qutbi kattaligi olinadi, bunda, boshqa qutblar taʼsiri uzoqlashtirib butunlay yoʻqotiladi (amalda esa hisoblashda eʼtiborga olinadi). Agar magnit qutbi kattaligi kuchning 1 absolyut magnit birligicha boʻlib, uning 1 sm masofadagi boshqa qutb bilan oʻzaro taʼsiri 1 dina emas, m dinaga teng boʻlsa, u holda bu ikkinchi qutb kattaligi m absolyut magnit birligiga teng ekanini bildiradi.

Magnit qutbi absolyut birligini xayoliy tasavvur qilish mumkin: 1 mm yoʻgʻonlikdagi paypoq toʻqiydigan spisa toʻyinishgacha magnitlanganda har bir magnit qutbi kattaliga taxminan 12 birlikka teng boʻladi.

Kulon (1785 y.) uzun ingichka magnitlarni tekshirishda magnit qutblari elektr zaryadlariga oid qonun boʻyicha tortishishini (har xil ismli) yoki itarishishini (bir xil ismli) aniqladi, yaʼni: *ikki magnit qutblari ularning m_1 va m_2 kattaliklari koʻpaytmasiga proporsional va qutblar orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional boʻlgan kuch bilan oʻzaro taʼsir qilishadi:*

$$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (44.1)$$

(bu yerda r – santimetrlarda ifodalangan).

Magnit qutblarining oʻzaro taʼsiriga muhit taʼsir qiladi. Bu taʼsir maxsus kattalik bilan xarakterlanadi. V. Tomson taklifiga koʻra, bu kattalik muhitning magnit kirituvchanligi deb ataladi va μ bilan belgilanadi. Bir jinsli izotrop muhitda magnit qutblarining oʻzaro taʼsir kuchi Kulonning umumlashgan qonuni bilan aniqlanadi:

$$F = \frac{m_1 \cdot m_2}{\mu r^2} \quad (44.2)$$

μ qiymati birdan katta boʻlgan moddalar paramagnit moddalar deb ataladi; binobarin paramagnit muhitda magnit qutblarining oʻzaro taʼsiri boʻshliqdagidan kuchsiz boʻladi.

μ ning qiymati birdan kichik boʻlgan moddalar diamagnit moddalar deyiladi; diamagnit muhitda magnit qutblarining oʻzaro taʼsiri boʻshliqdagidan kuchliroq boʻladi.

Magnit kirituvchanlik μ ning son qiymati dielektrik doimiy ε ning son qiymati singari moddaning atom tuzilishiga bogʻliq boʻladi.

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 elektrostatikaning 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 $\mathbf{B}$ vektori elektr induksiyasi $\mathbf{D}$ 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 $\vec{I}$ muhitning magnitlanish vektori.

Magnit induksiyasi absolyut birligi **gauss** deb yuritiladi (vakuumda gausslar soni erstedlar soni bilan mos keladi).

$\mathbf{B}$ 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.

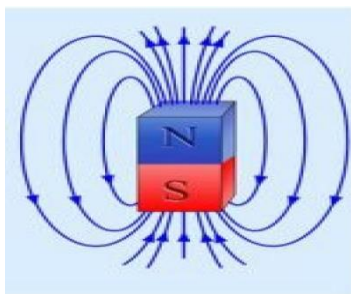
Hech qanday «magnit zaryadlari» mavjud emasligi va magnit jismida istalgan magnit qutbidan qancha magnit induksiya chiziqlari chiqsa, shuncha magnit

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 iiduksiya chiziqlarining boshi va oxiri bo‘lmasligini, 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 boG‘langan mulo-hazalarni takrorlab, m magnit birlik kattaligidagi magnit qutbi $4\pi Q$ magnit induksiya chiziqlari bilan boG‘liq degan xulosaga kelamiz. Biroq magnit qutbining magnit induksiya chiziqlari bilan bunday boG‘lanishi shunday sondagi elektr zaryadining elektr induksiya chiziqlari boG‘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 birligi 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.

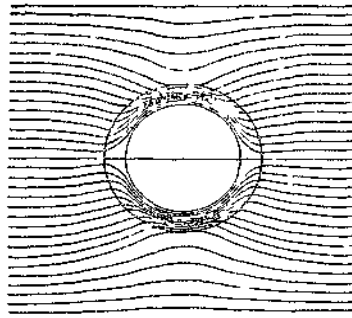
Agar magnit qutbining ko‘ndalang kesimi S bo‘lsa, u holda maydon bir jinsli bo‘lganida, magnit induksiyasi bu yerda

$$B = \frac{4\pi \cdot m}{S} \quad (44.13)$$

bo‘ladi, bu esa m qutb bilan boG‘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 induksiya 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.

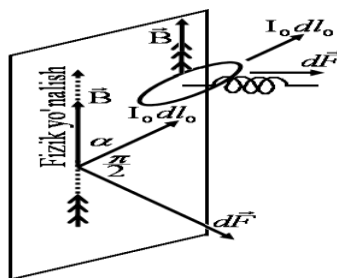
Magnit maydonining asosiy harakte-ristikasi hisoblangan magnit maydon induksiya vektori ham elektrostatik maydonning asosiy xarakteristikasi hisoblangan kuchlanganlik vektori kabi aniqlanadi. Doimiy tok o'tuvchi ixtiyoriy qo'zg'almas o'tkazgichlar sistemasining hosil qilgan magnit maydonini qaraymiz 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 $\mathbf{B}$ - proporsionallik koeffitsienti 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 $\vec{B}$ sinash tok elementi kattaligiga va yo‘nalishiga bo‘G‘liq bo‘lmaydi, demak maydonning xarakteristikasi bo‘la oladi. Unga **magnit maydon induksiya vektori** deb aytiladi.

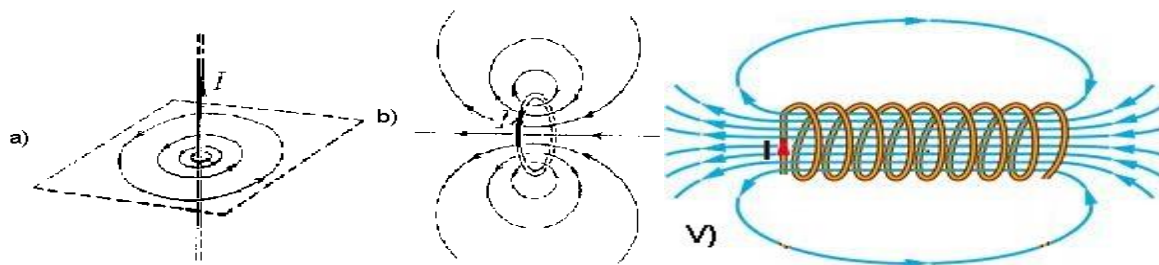
Tok elementi $\vec{B}$ vektoriga perpendikulyar yo‘nalgan bo‘lsa, ($\alpha=\pi/2$, $\sin\alpha=1$) $d\mathbf{F}$ kuch maksimal bo‘ladi va u $dF = I_0 dl_0 B$ ga teng bo‘ladi. Bundan magnit induksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$B = \frac{dF}{I_0 dl_0} \quad (46.4)$$

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: $1Tl=1N/1A*1m=1Vb/m^2$

Har qanday vektor maydon singari, magnit maydonini ham magnit induksiya vektori chiziqlari oilasi orqali tasvirlash mumkin (elektrostatikadagi kabi). Magnit induksiya chiziqlarining manzarasi o‘zining xakteri 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 71 rasmda yaqqol ko‘rinadi, a) to‘G‘ri chiziqli 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

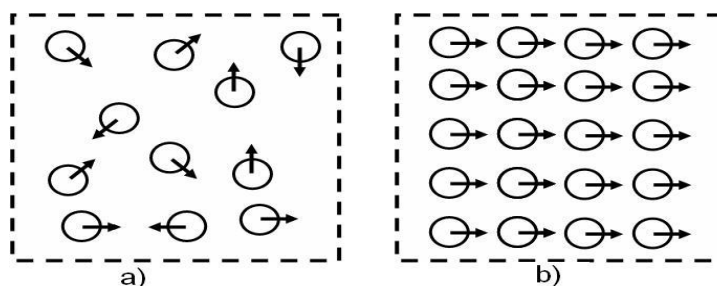
O‘tgan ma’ruzalarda o‘tkazgichdan o‘tgan tokning hosil qilgan maydonini uning atrofida modda bo‘lmagan holda qarab chiqdik. Tajriba ko‘rsatadiki, moddaning borligi, magnit maydonining o‘zgarishiga olib keladi. Buning sababi shundaki, barcha moddalar magnit maydon ta’sirida magnit xossaga ega bo‘ladi- 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 $\vec{B}_0$ –o‘tkazgichdagi tok tufayli hosil bo‘lgan magnit induksiya, $\vec{B}'$ - 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’zilari 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.

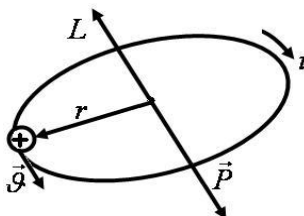
Magnit tartibsiz magnetiklarda qandaydir ichki o‘zaro tasir, ya’ni mikroskopik magnit momentlar oriyentatsiyasiga olib keluvchi o‘zaro ta’sir mavjud bo‘lmaydi. Bunday magnetiklarda tashqi magnit maydon bo‘lmaganda magnitlanish vektori

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.

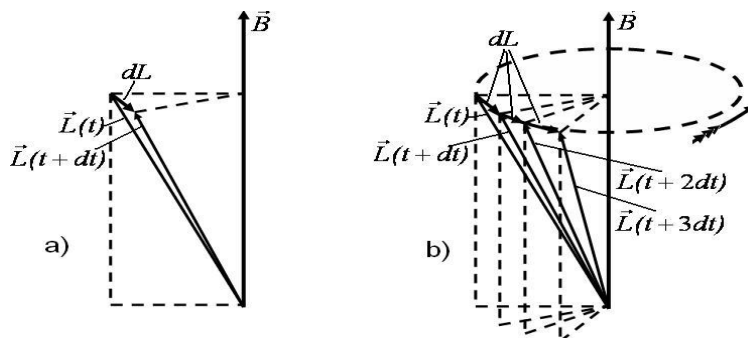
Agar moddaning magnitlanishida diamagnetizm asosiy rolni o'ynasa, bunday moddalarga diamagnetiklar deyiladi. Formula (69.3) diamagnetikning magnitlanish vektorini aniqlaydi. Formula (69.3) va (64.2) dan, $\frac{e^2 n_0 r^2 \mu_0}{4m} \ll 1$ ekanini hisobga olsak, diamagnetiklar uchun quyidagi ifodani 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, $\vec{P}$ vektorning yo'nalishi $\vec{L}$ vektorning yo'nalishiga qarama-qarshi $i = e\nu$, $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ va $S = \pi r^2$ ekanligini hisobga olsak:

$$P = e\nu\pi r^2 = \frac{e\omega r^2}{2} \quad (69.5)$$

$\frac{P}{L}$ 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 precessiya deyiladi. Shunday qilib tashqi magnit maydonining atomdagi elektronlar harakatiga ta'sirini elektronlar orbitasi o'qining precessiyaga keltiriladi yoki unga Larmor precessiyasi deyiladi. Endi Larmor precessiyasining 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 $v' = \frac{\omega}{2\pi}$ 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:

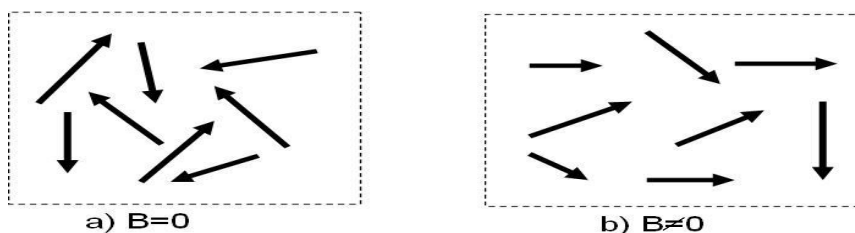
1. Diamagnetiklarda magnitlanish vektori $\vec{I}$ magnit induksiya vektori $\vec{B}$ va maydon kuchlanganligi $\vec{H}$ vektoriga qarama-qarshidir, qiymati jihatdan ularga proporsionaldir.

$$\vec{I} = \chi \vec{H}, \quad \chi < 0$$

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 $|\chi| \sim 10^{-5}$, $\mu = 1 + \chi \approx 1$.

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).

$$\chi \sim 1/T \quad (70.3)$$

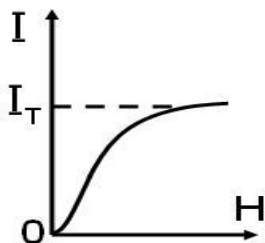
Kyuri qonunining ma'nosi quyidagicha: temperatura qancha yuqori bo'lsa, shuncha issiqlik harakatining ta'siri kuchli bo'ladi, demak, shuncha moddaning magnitlanishi berilgan maydonda kichik bo'ladi.

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: $\sim 10^{-1}$

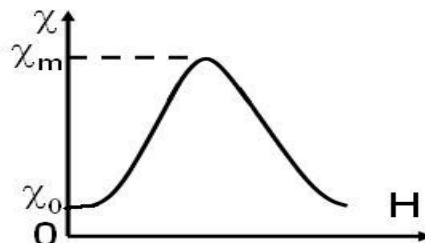
Paramagnetiklarga tartib raqami toq bo'lgan elementlar kiradi, ularning atom magnit momentlari noldan farq qiladi. Ko'pgina metallar va suyuqliklar ham paramagnit xossaga ega bo'ladi. **Ferromagnetizm.** Endi eng yaxshi o'rganilgan magnetiklar turi bilan tanishamiz. Ularga nikel, kobolt, temir va boshqa 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.



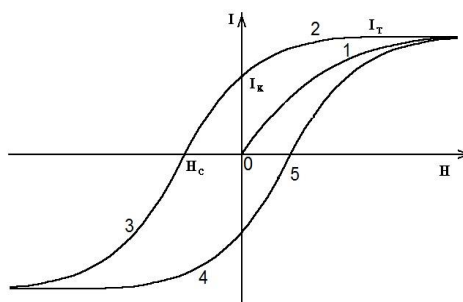
110-rasm



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 nohiziqli o‘ishi shuni bildiradiki, ferromagnitlarda magnet qabul qiluvchanlik doimiy emas. 110-rasmdan ko‘rinadiki, asosiy magnitlanish egri chizig‘i uchun magnet qabul qiluvchanlikning $\chi = \frac{I}{H}$ magnet 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

12-mavzu: Elektromagnit tebranishlar va to‘lqinlar.

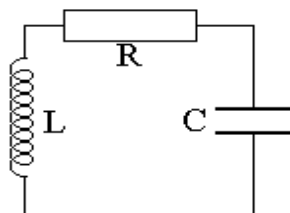
Reja

1. Tebranish konturidagi fizik jarayonlar. Tomson formulasi. Kuchlanish rezonansi.
2. Tok rezonansi. Majburiy tebranish fazasi. Majburiy tebranishlardan amalda foydalanish.
3. Elektromagnit to‘lqinlar shkalasi. Elektromagnit to‘lqinlarning tarqalish tezligi.
4. Elektromagnit to‘lqinlar va ularning nurlanishi, elektromagnit to‘lqinlarning xossalari.

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 $\beta < \omega_0$ ga teng.

Jadval- 1

Mexanik tebranishlar	Elektr tebranishlar
Tenglamalar	
$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = 0, \quad (90.2)$ $X(t)$ m b k	$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0, \quad (90.1)$ $q(t)$ L R $1/C$
Yechimi	
$x(t) = A e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi), \quad (90.4)$	$q(t) = A e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi), \quad (90.3)$
Soʻnish koefitsiyenti quyidagiga teng	
$\beta = b/2m, \quad (90.6)$	$\beta = R/2L, \quad (90.5)$
Doiraviy chastota quyidagiga teng,	
$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, \quad (90.8)$	$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, \quad (90.7)$
bu yerda,	
$\omega_0 = \sqrt{k/m}, \quad (90.10)$	$\omega_0 = \sqrt{1/LC}, \quad (90.9)$
A va φ doimiylar boshlangich shartdan aniqlanadi, yaʼni 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. Sodda 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):

$$dA_{\text{tashqi}} = 0 \text{ deb olish kerak.}$$

$$d(W_e + W_m) = -dQ$$

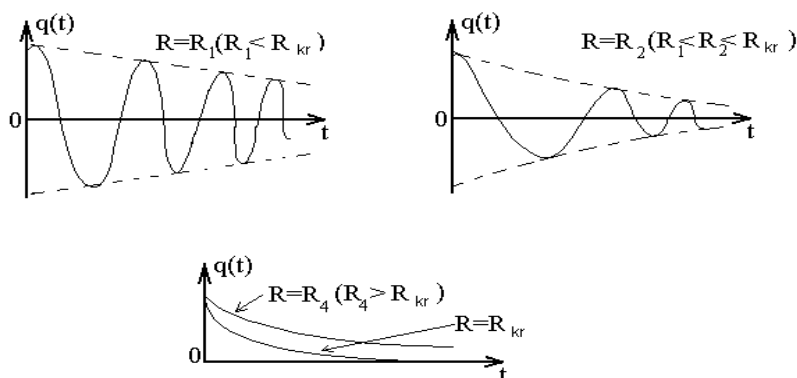
Ya‘ni konturdagi energiya kondensator elektr maydon energiyasi va g‘altakning magnit energiyasidan iborat bo‘ladi, davriy ravishda kamayib boradi, issiqlik energiyasiga aylanib boradi. Ideal konturda $dQ=0$, chunki, $R=0$, natijada $d(W_e + W_m) = 0$ bo‘ladi, demak:

$$W_e + W_m = \text{const}, \quad (90.14)$$

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 jadvanning 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:

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}, \quad (91.10)$$

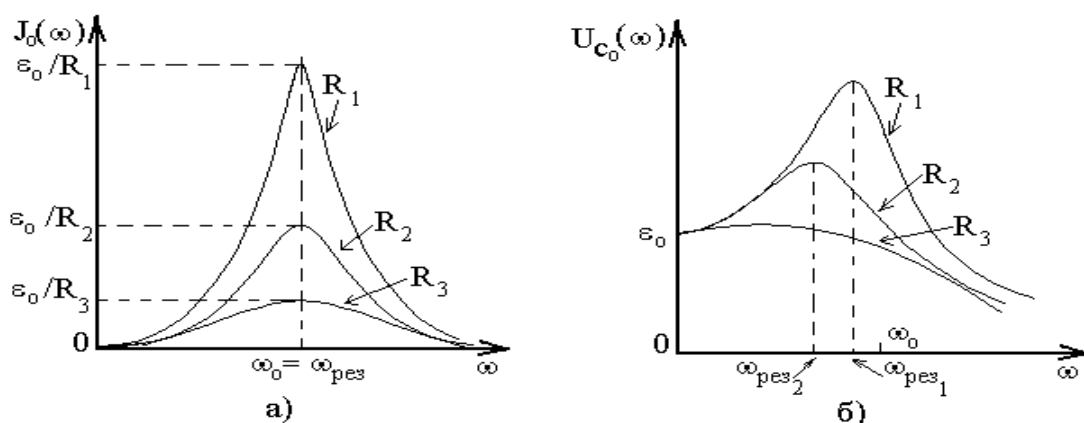
Bu formuladan ko‘rinadiki $\omega \rightarrow 0$ va $\omega \rightarrow \infty$ bo‘lganda $I_0(\omega) \rightarrow 0$, $L\omega - \frac{1}{\omega C} = 0$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$ bo‘lganda tok kuchi amplitudasi o‘zining maksimal qiymatiga erishadi, (91.10) formula quyidagicha ko‘rinishga 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

$$U_{C0} = \frac{q_0}{C} \quad (91.12)$$

formulasiga q_0 ning (90.5) ifodadan qiymatini qo‘ysak quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$U_{C0} = \frac{\varepsilon_0}{CL\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}}, \quad (91.13)$$

$U_C(\omega)$ funksiyasi $U_{C0} = \varepsilon_0$ 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 $U_{C0}(\omega)$ 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 $U_{C0}(\omega)$ 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_{C0} 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'g'a 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'imdand, 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:

$$U_L + U_R = \varepsilon \quad (83.4)$$

(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 Ohm 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 Ohm 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:

$$U_L(t) = L \omega I_0 \sin \left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2} \right), \quad (87.2)$$

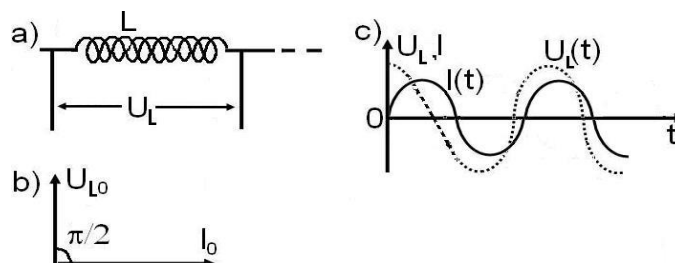
Kuchlanish ham ω chastota bilan garmonik harakat qiladi, lekin tok kuchi faza jihatdan kuchlanishdan $\pi/2$ ga ilari ketadi ($T/4$), tok kuchi va kuchlanishning amplituda qiymatlari biri-biri bilan quydagicha bog'langandir:

$$U_{L0} = L \omega I_0 \quad (87.3)$$

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.

$$dA_{tashqi} = dQ + dW_{el} + dW_{mag} \quad (89.1)$$

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:

$$\underbrace{I\varepsilon}_{P_{haqiqiy}} = \underbrace{IU_R}_{P_{Ro}} + \underbrace{IU_C}_{P_C} + \underbrace{IU_L}_{P_L} \quad (89.8)$$

Bu ifodani I ga bo'lsak, Kirxgofning ikkinchi qonuniga ega bo'lamiz, demak bu qonun energiyaning saqlanish qonunining natijasi ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

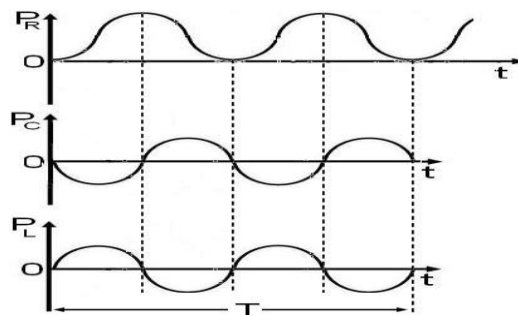
Tok kuchi uchun $I=I_0\sin\omega t$ ifodani qo'llab, U_R , U_C va U_L kuchlanishlarning (85.1), (86.2), (87.2) qonunlar bo'yicha o'zgarishini hisobga olsak, tegishli quvvatlar uchun quyidagi ifodalarni topamiz:

$$P_R = IU_R = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_R \sin \omega \cdot t = I_0 U_R \sin^2 \omega \cdot t \quad (89.9)$$

$$P_C = IU_C = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_{C0} \sin\left(\omega \cdot t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{I_0 U_C}{2} \sin(2\omega \cdot t - \pi) \quad (89.10)$$

$$P_L = IU_L = I_0 \sin \omega \cdot t \times U_{L0} \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{I_0 U_C}{2} \sin 2\omega \cdot t \quad (89.11)$$

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, shunidek 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 Ohm 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.

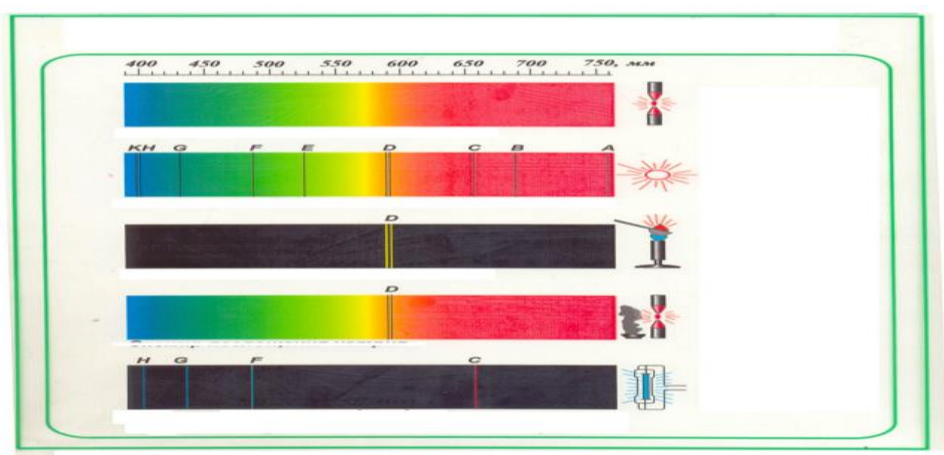
Agar sanoat elektr tarmoqlariga fazalar farqini katta miqdorga o‘zgartiradigan qurilmalar ulangan bo‘lsa, tarmoqda foydasiz quvvatni kamaytirish uchun bunday qurilmaga induktivlik yoki sig‘im ulanadi, natijada fazalar farqi kamayadi, $\cos \varphi$ oshadi. Amaliyotda EYUKning berilgan qiymatida berilgan 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 qismiga to‘g‘ri keladi. Bu vaqtda $\varphi = 0$, $\cos \varphi = 1$ bo‘ladi.

13-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.
4. Yorug‘likning tirik organizmga ta’siri.
5. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.

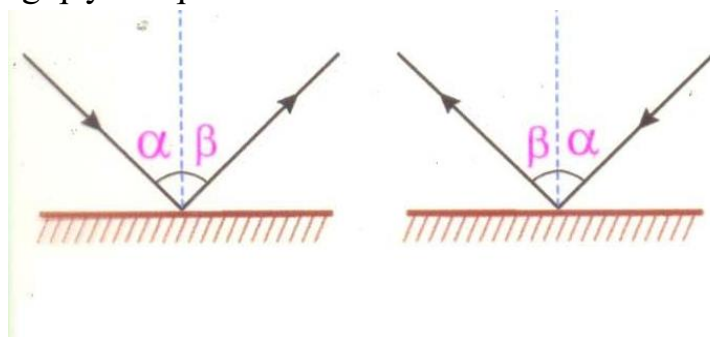
Yorug‘likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. To‘la ichki qaytish hodisasi va undan amalda foydalanish. *Optika* – grekcha optikos – ko‘rish degan ma’noni bildiradi. Bu – bo‘lim yorug‘likning tabiati, uning boshqa moddalar bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganadi. XVII asrda yorug‘likning to‘lqin (Gyuygens) va korpuskulyar (Nyuton) nazariyalari paydo bo‘ldi. XVIII asrda korpuskulyar nazariya tarafdorlari g‘alaba qilgan bo‘lsa, XIX asrda to‘lqin nazariyasi oldinda bo‘ldi. Lekin to‘lqin «Dunyo efirida» tarqaladi degan fikr noto‘g‘ri edi.



9.1-rasm. Yorug'lik spektori

Maksvell elektromagnit to'liqlar nazariyasini yaratgandan so'ng «Dunyo efiri»ga hojat qolmadi. Maksvell nazariyasini Fizo (1849 y), Fiko va Maykelson tajribalari tasdiqladi. Lebedev esa yorug'likning bosimini o'lchadi. Shu davrda yana fotoeffekt, kompton effekt va boshqa xodisalarning ochilishi elektromagnit to'liqlar nazariyasi bilan tushuntirib bo'lmadi. Faqatgina 1900 yili Plank kvant nazariyasini yaratgandan so'ng va Eynshteynning yorug'lik kvant nazariyasi e'lon qilingandan so'ng bu qarama-qarshilik barham topa boshladi. Eynshteyn nazariyasiga binoan yorug'lik fotonlar oqimidan iborat deb faraz qilindi. Bu nazariyani N.Bor, Shredinger, Fok, Feynman yoqlab chiqdi. Hozirgi davrda yorug'lik to'g'risidagi ikkala ta'limot ham o'rinli ekani va korpuskulyar – to'liqlar dualizmi haqida gap yuritiladi. Geometrik optikaning to'rtta qonuni mavjud.

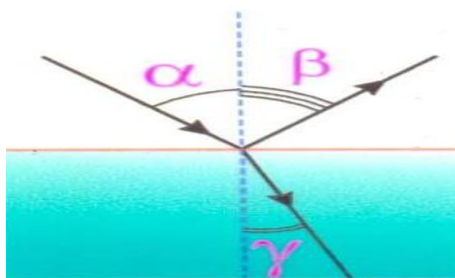
1. Yorug'lik bir jinsli optik muhitda to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqaladi. Bunga yorug'likning to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalish qonuni deyiladi.
2. Yorug'lik to'liqlari bir-biri bilan kesishganda ular bir-biriga halaqit bermaydi. Yorug'lik nurining mustaqillik qonuni.
3. Qaytgan nur, tushuvchi nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir. Yorug'likning qaytish qonuni.



9.2-rasm. Yorug'likning qaytish qonuni.

4. Tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga

nisbati berilgan moddalar uchun doimiy bo‘lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko‘rsatkichi deyiladi.



9.3-rasm. Yorug‘likning sinish va qaytish qonuni.

Yorug‘likning sinish qonuni Barcha nuqtalarida yorug‘likning tarqalish tezligi bir xil bo‘lgan muhitga optik bir jinsli muhit deyiladi. Muhitning absolyut sindirish ko‘rsatkichi deb yorug‘likning vakuumdagi C tezligining moddada V tezligiga nisbatiga aytiladi.

$$n = \frac{C}{V} \quad (9.1)$$

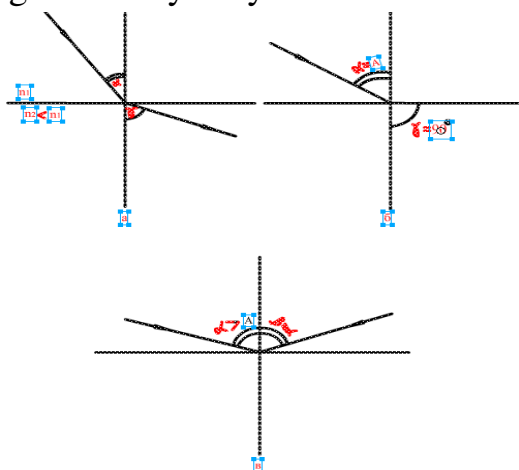
U holda

$$n_2 = \frac{C}{V_2} \quad n_1 = \frac{C}{V_1}$$

ya’ni,

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (9.2)$$

Sindirish ko‘rsatkichi yorug‘likning muhitga tushganda tezligining qanchaga kamayishini ko‘rsatadi. $i_1 = 0$ bo‘lsa, $i_2 = 0$ bo‘ladi, demak ikki muhitning ajralish chegarasiga normal tushuvchi nur sinmaydi. Sindirish ko‘rsatkichining kattaligi optik zichlikni ko‘rsatadi. Yer atmosferasi bir jinsli emas, shu sababli uning sindirish ko‘rsatkichi Yer sirtidan ko‘tarilgan sari kamayib boradi. Shuning uchun yorug‘lik Yerga kelguncha parallel qatlamlarda sinib qabariqlanadi. Bu hodisaga refraksiya deyiladi.



9.4- rasm. Yorug‘likning to‘la ichki qaytish hodisasini ifodalovchi chizma.

Agarda yorug‘lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushsa, u holda $i_2 > i_1$ sinish burchagi tushish burchagidan katta bo‘ladi. Demak,

$$i_2 = 90^\circ \text{ va } \sin i_2 = 1 \quad (9.3)$$

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

Bu hodisa yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shisha havo chegarasi uchun limit burchagi 42° . Shu burchakdan katta bo'lsa to'la ichki qaytish yuz beradi. To'la ichki qaytish hodisasidan ko'plab optik asboblarda foydalaniladi. M: Nurni 90° ga burish, tasvirni teskari burish, hozirgi vaqtda to'la ichki qaytishdan tola optikasida (svetovodlar) keng qo'llanilmoqda. Shisha tola optik zichligi kamroq modda bilan qoplanadi. Tolaning bir uchiga tushgan nur ikkinchi uchidan bemalol chiqib ketadi.

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

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

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

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

Fotometriya asoslari

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

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

Biror sirtidan o'tayotgan yorug'lik nurlanishini elektromagnit to'lqinning shu sirt orqali 1 sekundda olib o'tgan energiya miqdori, ya'ni shu sirt orqali nurlanish quvvati W_λ bilan xarakterlash mumkin. Nurlanishning bu *energetik* xarakteristikasi *yorug'lik energiyasi oqimi* deyiladi. Ko'rish hissi faqat nurlanish quvvatiga emas, shu bilan birga, ko'zning spektral sezgiriligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun yorug'lik ko'zga tushadigan ko'p hollarda yorug'lik oqimini *nurlanish quvvati* W_λ ning *ko'rinuvchanlik koeffitsientiga* ko'paytmasi bilan xarakterlash qulayroq bo'ladi. Nurlanishning ko'z spektral sezgiriligini nazarga oluvchi bu psixofizikaviy yoki *fotometrik* xarakteristikasi *yorug'lik oqimi* Φ_λ deyiladi:

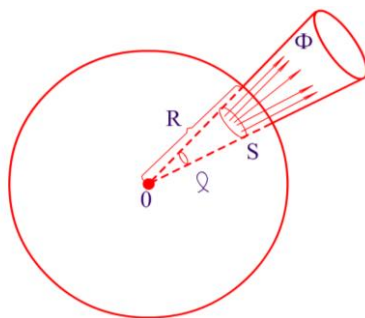
$$\Phi_\lambda = W_\lambda V_\lambda \quad (9.4)$$

Agar nurlanish turli uzunlikdagi to‘lqinlar bilan vujudga kelsa, bunday *monoxromatik bo‘lmagan* nurlanishning Φ_λ yorug‘lik oqimi har bir uzunlikdagi to‘lqinning yorug‘lik oqimlari yig‘indisidan iborat bo‘ladi:

$$\Phi = \sum \Phi_\lambda = \sum W_\lambda V_\lambda$$

Shunday qilib, *yorug‘lik energiyasining ko‘zning ko‘rish hissiga ko‘ra baholanadigan oqimi yorug‘lik oqimi* deyiladi, deb aytish mumkin. Yorug‘lik oqimidan tashqari, yorug‘likning asosiy fotometrik xarakteristikalarini yorug‘lik kuchi, yoritilganlik va ravshanlikdir. Yorug‘lik kuchi tushunchasi nuqtaviy yorug‘lik manbai xaqidagi tasavvur yordamida kiritiladi. Agar yorug‘lik manbaining o‘lchami uning kuzatilish joyigacha bo‘lgan masofadan juda kichik bo‘lib, manba barcha yo‘nalishlardabir tekis yorug‘lik tarqatayotgan bo‘lsa, bunday manbani nuqtaviy deyish mumkin. Masalan, Yerdan kuzatilayotgan yulduz, bir necha o‘nlab metrdan kuzatilayotgan elektr lampochka va shunga o‘xshashlarni nuqtaviy yorug‘lik manbai deyish mumkin.

Yorug‘lik kuchi nuqtaviy yorug‘lik manbaining birlik fazoviy burchak hosil qiluvchi yorug‘lik oqimi bilan o‘lchanadi. Agar Φ yorug‘lik oqimi Ω fazoviy burchakli O nuqtaviy manbadan hosil qilingan bo‘lsa yorug‘lik kuchi shunday munosabat bilan ifodalanadi:



9.5-rasm. *Yorug‘lik kuchini aniqlash uchun cizma*

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (9.5)$$

Fazoning konus sirt bilan chegaralangan qismi fazoviy bo‘rchak deyiladi.

Fazoviy burchakning kattaligi markazi jismoniy burchakning O uchida bo‘lgan sfera sirtidan shu burchak kesgan S yuzaning R sfera radiusi kvadratiga nisbati bilan o‘lchanadi:

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

Fazoviy burchakning o‘lchov birligi *steradian* (fazoviy radian) – birlik radiusli sferada birlik yuza hosil qilgan burchakdir.

Ravshanki, yorug‘lik manbai atrofidagi butun fazoni qoplaydigan fazoviy burchak 4π steradian bo‘ladi.

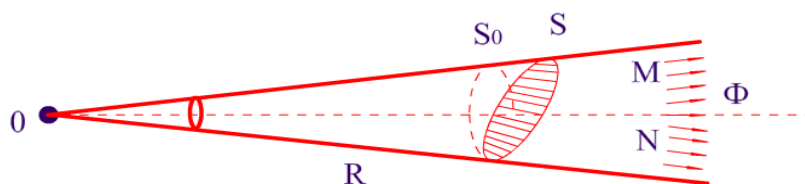
$$\Omega = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi$$

Yorug'lik kuchining o'lchov birligi sifatida kandela(sham) olinadi; sham maxsus qurilmaning *etalon yorug'lik manbaining* ma'lum sharoitlarda chiqargan yorug'lik kuchidir.

$$\Phi = I\Omega \quad (9.6)$$

bundan yorug'lik oqimining birligi bir steradian fazoviy burchakdan 1 sham yorug'lik nurlayotgan nuqtaviy manbaning hosil qilgan yorug'lik oqimi ekanligi kelib chiqadi. Bu birlik *lyumen (lm)* deyiladi.

Sirlarni yoritishni miqdoriy baholash uchun *yoritilganlik* tushunchasi kiritiladi. S sirtning E yoritilganligi deb shu sirtga tushayotgan Φ yorug'lik oqimining bu sirt kattaligiga nisbatiga aytiladi.



9.6-rasm. Yoritilganlikni aniqlash chizmasi

Boshqacha aytganda, yoritilganlik oqimining bu sirt birligiga tushayotgan yorug'lik oqimiga tengdir: $E = \frac{\Phi}{S}$, (9.7)

Agar sirtning chiziqli o'lchamlari uning O yorug'lik manbaigacha bo'lgan masofasiga nisbatdan kichik bo'lsa, quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\Omega = \frac{S_0}{R^2} = \frac{S \cdot \cos a}{R^2},$$

bu erda S_0 – S ning oqimning OM o'qiga perpendikulyar tekislikka proeksiyasi, a esa S_0 – S ning oqimning OM o'qiga perpendikulyar tekislikka proeksiyasi, a esa S va S_0 orasidagi burchak. U holda $S = \frac{\Omega R^2}{\cos a}$

U holda yoritilganlik uchun quyidagi munosabatni hosil qilamiz:

$$E = \frac{I \cos a}{R^2} \quad (9.8)$$

Shunday qilib, sirtning nuqtaviy yorug'lik manbai hosil qilgan yoritilganligi yorug'lik kuchiga, yorug'likning bu sirtga tushish burchagiga to'g'ri proporsional, sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga esa teskari proporsionaldir.

Yil fasllarinig almashinib turishi yoritilganlikning yorug'lik nurlirining tushish burchagiga bog'liqligi bilan tushintiriladi: shimoliy yarim sharda Yer sirtining yoritilganligi yozda (Quyosh nurlarining tushish burchakliri a kichik bo'lganida) maksimal va qishda (bu nurlarning tushish burchakliri a katta bo'lganida) minimal bo'ladi. Yoritilganlikning bu o'zgarishlari Yer yuzida temperaturaning mos o'zgarishlarini vujudga keltiradi.

E yoritilganlikning $\cos a$ ga bevosita bog‘liqligidan yorug‘likni ko‘proq xohlaydigan o‘simliklarni shimoliy yarim sharda Yer sirtining *жанубий* qiyalik yonbag‘irliriga ekish maqsadga muvofiq bo‘ladi, shunday qilinganda quyosh nurlarining tushish burchiklarining qiymati eng kichik bo‘ladi.

Yoritilganlikning birligi люкс (лк), yani, 1 lm yorug‘lik oqimi tushayotgan 1 m² sirtning yoritilganligidir:

$$1_{лк} = \frac{1_{лм}}{1_{м^2}}.$$

Yoritilganlik birliklari haqida yaqqol tasavvur hosil qilish uchun quyidagi misollarni keltiraylik: to‘g‘ri tushayotgan quyosh nurlarining hosil qilgan yoritilganligi 10⁵ lk, o‘qish uchun zarur bo‘lgan yoritilganlik 40 lk, to‘lin oy hosil qilgan yoritilganlik taxminan 0.2 lk ga teng.

Shu vaqtgacha biz faqat nuqtaviy yorug‘lik manbalari haqida gapirdik. Biroq ko‘p hollarda yorug‘lik manbalari yoyilgan bo‘ladi: bunday manbalarning shakli va o‘lchamlari ko‘z bilan ko‘rib farq qiladi.

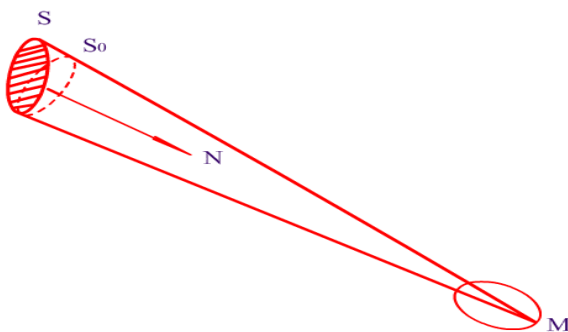
Yoyilgan yorug‘lik manbalari uchun yorug‘lik kuchi yetarli xarakteristika bo‘la olmaydi. Haqiqatan ham, kuchi bir xil bo‘lgan yorug‘lik chiqarayotgan, biroq o‘lchamlari (yuzasi) turlicha bo‘lgan ikki manbadan kichik manba ravshanroq ko‘rinadi, chunki uning *birlik yuzadan* chiqarayotgan yorug‘lik kuchi katta bo‘ladi. Shuning uchun yoyilgan yorug‘lik manbalari uchun qo‘shimcha xarakteristika, *ravshanlik* tushunchasi kiritiladi.

Yoyilgan yorug‘lik manbai S ning B ravshanligi bu manbaning *ko‘rinuvchi* sirtining (N kuzatish yo‘nalishiga perpendikulyar yo‘nalishdagi) yuza birligidan chiqarayotgan yorug‘lik kuchi bilan o‘lchanadi. (M – yorug‘lik manbaining ko‘z to‘r pardasi tasviri)

$$B = \frac{1}{S_0} \quad (9.9)$$

Bu erda I - yorug‘lik kuchi, S_0 – ko‘rinadigan sirt.

Ravshanlikning o‘lchov birligi nit (nt) hisoblanadi:



9.7-rasm. Ravshanlikni aniqlash chizmasi

$$I_{nn} = \frac{1_{лм} \alpha \mu}{1_{м^2}}$$

Tush vaqtidagi quyosh sirtining ravshanligi 10⁹ nt, cho‘g‘lanish elektr lampaning tolasi 10⁶ nt, kerosin lampaning alangasi 10⁴ nt, oydingsiz tungi

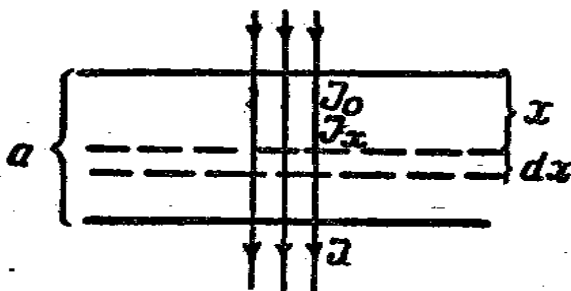
osmonning ravshanligi 10^{-4} nt . Ko'zning farq qiladigan eng kichik ravshanligi 10^{-6} nt .

Yorug'likning yutilish. Yutilish qonunlari.

Umuman aytganda, har qanday moddaning ham oz yoki ko'proq darajada *selektiv* (tanlab) yutish qobiliyati bo'ladi, ya'ni yutish koeffitsientining qiymati yorug'lik to'lqinining uzunligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, suv va suv bug'i infraqizil nurlarni kuchli yutadi. Odatdagi shisha ko'rinadigan yorug'likni yaxshi o'tkazadi, biroq infraqizil nurlarni (to'lqin uzunligi $\lambda > 2\mu\text{m}$) ancha zaiflashtiradi va ultrabinafsha nurlarini ($\lambda < 0,38\mu\text{m}$) deyarli butunlay yutadi. Tirik o'simliklarning barglari ko'rinuvchi spektrning yashil ($0,52\mu\text{m} < \alpha < 0,60\mu\text{m}$) va to'q qizil ($\alpha > 0,70\mu\text{m}$) sohalaridan tashqari butun sohasini kuchli yutadi; bunday yutishga barglarda bo'ladigan pigment – *xlorofill* sabab bo'ladi.

Yorug'lik filtrlari – shisha plastinkalar va ma'lum bo'yoq moddasi aralashgan jelatin plyonkalarining ishlashi tanlab yutishga asoslangan. Yorug'lik filtri spektrning qandaydir bir aniq qismini (yorug'lik filtrining rangiga to'g'ri keladigan qismini) o'tkazadi, qolgan barcha qismlarini esa yutib qoladi.

Yorug'lik intensivligi deb, nurga perpendikulyar 1m^2 yuzaga 1s vaqt davomida olib o'tilgan energiya miqdoriga aytiladi. Biror shaffof moddadan α -qalinlikdagi qatlam ajratamiz. Yorug'likning bu qatlamdan o'tishi tufayli intensivligining o'zgarishi



9.8-rasm. Yorug'likning yutilish qonunini chiqarish uchun chizma.

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (9.10)$$

Buger qonuni bilan ifodalanadi.

α - yutilish koeffitsienti bo'lib, yorug'lik to'lqin uzunligi modda kimyoviy tarkibiga va modda holatiga bog'liq bo'lib, intensivlikga bog'liq bo'lmaydi.

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

Yorug'likning yutilish, uning molekularlar bilan o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'lgani uchun yorug'likning yutilish qonunini molekulaning ba'zi bir xarakteristiklari bilan bog'lash mumkin. n – molekula konsentratsiyasi, σ - molekula yutilishining effektiv kesimi. U xolda $I = I_0 e^{-\sigma n x}$ yoki $I = I_0 e^{-\chi c x}$

Bu Buger – Lambert – Beer qonunini ifodalaydi.

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

χ – yutilishning molyar ko‘rsatkichi,

$$\tau = \frac{I}{I_0} \quad (9.11)$$

Shaffof moddalari yorug‘likni o‘tkazish koeffitsienti (9.11) formula bilan ifodalanadi.

$$D = Lg \frac{1}{\tau} = \chi_\lambda CX \quad (9.12)$$

O‘tkazish koeffitsientining teskari qiymatining unli lagorifmiga eritmaning optik zichligi deyiladi. Buger – Lamber – Beer qonuniga asoslanib bo‘yalgan eritmalarda modda konsentratsiyasini aniqlashning bir qator fotometrik usullari mavjud.

Modda orqali yorug‘lik oqimi o‘tganda bir qism modda atomlari tomonidan ushlanib qolinadi va yorug‘lik oqimi intensivligi kamayadi. Fotonni ushlab qolish fotoeffekt vaqtida yoki foton elektronlarning atomdagi yuqoriroq energetik holatlarga o‘tishida yuz berishi mumkin.

Ozon infraqizil sohadagi 10 mkm to‘lqin uzunlikli nurlarni yutuvchi qatlamga ham egadir. Aynan shu to‘lqin uzunlik Yerdagi issiqlik nurlanishga mos keladi. Demak, azon 20% issiqlik nurlanishni ushlab turadi va issiqlik ekrani bo‘lib xizmat qiladi. Natijada Yerdan issiqlikning koinotga tarqalishiga to‘sqinlik qiladi. Afsuski, keyingi yillarda aviatsiyadan foydalanish va sanoat chiqindilari ta’sirida ozon qatlami qisman emirilib bormoqda. Arktika ustida kengligi 5 mln.km² li “Ozon tirqishi” hosil bo‘lgan. Bu “Tirqish” ning keyingi oshuvi Yerda turli kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo‘ladi va uning ekologik ta’sirini baholash qiyindir.

Yorug‘likning sochilishi ham ko‘rsatkichli qonunga bo‘ysunadi:

$$I = I_0 e^{-m l} \quad (9.13) \quad m - \text{sochilish ko‘rsatkichi.}$$

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

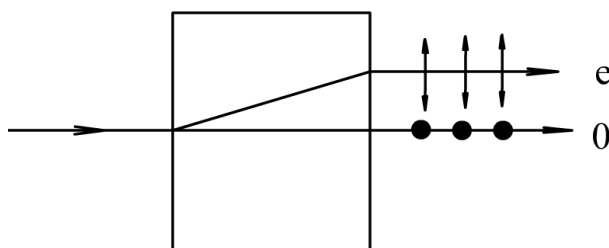
$$I \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (9.14)$$

Osmonning ko‘k rangi ham yorug‘likning atmosfera zarrachalaridan sochilishi sabab bo‘ladi. Quyoshning botishidagi qizil rangi, ko‘k va binafsha nurlarning qiya tushganda biosfera qatlamlari ichida ancha chuqurroq masofaga sochilishi natijasida oq yorug‘lik spektrining o‘zgarishidir. Infraqizil nurlar yanada kamroq sochiladi. Ultrabinafsha nurlar energiyasi ko‘rinadigan nurlarnikidan katta bo‘lgani uchun modda bilan kuchli ta’sirlashadi. Shu sababli ular ko‘rinadigan nurlarga qaraganda ko‘proq fotoeffekt, fotokimyoviy reaksiyalar va lyuminessensiyani hosil qilish mumkin.

Yorug‘likning ikkilanib sinishi.

Hamma shaffof kristallar (optik izotrop tizimga kiruvchi kubik kristallardan tashqari) ikkilanib sinash xususiyatiga ega, ya'ni unga tushuvchi yorug'lik dastasining ikkiga bo'linib chiqishi yuz beradi. Bu hodisani 1669 yil birinchi marta daniyalik olim E. Bertolni island shpatida (CaCO_3) kuzatdi. Bu hodisa yorug'likning anizotrop moddada tarqalishi bilan tushintiriladi va Maksvell tenglamasidan kelib chiqadi. Tabiiy nur anizotropik muhitga, masalan CaCO_3 , kvars, turmalin, island shpati kristalli va boshqalarga tushsa, nur ikkiga ajralib sinadi, demak, nur ikkiga bo'linadi. Bu nurlarni birini oddiy nur deyilsa, ikkinchisi oddiy bo'lmagan nur deyiladi. Oddiy nurga kristallga kirishda va undan chiqib ketishda yorug'likning sinish qonunlari bajariladi. Island shpatining bu nur uchun sindirish ko'rsatkichi $n_o = 1,658$. Lekin oddiy bo'lmagan nur uchun island shpatining n_e sindirish koeffitsiyenti doimiy b'lmay, tushayotgan nurning kristali yo'nalishiga, ya'ni tushish burchagiga bog'liq. Oddiy bo'lmagan nur uchun island shpatining sindirish koeffitsiyeni $n_e = 1,4864$ –krisrall optik o'qiga perpendikulyar yo'nalishda, krisrall optik o'qiga bo'yicha esa $n_e = 1,658$.

Ba'zi kristalllarda ikkilanib sinish xususiyati namoyon bo'lishi 17 – rasm da ko'rsatilgan, bunda.



9.9– rasm. Yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi.

e – odatdagimas nurlar, o – odatdagi nurlar. o – uchun sinish qonuni o'rinli, e – uchun sinish qonuni bajarilmaydi. Bunda o va e nurlarning tarqalishi bir xil bo'lgan o'qlarga kristallning optik o'qi deyiladi. Bunday o'q bitta bo'lsa, bir o'qli kristall deyiladi. Ularga CaCO_3 , kvars, turmalin va boshqalar kiradi. Optik o'q va tushuvchi nur orqali o'tuvchi tekislikka asosiy tekislik deyiladi. o nurning tebranishi asosiy o'qqa perpendikulyar bo'lsa, e nurning tebranishi shu tekislikda yotadi. Oddiy va odatdagimas nurlar tezliklari

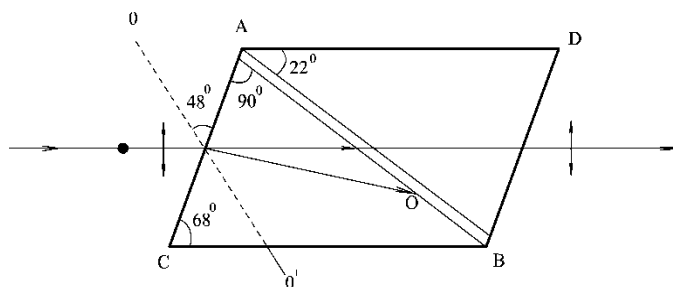
$$v_o = \frac{c}{n_o}$$

kristall optik o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'lsa bir xil bo'ladi.

Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'likni olish uchun shunday sharoitlar yaratish kerakki, bu sharoitlarda yorug'lik to'lqinining $\vec{E}$ bektori myayyon aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlarni o'zida mujassamlashtirgan qurilmalar polyarizatorlar deyiladi.

Oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarni bir–birida ajratish uchun Nikol prizmasidan foydalaniladi. Nikol prizmasi “Kanada balzami” (kanada qarag’ayidan chiqadigan elim) yoki gletsiren bilan birlashtirilgan (AB chiziqli bo’yicha) island shpatining ikki bo’lagidan iborat. Tabiiy nur Nikol prizmasiga kirib oddiy va oddiy bo’lmagan nurlarga ajralib ketadi. Oddiy nur Kanada balzami bilan chegaraga borganda, to’la ichki qaytish shartlari amalga oshadigan hollarda, to’la qaytadi, oddiy bo’lmagan nur esa o’tib ketadi.

Eng ko’p tarqalgani Nikol prizmasini qarab chiqamiz. Ikkita island shpatini kesib Kanada balzami bilan yelimlanadi. Unda o nur yutiladi, e nur esa pastki qirraga parallel holda chiqadi.



9.10–rasm. *Nikol prizmasida nurning yo’li.*

Nikol prizmasi qutblangan nur olishga yordam berganligi uchun *polyalizator* deb ataladi. Shu prizmadan o’tgan nurning qutblanish tekisligiga mos kelgan (polyalizatorning) tekisligi *qutblantirish tekisligi* deyiladi. Agar ikkita Nikol prizmasi bir optik o’q o’rtasida bir–biriga tik joylashgan bo’lsa, ya’ni ularning qutblanish tekisliklari tik bo’lsa, ular yorug’lik nurini deyarli o’tkazmaydi.

Demak, Nikol prizmasidan polyalizator va analizator sifatida foydalanish mumkin. Qutblangan yorug’lik nurlarini olish uchun polyalizatsion yorug’lik feltirlari ham ishlatiladi. Bunday feltirlarga polyaliroidlar deyiladi.

14-mavzu: Yorug’likning moddalar bilan o’zaro tasiri.

Reja

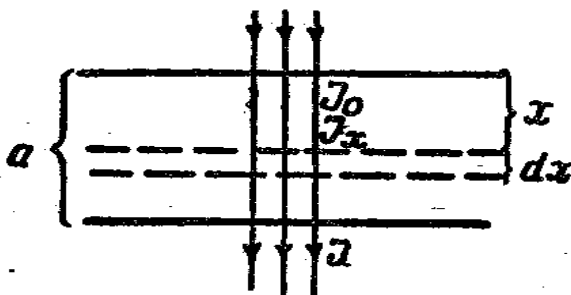
1. Yorug’likning yutilish. Yutilish qonunlari. Yorug’likning ikkilanib sinishi.
2. Fotoelektron kollorimetrlar, ularning ishlash prinsipi va ishlatilish sohalari.
3. Yorug’likning qutblanishi, saxarometrlar va polyarimetrlar.
4. Qutblanish tekisligining buralish hodisasi.
5. Kerr effekti va undan modda konsentrasiyasini aniqlashda foydalanish.
6. Yorug’likning issiqlik manbalari. Optik pirometriya.

Yorug’likning yutilish. Yutilish qonunlari.

Umuman aytganda, har qanday moddaning ham oz yoki ko'proq darajada *selektiv* (tanlab) yutish qobiliyati bo'ladi, ya'ni yutish koeffitsientining qiymati yorug'lik to'qlinining uzunligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, suv va suv bug'i infraqizil nurlarni kuchli yutadi. Odatdagi shisha ko'rinadigan yorug'likni yaxshi o'tkazadi, biroq infraqizil nurlarni (to'qlin uzunligi $\lambda > 2\mu\text{K}$) ancha zaiflashtiradi va ultrabinafsha nurlarini ($\lambda < 0,38\mu\text{K}$) deyarli butunlay yutadi. Tirik o'simliklarning barglari ko'rinuvchi spektrning yashil ($0,52\mu\text{K} < \alpha < 0,60\mu\text{K}$) va to'q qizil ($\alpha > 0,70\mu\text{K}$) sohalaridan tashqari butun sohasini kuchli yutadi; bunday yutishga barglarda bo'ladigan pigment – *xlorofill* sabab bo'ladi.

Yorug'lik filtrlari – shisha plastinkalar va ma'lum bo'yoq moddasi aralashgan jelatin plyonkalarining ishlashi tanlab yutishga asoslangan. Yorug'lik filtri spektrning qandaydir bir aniq qismini (yorug'lik filtrining rangiga to'g'ri keladigan qismini) o'tkazadi, qolgan barcha qismlarini esa yutib qoladi.

Yorug'lik intensivligi deb, nurga perpendikulyar 1m^2 yuzaga 1s vaqt davomida olib o'tilgan energiya miqdoriga aytiladi. Biror shaffof moddadan α -qalinlikdagi qatlam ajratamiz. Yorug'likning bu qatlamdan o'tishi tufayli intensivligining o'zgarishi



9.8-rasm. Yorug'likning yutilish qonunini chiqarish uchun chizma.

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (9.10)$$

Buger qonuni bilan ifodalanadi.

α - yutilish koeffitsienti bo'lib, yorug'lik to'qlin uzunligi modda kimyoviy tarkibiga va modda holatiga bog'liq bo'lib, intensivlikga bog'liq bo'lmaydi.

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

Yorug'likning yutilish, uning molekular bilan o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'lgani uchun yorug'likning yutilish qonunini molekulaning ba'zi bir xarakteristiklari bilan bog'lash mumkin. n – molekula konsentratsiyasi, σ - molekula yutilishining effektiv kesimi. U xolda $I = I_0 e^{-\sigma n x}$ yoki $I = I_0 e^{-\chi c x}$

Bu Buger – Lambert – Beer qonunini ifodalaydi.

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

χ – yutilishning molyar ko'rsatkichi,

$$\tau = \frac{I}{I_0} \quad (9.11)$$

Shaffof moddalari yorug‘likni o‘tkazish koeffitsienti (9.11) formula bilan ifodalanadi.

$$D = Lg \frac{1}{\tau} = \chi_\lambda CX \quad (9.12)$$

O‘tkazish koeffitsientining teskari qiymatining unli lagorifmiga eritmaning optik zichligi deyiladi. Buger – Lamber – Beer qonuniga asoslanib bo‘yalgan eritmalarda modda konsentratsiyasini aniqlashning bir qator fotometrik usullari mavjud.

Modda orqali yorug‘lik oqimi o‘tganda bir qism modda atomlari tomonidan ushlanib qolinadi va yorug‘lik oqimi intensivligi kamayadi. Fotonni ushlab qolish fotoeffekt vaqtida yoki foton elektronlarning atomdagi yuqoriroq energetik holatlarga o‘tishida yuz berishi mumkin.

Ozon infraqizil sohadagi 10 mkm to‘lqin uzunlikli nurlarni yutuvchi qatlamga ham egadir. Aynan shu to‘lqin uzunlik Yerdagi issiqlik nurlanishga mos keladi. Demak, azon 20% issiqlik nurlanishni ushlab turadi va issiqlik ekrani bo‘lib xizmat qiladi. Natijada Yerdan issiqlikning koinotga tarqalishiga to‘sqinlik qiladi. Afsuski, keyingi yillarda aviatsiyadan foydalanish va sanoat chiqindilari ta’sirida ozon qatlami qisman emirilib bormoqda. Arktika ustida kengligi 5 mln.km² li “Ozon tirqishi” hosil bo‘lgan. Bu “Tirqish” ning keyingi oshuvi Yerda turli kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo‘ladi va uning ekologik ta’sirini baholash qiyindir.

Yorug‘likning sochilishi ham ko‘rsatkichli qonunga bo‘ysunadi:

$$I = I_0 e^{-mI} \quad (9.13) \quad m - \text{sochilish ko‘rsatkichi.}$$

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

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (9.14)$$

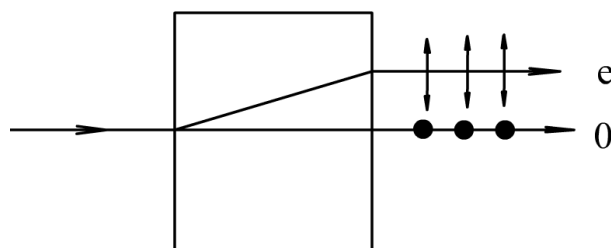
Osmonning ko‘k rangi ham yorug‘likning atmosfera zarrachalaridan sochilishi sabab bo‘ladi. Quyoshning botishidagi qizil rangi, ko‘k va binafsha nurlarning qiya tushganda biosfera qatlamlari ichida ancha chuqurroq masofaga sochilishi natijasida oq yorug‘lik spektrining o‘zgarishidir. Infraqizil nurlar yanada kamroq sochiladi. Ultrabinafsha nurlar energiyasi ko‘rinadigan nurlarnikidan katta bo‘lgani uchun modda bilan kuchli ta’sirlashadi. Shu sababli ular ko‘rinadigan nurlarga qaraganda ko‘proq fotoeffekt, fotokimyoviy reaksiyalar va lyuminessensiyani hosil qilish mumkin.

Yorug‘likning ikkilanib sinishi.

Hamma shaffof kristallar (optik izotrop tizimga kiruvchi kubik kristallardan tashqari) ikkilanib sinash xususiyatiga eadur, ya’ni unga tushuvchi yorug‘lik dastasining ikkiga bo‘linib chiqishi yuz beradi. Bu hodisani 1669 yil birunchi

marta daniyalik olim E. Bertolni island shpatida (CaCO_3) kuzatdi. Bu hodisa yorug'likning anizotrop moddada tarqalishi bilan tushintiriladi va Maksvell tenglamasidan kelib chiqadi. Tabiiy nur anizotropik muhitga, masalan CaCO_3 , kvars, turmalin, island shpati kristalli va boshqalarga tushsa, nur ikkiga ajralib sinadi, demak, nur ikkiga bo'linadi. Bu nurlarni birini oddiy nur deyilsa, ikkinchisi oddiy bo'lmagan nur deyiladi. Oddiy nurga kristallga kirishda va undan chiqib ketishda yorug'likning sinish qonunlari bajariladi. Island shpatining bu nur uchun sindirish ko'rsatkichi $n_o = 1,658$. Lekin oddiy bo'lmagan nur uchun island shpatining n_e sindirish koeffitsiyenti doimiy b'lmay, tushayotgan nurning kristali yo'nalishiga, ya'ni tushish burchagiga bog'liq. Oddiy bo'lmagan nur uchun island shpatining sindirish koeffitsiyeni $n_e = 1,4864$ –krisrall optik o'qiga perpendikulyar yo'nalishda, krisrall optik o'qiga bo'yicha esa $n_e = 1,658$.

Ba'zi kristalllarda ikkilanib sinish xususiyati namoyon bo'lishi 17 – rasm da ko'rsatilgan, bunda.



9.9– rasm. Yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi.

e – odatdagimas nurlar, **o** – odatdagi nurlar. **o** – uchun sinish qonuni o'rinli, **e** – uchun sinish qonuni bajarilmaydi. Bunda **o** va **e** nurlarning tarqalishi bir xil bo'lgan o'qlarga kristallning optik o'qi deyiladi. Bunday o'q bitta bo'lsa, bir o'qli kristall deyiladi. Ularga CaCO_3 , kvars, turmalin va boshqalar kiradi. Optik o'q va tushuvchi nur orqali o'tuvchi tekislikka asosiy tekislik deyiladi. **o** nurning tebranishi asosiy o'qqa perpendikulyar bo'lsa, **e** nurning tebranishi shu tekislikda yotadi. Oddiy va odatdagimas nurlar tezliklari

$$v_o = \frac{c}{n_o}$$

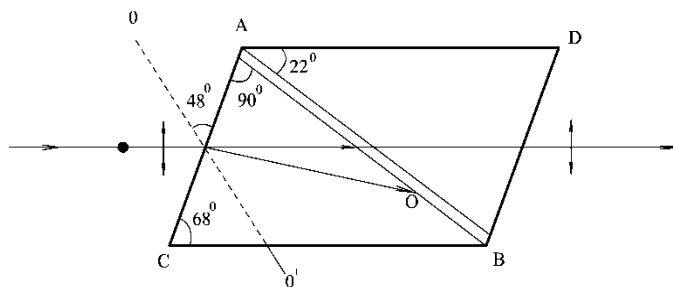
kristall optik o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'lsa bir xil bo'ladi.

Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'likni olish uchun shunday sharoitlar yaratish kerakki, bu sharoitlarda yorug'lik to'liqining $\vec{E}$ bektori myayyon aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlarni o'zida mujassamlashtirgan qurilmalar polyarizatorlar deyiladi.

Oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarni bir–birida ajratish uchun Nikol prizmasidan foydalaniladi. Nikol prizmasi “Kanada balzami” (kanada qarag'ayidan chiqadigan elim) yoki gletsiren bilan birlashtirilgan (**AB** chiziq bo'yicha) island

shpatining ikki bo'lagidan iborat. Tabiiy nur Nikol prizmasiga kirib oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarga ajralib ketadi. Oddiy nur Kanada balzami bilan chegaraga borganda, to'la ichki qaytish shartlari amalga oshadigan hollarda, to'la qaytadi, oddiy bo'lmagan nur esa o'tib ketadi.

Eng ko'p tarqalgani Nikol prizmasini qarab chiqamiz. Ikkita island shpatini kesib Kanada balzami bilan yelimlanadi. Unda *o* nur yutiladi, *e* nur esa pastki qirraga parallel holda chiqadi.



9.10–rasm. *Nikol prizmasida nurning yo'li.*

Nikol prizmasi qutblangan nur olishga yordam berganligi uchun *polyalizator* deb ataladi. Shu prizmadan o'tgan nurning qutblanish tekisligiga mos kelgan (polyalizatorning) tekisligi *qutblantirish tekisligi* deyiladi. Agar ikkita Nikol prizmasi bir optik o'q o'rtasida bir–biriga tik joylashgan bo'lsa, ya'ni ularning qutblanish tekisliklari tik bo'lsa, ular yorug'lik nurini deyarli o'tkazmaydi.

Demak, Nikol prizmasidan polyalizator va analizator sifatida foydalanish mumkin. Qutblangan yorug'lik nurlarini olish uchun polyalizatsion yorug'lik feltirlari ham ishlatiladi. Bunday feltirlarga polyaliroidlar deyiladi.

Fotoelektron kollorimetrlar. Fotobiologik jarayonlar, fotosintez.

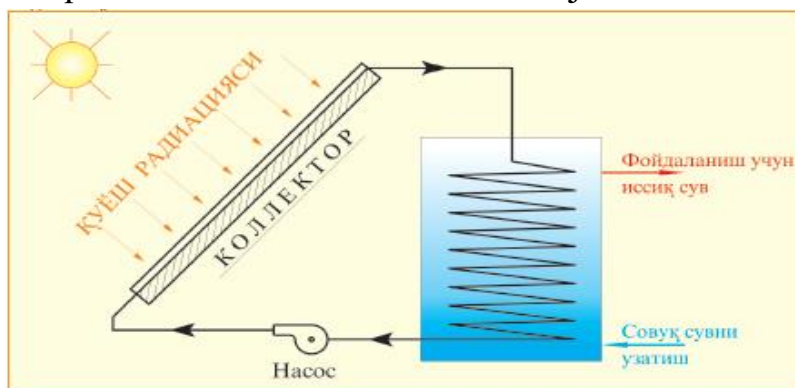
O'simlikning organik massasi fotosintez jarayonida to'planadi, shuning uchun qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirishning effektiv yo'llaridan biri fotosintez intensivligini oshirish (fotosintez uchun quyosh energiyasidan foydalanish koeffitsientini orttirishdir). Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishining yangi tarmog'i – *yorug'lik ekinlari* ana shu yo'ldan rivojlanmoqda; bunda o'simliklar karbonat angidrid bilan boy ta'minlangani va ildizdan suyuq ozuqa berilgani holda sun'iy ravishda qo'shimcha yuritiladi.

Odam, hayvon va o'simliklar uchun yorug'lik zarur. Hayot faktoridir, chunki uning etmasligi yoki bo'lmashligi organizmning normal faoliyatini buzadi; yorug'lik yetishmasligini boshqa hech qanday ta'sirlar (isitish, ovqatlanish va shunga o'xshashlar) bilan kompensiyalab bo'lmaydi. 0,28 mk dan qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlari kuchli bakteritsid ta'siriga ega – bakteriyalarni o'ldiradi; bundan binolarning havoni tozalash, va hokazolarda foydalaniladi. Bunday nurlanishni, masalan, kvars lampa yordamida hosil qilish mumkin. Yer sirtiga etib keladigan quyosh nurlarida 0,29 mk dan qisqa to'liqli uzunlikli nurlar bo'lmaydi,

chunki bunday nurlarni atmosferaning yuqori qatlamlarida (12 km dan 50 km gacha balandliklarda) ozon (O_3) batamom yutib qoladi.

Fotokimyoviy reaksiya, deb yorug'lik ta'sirida bo'ladigan reaksiyalarga aytiladi. Bu holda foton ta'sirida molekula uyg'onadi yoki ionlashadi. Har qanday reaksiyadagi kabi fotokimyoviy reaksiya vaqtida ham fotonlar tashqi elektron qobiqlardagi elektronlar bilan ta'sirlashadi. Yutilgan energiya miqdori nurlanish tezligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Quyoshdan quvvat oladigan suv isitgich moslamalar quyosh kollektorlari orqali suv haroratini oshirish uchun quyosh nurlari energiyasidan foydalanadi. Shaffof qoplamali havo o'tkazmaydigan korpusli, qora rangga bo'yalgan, suv o'tkazgich naychalarga ega singdiruvchan metall plastina va korpusining orqa hamda yonbosh devorlarida issiqlikni yo'qotmaslik uchun izolyasiyalangan yassi quyosh kollektorlari kenng tarqalgan.

Quyosh kollektorlari orqali suv haroratini oshirish uchun unga konsentratorlar hamm qo'yilsa, suvning harorati ancha yuqoro bo'lishini olingan tajriba natijalar ko'rsatmoqda. Bundan tashqari quyosh nuridan quvvat oladigan cuv isitgichlar quyosh radiyasi etarli bo'lmaganida suvni isitish uchun etarli darajadagi issiqlik bilan ta'minlash maqsadida konsentratorlar bilan ham jihozlash mumkin.



9.10-rasm. *Issiqlik ni almashtirib beradigan qurilma o'rnatilgan va muzlashdan himoya langan quyoshdan quvvat oladigan suv isitgich.*

Quyosh niridan quvvat oladigan suv isitgich kollektori va konsentratorlarni quyosh energiyasidan to'liq foydalanishni ta'minlash uchun quyosh harakati traektoriyasiga muvofiq joylashtirilishi lozim. Odatda kollektorlar ufq burchagiga qarab joylashtirilganda ish samaradorligi yuqori bo'ladi. Negaki bunday holatda quyosh nurlari quyosh kollektorlari ustiga ko'proq tushadi. Quyosh kollektorlarining yo'nalishi o'rnatiladigan joyga qarab, oldindan hisob-kitob qilingan holda alohida aniqlanadi. Odatda quyosh kollektori qurilma joylashtirilgan joy kengligiga muvofiq ufq burchagi ostida o'rnatilganda maksimal unumdorlikka erishiladi.

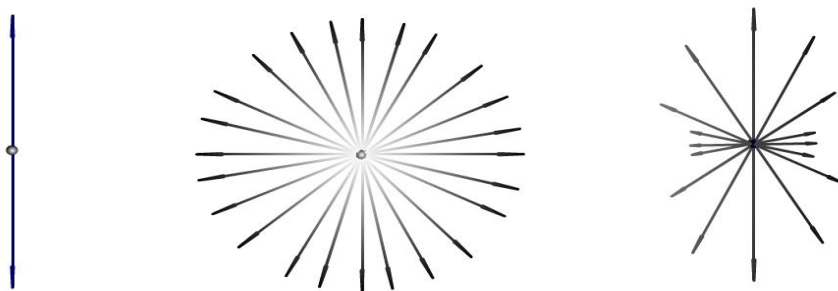
Yorug'likning qutblanishi, saxarometrlar va polyarimetrlar.

Qutblanish tekisligining buralish hodisasi. Alohida atom nurlagan yorug‘lik elektromagnit to‘lqin, ya’ni ikkita ko‘ndalang o‘zaro perpendikulyar to‘lqinlar to‘plamidan iboratdir; bulardan biri elektr (E elektr maydoni kuchlanganlik vektorining tebranishidan hosil bo‘lgan) to‘lqin va ikkinchisi magnit (H magnit maydoni kuchlanganlik vektorining tebranishidan hosil bo‘lgan) to‘lqin bo‘lib, ular yorug‘lik nuri deb atalmish umumiy to‘g‘ri chiziq bo‘ylab harakatlanadi.

Elektr tebranishlari hamma vaqt birgina va faqat birgina tekislikda bo‘ladigan nur (yorug‘lik) qutblangan nur (yorug‘lik), deyiladi; ravshanki, bunda magnit tebranishlari boshqa (perpendikulyar) tekislikda (yorug‘likning qutblanish teisligi deb atalgan tekislikda) bo‘ladi. Bu ta’rifdan alohida atomning nurlagan yorug‘ligi qutblangan yorug‘lik bo‘ladi (juda bo‘lmaganda bu atomning butun nurlanish davri davomida qutblangan) degan xulosa kelib chiqadi.

Tajriba va nazariy shuni ko‘rsatadiki, yorug‘likning moddaga kimyaviy, fiziologik va boshqa ta’sirlariga asosan elektr tebranishlari sabab bo‘ladi. Shuning uchun yorug‘lik to‘lqin (yoki nurni) tasvirlovchi rasmlarni soddalashtirish uchun, kelgusida biz faqat elektr tebranishlar haqida gapiramiz, bu tebranishlar bo‘ladigan tekislikni yorug‘lik tebranishlari tekisligi yoki sodda qilib tebranishlar tekisligi deb ataymiz.

Amalda biz hech qachon alohida bir atom nurlagan yorug‘likka duch kelmaymiz, chunki yorug‘lik sochayotgan har bir real yorug‘lik manbai tartibsiz nur sochuvchi, ya’ni tebranishlar tekisligi turlicha orientirlangan yorug‘lik to‘lqinlari chiqaruvchi ko‘plab atomlardan iborat bo‘ladi.



9.11-rasm. *Tabiiy va qutblangan nurlar.*

Bu to‘lqinlar bir-biriga qo‘shiladi, buning natijasida real (tabiiy) yorug‘lik manбайдan chiqayotgan har qanday nurga ko‘plab turli-tuman orientirlangan tebranish to‘siqlari mos keladi. Bunday nur (yorug‘lik) qutblanmagan yorug‘lik bo‘ladi va tabiiy nur (yorug‘lik) deb ataladi.

Odatda nur sochayotgan jismning tarkibidagi atomlardan har birining nurlanish intensivligi o‘rtacha olganda birday bo‘ladi; shuning uchun tabiiy yorug‘likda E vektorning amplituda qiymatlari barcha tebranish tekisliklarida birday bo‘ladi. Biroq shunday hollar ham bo‘ladiki, yorug‘lik nurida E vektorning amplituda qiymatlari turli tebranish tekisliklari uchun birday bo‘lmaydi; bunday

nur qisman qutblangan nur deb yuritiladi, unda tebranishlar asosan vertikal tekislikda sodir bo‘ladi.

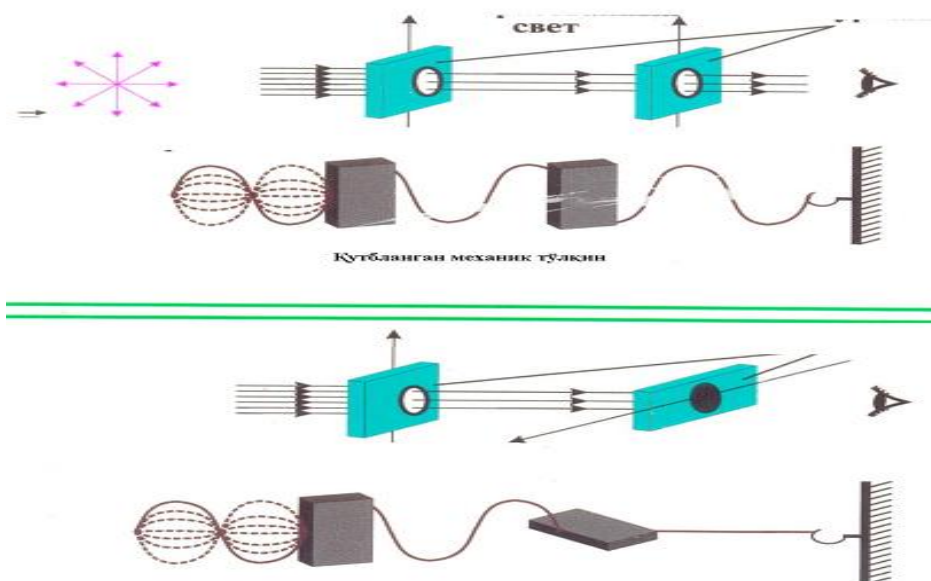
Qutblangan yorug‘lik tabiiy yorug‘likdan farq qilib, faqat intensivligi va rangi (λ) bilan emas, shu bilan birga tebranishlar tekisligining vaziyati bilan ham xarakterlanadi. Shuning uchun intensivligi va ranglari bir xil bo‘lgan nurlar bir-biriga ayniy emas. Biroq inson ko‘zi tebranishlar tekisligi turlicha bo‘lgan qutblangan nurlar orasidagi farqni ham, shuningdek, qutblangan nur bilan tabiiy nur orasidagi farqni ham seza olmaydi.



$$V = \lambda \cdot \nu$$

9.12-rasm. Yorug‘lik to‘lqinlari.

Tabiiy yorug‘likni qutblash, ya’ni uni qutblangan yorug‘likka aylantirish mumkin. Buning uchun shunday sharoitlar yaratish kerakki, bu sharoitlarda elektr maydonining E kuchlanganlik vektori muayyan aniq bir yo‘nalish bo‘ylab tebranadigan bo‘lsin. Masalan, tabiiy yorug‘lik elektr tebranishlarga nisbatan anizotrop bo‘lgan muhitdan o‘tganida shunday sharoit bo‘lishi mumkin. Kristallarning anizotrop bo‘lishi ma’lum. Shuning uchun yorug‘lik kristalldan o‘tganida qutblanishi mumkin. Haqiqatan ham, tajriba ko‘rsatadiki, ko‘pchilik tabiiy va sun’iy hosil qilingan kristallar o‘zlaridan o‘tayotgan tabiiy yorug‘likni qutblaydi.



9.13-rasm. Yorug‘likning qutblanishi.

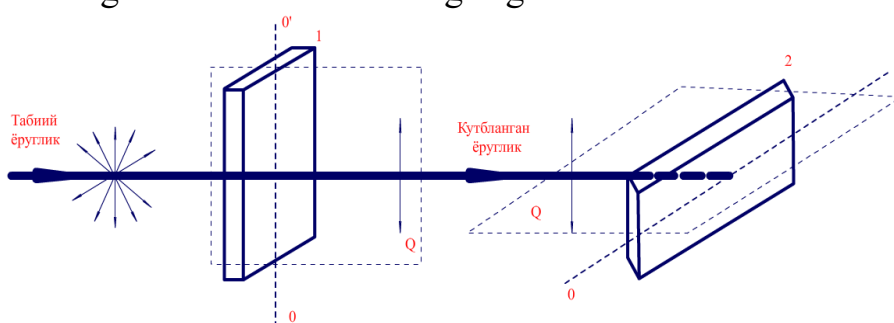
Kristalldan o'tayotgan yorug'likning qutblanishi protsessning fizik mohiyatini eng umumiy jihatdan mana bunday bayon qilish mumkin; maksvellning elektromagnit nazariyasiga muvofiq yorug'lik to'liqining o'zgaruvchan elektr maydoni kristall dielektrikda o'zgaruvchan qutblangan tokni, ya'ni kristall panjarani hosil qiluvchi zaryadlangan zarralar (atomlar, ionlar) ning o'zgaruvchan siljishini vujudga keltiradi. Qutblangan tok joul issiqligini ajratib chiqaradi; binobarin, kristallda yorug'lik energiyasi issiqlikka aylanadi.

Kristall anizotropiyasi tufayli uning zarralarining mumkin bo'lgan siljish kattaligi va demak, qutblangan tokning kuchi kristall panjaraning turli tekisliklarida bir xil bo'lmaydi. Zarralarning ancha katta siljishlariga mos bo'lgan tekislikda o'tuvchi yorug'lik to'liqini kuchli qutblangan tokni vujudga keltiradi va ushning uchun kristallda amalda to'la yutiladi. Agar yorug'lik to'liqini zarralarning kichik siljishlariga mos keluvchi tekislikda o'tsa, u hosil qilgan qutblash toki kuchsiz bo'ladi va kristalldan o'tganida unchalik yutilmaydi.

Shunday qilib, turli – tuman yo'nalishlarga ega bo'lgan tabiiy yorug'likning elektr tebranishlaridan kristall orqali faqat qutblash tokining minimumiga mos bo'lgan tekislikdagi tebranishlarga (yutilmasdan) o'tadi; qolgan tebranishlar biror darajada zaiflashadi, chunki kristall orqali faqat ularning shu tekislikka proeksiyalarigina o'tadi.

Natijada kristall orqali o'tgan yorug'likda elektr tebranishlar faqat bir aniq tekislikdagina bo'ladi, ya'ni yorug'lik qutblangan bo'lib qoladi.

Masalan, turmalin yorug'likni qutblaydigan tabiiy kristallarga kiradi. Kristallning OO' optik o'qiga parallel kesilgan 1 turmalin plastinkasi orqali o'tgan tabiiy nur batamom qutblanadi va faqat Q bosh tekislikda, ya'ni optik o'q va nur bo'lgan tekislikdagina elektr tebranishlarga ega bo'ladi.



9.14-rasm. *Turmalin kristalida nurning yo'li.*

Agar 1 plastinka orqasida optik o'qi shu 1 plastinkaning optik o'qiga perpendikulyar orientirlangan 2 turmalin plastinka joylashtirilgan bo'lsa, u holda ikkinchi plastinka orqali nur o'tmaydi (chunki uning elektr tebranishlari 2 plastinkaning bosh tekisligi Q ga perpendikulyardir). Agar 1 va 2 plastinkalarning optik o'qlari 90° ga farq qiluvchi biror α burchak tashkil qilsa, u holda yorug'lik 2 plastinkadin o'tadi. Biroq, 2 plastinka orqali o'tgan yorug'lik tebranishlarining E

amplitudasi bu plastinkaga tushuvchi yorug‘lik tebranishlarining E_0 amplitudasidan kichik bo‘ladi:

$$E = E_0 \cdot \cos \alpha$$

Yorug‘likning intensivligi yorug‘lik tebranishlarining amplitudasi kvadratiga proporsional bo‘lgani uchun

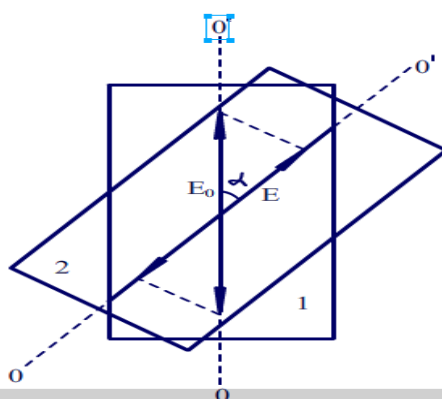
$$J = J_0 \cdot \cos^2 \alpha$$

Bu erda J_0 – plastinka va 2 ga tushayotgan yorug‘likning intensivligi, J – bu plastinka orqali o‘tgan yorug‘likning intensivligi, Bu munosabat Malyus qonuni deyiladi. Shunday qilib, 2 plastinkaning qutblangan nur atrofida burilishida bu plastinka orqali o‘tgan yorug‘likning intensivligini o‘zgartiradi; $\alpha = 0$ da intensivlik maksimum bo‘ladi, yorug‘likning to‘la so‘nishiga mos keladigan minimum esa $\alpha = 90^\circ$ da bo‘ladi. Tabiiy yorug‘likni qutblovchi 1 plastinka qutblagich (polyarizator), qutblangan yorug‘likning intensivligini o‘zgartirishga xizmat qilidigan (va shu bilan qutblanishni qayd qilidigan) 2 plastinka analizator deb ataladi. Bu ikki plastinkaning mutlaqo bir xil ekanligi (ularning o‘rinlarini almashtirish mumkin ekanligi) tushunarli; biz aytgan nomlar faqat plastinkalarning vazifasini xarakterlaydi. Turmalinning anchagina tanlab yutish qobiliyati bor ekanligini qayd qilish kerak; u asosan yashil yorug‘likni yutadi; bu turmalinning qutblagich (shuningdek, analizator) bo‘lishdagi nuqsonidir. Keyingi yillarda yorug‘likni qutblash uchun qutblagichlar (polyaroidlar) (qutblash filtirlari) keng ishlatilmoqda. Qutblagich – qalinligi 0,1 mm ga yaqin bo‘lgan shaffof polimer plyonka bo‘lib, unda ko‘plab mayda sun‘iy kristallchalar – qutblovchilar, masalan, gerapatit kristalchalari (yod xinin sulfati) bo‘ladi.

Gerapatit barcha kristallarining optik o‘qlari qutblagich (polyaroid) ni tayyorlash protsessida bir yo‘nalishda orientirlanadi. Qutblagich plyonkasi unchalik qimmat emas, juda elastik, yuzi katta, ko‘rinuvchi yorug‘likning barcha to‘lqin uzunliklarini deyarli birday (juda oz) yutadi.

Optik jihatdan aktiv moddalar deb ataladigan ba’zi moddalar o‘zlaridan o‘tayotgan qutblangan yorug‘likning elektr tebranishlari tekisligini buradi (aylantiradi). Bu hodisa qutblangan yorug‘lik tebranish tekisligining aylanishi deb yuritiladi. Qutblangan nur optik aktiv modda A orqali o‘tganda tebranishlar tekisligi Q nur atrofida Θ burchakka buriladi.

Optik aktiv jismlarga bir qator qattiq jismlar (kvars, kinovar, qand va shunga o‘xshashlar) va suyuqliklar (skipidar, qandning suvdagi eritmasi, nikotin, vinokislotasi va hokoza) kiradi.



9.15-rasm. Qutblanish tekisligining buralishini ko'rsatuvchi chizma

Tebranishlar tekisligini soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab (nurga qarshi qaraganda) aylantiradigan moddalar o'ngga aylantiruvchi, bu tekislikni qarama – qarshi yo'nalishda aylantiruvchi moddalar chapga aylantiruvchi moddalar deyiladi. Ko'pgina optik aktiv moddalar ikki turda - ham o'ngga aylantiruvchi, ham chapga aylantiruvchi ko'rinishda uchraydi.

Qutblangan yorug'likning tebranish tekisligining aylanishiga aktiv moddalar strukturalarining xususiyatlari (molekulalarning antisimmetrik tuzilganligi, na simmetriya markaziga va na simmetriya tekisligiga ega emasligi) sabab bo'ladi.

Solishtirma aylanish α yorug'likning to'lqin uzunligi λ ga bog'liq. Shuning uchun ayni bir aktiv moddaning o'zi turli uzunlikdagi to'lqinlarni turli burchaklarga buradi. Masalan, shakarqamish qandi eritmasining 1 dm qalinlikdagi qatlami 1 cm³ da 1g qand bo'lgan konsentratsiyada qizil yorug'lik ($\lambda = 0,656\mu\text{m}$) ning tebranishlar tekisligini 53°, sariq yorug'lik ($\lambda = 0,589\mu\text{m}$) ni 66,5° va yashil yorug'likning ($\lambda = 0,535\mu\text{m}$) tebranishlar tekisligini 82° ga buradi. Bu hodisa aylantirish dispersiyasi deyiladi. Odatda λ kamayganda α ortadi.

Optik aktiv moddalarning eritmaları konsentratsiyasini aniqlashning sodda va anchagina aniq usuli qutblangan yorug'likning tebranishlar tekisligining aylanishiga asoslangan;

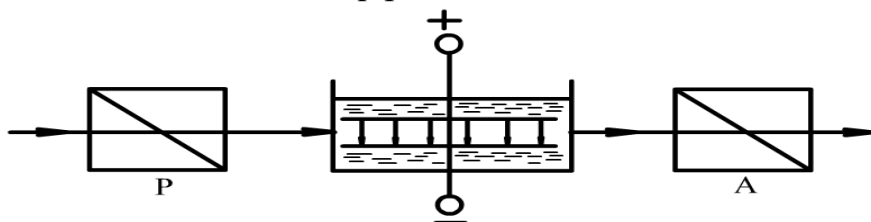
Kerr effekti va undan modda konsentratsiyasini aniqlashda foydalanish.

Yorug'likning ikkilanib sinash hodisasini tabiiy anizotrop kristallarda kuzatiladi. Ammo ko'pgina usullar yordamida sun'iy optik anizotropiya hosil qilish mumkin, ya'ni tabiiy izotrop moddalarda optik anizotropiya uyg'otiladi.

Optik izotrop moddalar optik anizotrop moddaga quyidagi ta'sirlar yordamida o'tadi:

- 1) Bir tomonlama siqish yoki cho'zish (qubik tizimga kituvchi kristallar, shisha va hokazolar),
- 2) Elektr maydoni ta'sirida Kerr effekti), suyuqliklar, amorf jismlar, gazlar),
- 3) Magnit maydoni ta'sirida (siyuqliklar, shisha kolloidlar).

1875 yilda Kerr o'zgarmas elektr maydon ta'siri ostida suyuq dielektrlarda suniy anizotropik hosil bo'lishini va bu mihitdan yorug'lik o'tganda nurning ikkilanib sinishi hodisasini kuzatdi. Bu effekt Kerrning *elektrooptik effekti* deyiladi. Kerr tajribasining mohiyati quyidagicha: Yassi plastinkali kondensator suyuq dielektrik ichiga solingan bo'lib, kondensator qoplamalari elektr toki ta'sirida bo'ladi.



9.15–rasm. Kerr effektini suyuqlikda ko'rsatuvchi qurilma.

Bunda P – qutblantirgich, A – analizator

Agar polyalizator va analizatorlarning qutblantiruvchi tekisliklari o'zaro tik bo'lsa, ya'ni P perpendikulyar A , elektr maydon bo'lmasa, muhit izotrop bo'ladi va ikkiga ajralib sinish hodisasi kuzatilmaydi. 9.15–rasmda suyuqliklarda Kerr effektini kuzatish uchun ishlatiladigan qurilma ko'rsatilgan. Kondensator plastikasi tushirilgan suyuqlik solingan (masalan, nitrobenzol) kyuveta Kerr yacheykasi o'zaro perpendikulyar polyarizator P va analizator A orasiga joylashtirilgan. Elektr maydoni bo'lmaganda yorug'lik tizimdan o'tmaydi. Agar o'zgarmas bir jinsli elektr maydon berilsa, suniy dielektrik suniy anizotropikka aylanib, yorug'likni shu muhitda ikkiga ajralib sinish hodisasi kuzatiladi, natijada P perpendikulyar A bo'lganda ham qutblangan yorug'lik A analizatordan o'tadi. Natijada E ekranda qutblangan oddiy va oddiy bo'lmagan nurlar interferensiyasini kuzatamiz.

Oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarning optik yo'llari orasidagi farq:

$$\Delta = l(n_e - n_o) = k l E^2 \quad (9.15)$$

bu formulada: k – Kerr doimiysi, l – nurning muhitdagi geometrik yo'l uzunligi (cm), E – elektr maydon kuchlanganligi. Kerr efektining fizik mohiyatini

P. Lanjeven va M. Bornlar tashqi elektr maydon ta'sirda muhit molikulalarining qutblanish jarayoniga asoslanib tushuntirib berdilar. Kerr kondensatori joylashtirilgan dielektrik muhit temperaturasi ko'tarilishi bilan qutblanish jarayoni buziladi va yuqorida qayd qilingan effect susayadi. Kerr effektidan fan va texnikada yuqori chastotali yorug'lik impulsini olishda, qisqa vaqtli ekspozitsiya fotografiya olish ishlari va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Dielektrik muhit magnit maydonga joylashtirilsa, suniy anizotropiya hosil bo'ladi. Bu effect Kerr effektiga o'xshash Kotton–Muton effekti deyiladi. Bu holda oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarning optik yo'llari farqi magnit maydonning kuchlanganligi kvadratiga proporsional bo'lib, quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Delta = l(n_e - n_o) = C l H^2 \quad (9.16)$$

bu yerda C – muhitning xossalriga bog'liq bo'lgan doimiy miqdor. Bu hodisaning fizik mohiyati Kerr hodisasining nazariyasiga o'xshaydi.

Mexanik ta'sirlar natijasida sun'iy anizotropiya shaffof jismlarda yuzaga keladigan kuchlanishlar (mexanik zo'riqishlar)ni o'rganishda ham ishlatiladi. Berilgan holda buyumning turli qismlaridagi deformasiya (masalan, chiniqtirish paytida shishadagi qoldiq deformasiya) darajasini undagi bo'yalishlarning taqsimotiga qarab aytish mumkin. Texnikada qo'llaniladigan materiallar (metallar) shaffof bo'lmagani uchun, kuchlanishni tekshirish odatda shaffof modellarda o'tkaziladi, so'ng esa y berilgan konstruktsiya uchun qayta hisoblanadi.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Yorug'likning yutilishi nima?
2. Yorug'likning sochilishini tushintiring.
3. Tabiiy yorug'lik, yassi qutblangan, qisman qutblangan va elliptic qutblangan yorug'lik deb nimaga aytiladi?
4. Amalda yassi qutblangan yorug'likni tabiiy yorug'likdan qanday farq qilish mumkin?
5. Ikkita qutblantirgich orqali o'tgan tabiiy yorug'lik intensivligi ikki martaga kamaygan. Qutblantirgichlar qanday joylashgan?
6. Bryuster burchagining qanday ahamiyati bor?
7. Byurster qonuni bajarilganda qaytgan singan nurlar o'zaro perpendikulyar bo'lishini ko'rsating.
8. Kristallning optik o'qi deb nimaga aytiladi? Ikki o'qli kristallar bir o'qli kristallardan nimasi bilan farq qiladi?

15-mavzu: Atom va yadro fizikasi.

Reja

1. Atom tuzilishi va nur chiqarishi. Rentgen nurlari, ularning olinishi, xossalari.
2. Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari.
3. Lazer nurlari, ularning xossalari va qo'llanilishi.
4. Atom yadrosi va uning tuzilishi. Massa defekti. Bog'lanish energiyasi.
5. Radioaktivlik. Nurlanish dozasi va uning o'lchov birliklari.
6. Radioaktiv yemirilish va uning asosiy qonuni. Nishonlangan atom usulidan qishloq xo'jaligida foydalanish.

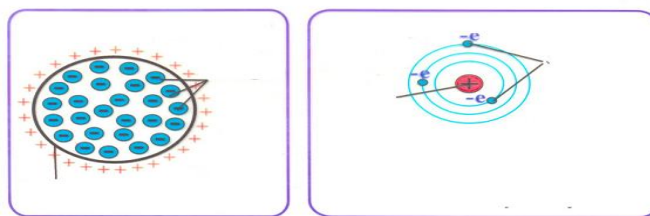
Atom haqida tushuncha. Asrimizning boshidayoq atom tarkibiga elektronlar kirishi aniq tasdiqlangan edi. SHu bilan birga atom zaryad jihatidan neytral zarracha ekanligi, atom statistika tizim sifatida turG'un bo'lishi mumkin emas, degan Irinshou teoremasiga ko'ra.

Rezerford eksperimental ravishda modda orqali o'tadigan alfa zarrachalarining sochilishiga doir tajribada isbot qildi.

α - zarracha tezligi – $10 \text{ km/sek} = 10\,000 \text{ km/sek}$. 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 o‘g‘ir va tez – zarrachalarning harakatini sezilarli darajada o‘zgartira olmaydi. Yadro yaqinidan o‘tgan zarrachalar keskin o‘g‘adi. Rezerford tajribalari yadroning o‘lchami 10^{-13} sm ni va yadro zaryadining kattaligini aniqlashga imkon berdi.

Bunda yadroning zaryadi $Q = e \cdot z$ e – elementar zaryad

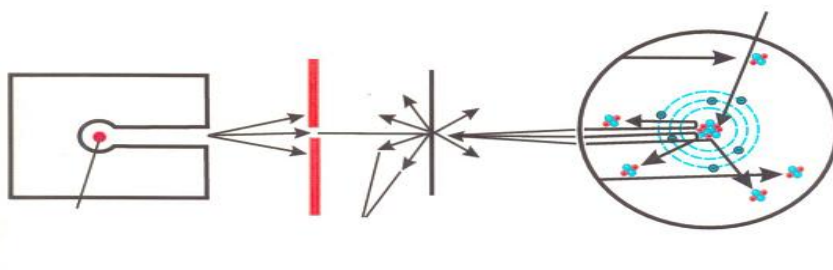
1. Atomning nur chiqarishi. Elektron yadroga, ya’ni orbitada $n=1$ da harakatlangan ($W = -13,55 \text{ e.v.}$) minimal energiyaga ega, eng uzoq orbita $n=\infty$ harakatlanganda maksimal energiya $W = 0$ bo‘ladi.

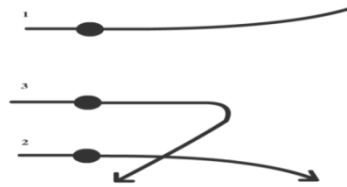
Masalan: Elektron ikkinchi orbitadan $n=2$ da birinchi orbitaga o‘tsa $n=1$ $W = h\nu_2 - 1 = -3,38 - (-13,55) = 10,17 \text{ e.v.}$

10,17 ev energiya kvanti chiqaradi va hokoza. Elektron uzoqroq orbitaga o‘z – o‘zidan o‘tish mumkin emas. Teskari 10,17 ev energiya yutsa, elektron 1-2 orbita o‘tadi. demak atom tamomila aniq, chastotada to‘lqinlarini chiqarish va yutish mumkin chiziqli spektr 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 bo‘la oladi. Atom bir energetik holatda boshqa energetik holatga o‘tishdan boshlanG‘ich 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 bo'yicha emas, balki aniq radiusli orbitalar bo'yicha harakatlana oladi.
2. Elektronlarning statsionar orbitalarda harakatlanishidan energiya chiqarish /yutish/ ruy bermaydi.
3. Elektronning bir statsionar orbitadan boshqasiga o'tishi aniq kvant energiyaning chiqarish /yoki yutish/ bilansidir bo'ladi.

$$h\nu = W_1 - W_2$$

Bu munosabat chastotalar sharti deyiladi.

SHunday qilib, atom chiqariladigan elektromagnit to'lqinlar chastotasi elektronlarning aylanish tezligi bilan emas, balkim atomlarning statsionar holatlari energiyalarning ayirmasi bilan aniqlanadi.

Pauli prinsipi: Bir – biriga chekli masofada bo'lgan elektr zaryadlarning turG'un statistik taqsimoti bo'lishi mumkin emas. Bu qoida Irinshou teoremasi bundan atomning turG'unligi 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

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right); n = 2, 3, 4.$$

$$\lambda = 0,656 \text{ mk} \text{ } ++++++$$

$$\nu = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ } \tilde{\text{A}} \text{ } \nu = 6,9 \cdot 10^{14} \text{ mk}$$

$$\lambda = 0,48 \text{ } \lambda = 0,410$$

$$\nu = 6,2 \cdot 10^{14} \text{ } \tilde{\text{A}} \text{ } \nu = 7,3 \cdot 10^{14} \text{ } \tilde{\text{A}}$$

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 Irinshou teoremasiga ko'ra.

Bunda elektron (-) zaryadi, atom tarkibidagi (+) zarracha bilan kompsiyanish 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'liqlarini uzluksiz nurlantirish kerak. Bundan harakatlanib asta – sekin yadroga qulab tushishi kerak, u klassik fizika nuqtai nazaridan atom tutash nurlanish spektfrini 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 boG'langan. 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 $n = 3, 4, 5, 6$,

$$R - \text{Ridberg doimiysi} = 3,28985 \cdot 10^{15} \text{ C}^{-1}$$

$$H_a \{ \lambda = 0,656 \text{ mk} \} \quad H\gamma \{ \lambda = 0,454 \text{ mk} \}$$

$$\{ \nu = 4,6 \cdot 10^{14} \tilde{\text{A}} \} \quad \{ \nu = 6,9 \cdot 10^{14} \tilde{\text{A}} \}$$

$$H\beta \{ \lambda = 0,48 \text{ H} \} \quad H\delta \{ \lambda = 0,410 \text{ mk} \}$$

$$\{ \nu = 6,2 \cdot 10^{14} \tilde{\text{A}} \} \quad \{ \nu = 7,3 \cdot 10^{14} \tilde{\text{A}} \}$$

2. 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 $n = 1$ $M = 2$ elektron bo'ladi.

L = qatlamda $n = 1$ $M = 8$ elektron bo'ladi.

M = qatlamda $n = 1$ $M = 1$ elektron bo'ladi.

Lyuminissensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari

Lyuminissensiya deb modda atom va molekulalarning yuqori energetik sathdan quyi sathga o'tishida moddaning shulalanishiga, ya'ni ko'rinadigan yorug'lik chiqarishga aytiladi. Modda atom va molekulalari 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.

Lyuminissensiyalanish 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 – rentgen nurlari bilan uyG' otiladi. Masalan: rentgen apparati ekranidagi tasvir.

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

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

5. Elektroluminissensiya – 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 spektri lyuminissensiyalanuvchi moddaning tabiatiga va lyuminissensiya turiga bog'liq. Yuqorida ko'rib o'tilgan lyuminissensiyalardan fotolyuminissensiya amalda ko'proq ahamiyatga ega, shu sababli uni mufassalroq qarab chiqamiz. Lyuminissensiya spektri va uning maksimumi uyG' otishda foydalanilgan spektorga nisbatan uzunroq to'liqlar 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 spektorning yoruG' lik to'liqlarining 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.

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'liqin 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'liqin 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_7^{14} yadrosini bombardimon qilib, $\alpha_2 + N_7^{14} \rightarrow O_8^{17} + H_1^1$ 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 momentning 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 $\sim 1\%$ 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 (v) 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. $1m.a.b = \frac{1}{12} {}^{12}C = \frac{1}{12} \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6,025 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-24} g.$ Massa

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- ${}^{12}C$ 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

$$E = mc^2 = 1,66 \cdot 10^{-24} g \cdot 9 \cdot 10^{20} \frac{sm^2}{s^2} = 14,94 \cdot 10^{-4} erg = 931,5 MeV$$

Yadro fizikasida massa va energiya eV (elektronvolt)larda o'lchaniladi.

$$1eV = 4,8 \cdot 10^{-10} CGSE \frac{1}{300} V = 1,6 \cdot 10^{-12} erg = 1,6 \cdot 10^{-19} J \quad \text{yoki}$$

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl \cdot 1V = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

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

$$T(2m_0c^2 + T) = p^2c^2$$

Alfa (γ) yemirilish.

α -yemirilish hodisasi shundan iboratki, ayrim elementlarning radioaktiv yadrolari o'z-o'zidan -zarralar chiqaradi. Tajribalarda α -yemirilish bilan boG'liq quyidagi dalillar aniqlangan:

a) Alfa-yemirilish faqat oG'ir yadrolar uchun o'rinli;

b) a-aktiv yadrolarning yarim emirilish davri 10^{-6} s dan 10^{17} yilgacha,

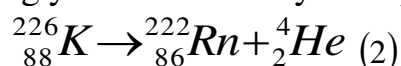
B) Bir moddaning yadrolaridan uchib chiquvchi α -zarralarning hammasi bir xil energiyali (2 MeV dan 9MeV gacha) bo'ladi;

g) Yarim yemirilish davri uchib chiquvchi α -zarralar energiyasiga boG'liq. - zarralar energiyasi qancha kichik bo'lsa, yarim yemirilish davri shuncha katta bo'ladi.

Nima sababdan atomlarning yadrolari α -zarralar chiqarib yemirilishini tushuntirish uchun a-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 oG'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 -zarraga birikishida ajraluvchi energiya bo'lishi mumkin..

Misol uchun, radiy yadrosining yemirilish reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

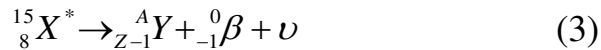


Betta (β) yemirilish.

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 Dm 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:

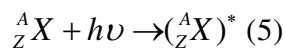


Yadrolardan β -yemirilish jarayonida chiquvchi elektronlar energiyasi n dan berilgan yadro uchun mumkin bo‘lgan maksimal qiymatgacha uzluksiz ravishda o‘zgarib turishi tajribalarda aniqlangan.

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‘lqin 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 γ -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 nurlarning tirik organizmga ta’siri. Dozimetriya. Yadro energiyasidan foydalanish sohalar.

Nurlanish kichik dozasi yutilganda katta biologik buzilishlar yuz berishi mumkin.

Nurlanish olgan obyektlarning ta’siri nfsilga ham o‘tadi. Shuning uchun nurlanishdan himoyalanih katta ahamiyatga ega.

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

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

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

Radioaktiv izotoplar medesinada 2 maqsadda ishlatiladi: diagnostika va davolashda. Diagnostika uchun nishonlangan atom usulida organizmning ma'lum qismiga izotop kiritiladi va o'sha qismning aktivligi aniqlanadi. M: izotop ${}_{53}\text{J}^{125}$ yoki ${}_{53}\text{J}^{131}$ hisoblagich yodning to'planishiga qarab diagnostika qilish mumkin. Xudi shunday izotopni o'simlik ildizlari yaqinidagi tuproqqa suv yoki havoning oqimiga tirik organizm to'qimalariga dvigatel moyiga kiritiladi. So'ngra hisoblagich yordamida kiritilgan izotopning ko'chishi kuzatiladi. Bu kuzatishlar natijalari analiz qilinib tekshirilgan sistemada o'tadigan jarayonlar to'g'risida ma'lumotlar olinadi.(boshqa birorta usul bilan o'rganib bo'lmaydigan).

"Fizika" 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' arbga, 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

yoʻnalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni 150 m pastga sudradi.

Daryoning kengligi $0,5\text{ km}$. 1) Daryo oqimining tezligi va 2) Qayiqning daryodan oʻtishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin.

1.8. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3 sek dan keyin yerga qaytib tushdi.

1) Jismning boshlanGʻ ich tezligi qanday boʻlgan? 2) Jism qanday balandlikka koʻtarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.9. Tosh 10 m balandlikka otilgan. 1) Tosh qancha vaqtdan keyin yerga qaytib tushadi? 2) Agar toshning boshlanGʻ ich tezligi ikki marta oshirilsa, u qancha balandlikka koʻtariladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.10. 300 m balandlikdagi aerostatdan tosh tashlangan. 1) Aerostat 5 m/sek tezlik bilan yuqoriga koʻtarilayotganda, 2) 5 m/sek tezlik bilan pastga tushayotganda, 3) aerostat bir joyda turgandagi hollarda toshning yerga tushguncha oʻtadigan vaqtni hisoblang. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.11. $9,8\text{ m/sek}$ boshlanGʻ ich tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan jism h balandligi va v tezligining t vaqtga boʻlganlanish grafigi chizilsin. Grafik 0 dan 2 sek gacha, ya'ni $0 \leq t \leq 2\text{ sek}$ gacha boʻlgan intervalda $0,2\text{ sek}$ dan oralaib tuzilsin.

1.12. Jism $h = 19,6\text{ m}$ balandlikdan boshlanGʻ ich tezliksiz tushmoqda.

1) Jism oʻz harakatining birinchi $0,1\text{ sekunda}$ qancha yoʻl oʻtadi? 2) Oxirgi $0,1\text{ sekunda}$ -chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.13. Jism $h = 19,6\text{ m}$ balandlikdan boshlanGʻ ich tezliksiz tushmoqda.

1) Jism oʻz yoʻlining birinchi 1 metrini qancha vaqtda bosib oʻtadi? 2) Yoʻlning oxirgi 1 metrini -chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.14. Erkin tushayotgan jism oʻz harakatining oxirgi sekunda butun yoʻlning yarmini oʻtadi. 1) Jismning qanday h balandlikdan tushayotgani va 2) yerga tushguncha ketgan vaqt topilsin.

1.15. A jism v_1 boshlanGʻ ich tezlik bilan yuqoriga otilgan vaqtda, h balandlikdan $v_2=0$ boshlanGʻ ich tezlik bilan B jism pastga tushib keladi. Agar 19 jismlar bir vaqtda harakatlangan boʻlsa, A va B jismlar orasidagi x masofaning t vaqtga boʻlganlanishi topilsin.

1.16. Metropoliten ikki stansiyasining oraliGʻ 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 buGʻ 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 m/s² 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 $v_0=2$ m/s boshlanG' ich tezlik va o'zgarmas a_1 tezlanish bilan harakat qiladi. A jism $v_0=12$ 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?

3-Mavzu: Suyuqliklar mexanikasi.

Topshiriqlar.

Silindrsimon idishning asosida $d=1$ sm diametrli doiraviy teshik bor. Idishning diametri $D=0,5$ m. Idishdagi suv sathining pasayish tezligi v ning suv sathining balandligi h ga bo'lganlanishi topilsin. $H=0,2$ 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) $h_1 = 25$ sm va $h_2 = 16$ sm, 2) $h_1=16$ sm va $h_2 = 25$ 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 $h_2 = 2$ sm balandlikda idishning K jo'mragi bor. Truba a ning pastki uchi idish tubidan: 1) $h_1 = 2$ sm, 2) $h_1 = 7,5$ sm va 3) $h_1 = 10$ sm ga teng oraliqda bo'lgan hollarda K jo'mrakdan oqib chiqayotgan suvning tezligi topilsin.

5.4.5. Balandligi $h = 1$ 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 $h=1$ 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 $h = 8,3$ 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 $\Delta h=10$ 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 oG‘ irligidan necha marta katta?

5.4.11. Dinamik yopishqoqligi $1,2 \cdot 10^{-4}$ g/sm·sek, ga teng havodagi $d=0,3$ 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.

5-Mavzu: Ideal gaz molekulyar –kinetik nazariyasi.Real gazlar. Topshiriqlar.

Silindrsimon idishning asosida $d=1$ sm diametrli doiraviy teshik bor. Idishning diametri $D =0,5$ m. Idishdagi suv sathining pasayish tezligi v ning suv sathining balandligi h ga boG‘ lanishi topilsin. $H=0,2$ 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 2 sm² 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.

6-Mavzu: Termodinamika asoslari.

Topshiriqlar.

7.5.79. 100C temperaturada 10g kislorod $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ 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 10^5 N/m^2 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'garmas bosimdami).

7.5.85. Yopiq idishda 10^5 N/m^2 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. $V = 2 \text{ l}$ hajmli yopiq idishda zichligi $\rho = 1,4 \text{ kg/m}^3$ ga 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. $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ 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°C bo'lgan $6,5\text{ g}$ 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..

7-Mavzu: Elektrostatika. Elektr maydoni.

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

$r=10\text{ sm}$; $\varepsilon=1$.

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.

8-Mavzu: O'zgarmas tok qonunlari.O'zgaruvchan tok.

Topshiriqlar.

12.9.60. 2,22.10-10 Kl zaryadga ega bo'lgan sovun pufakchasi gorizontol yassi kondensatorning maydonida muallaq turibdi. Pufakchanning 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 oraliqni 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 oraligi 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. Elektron107 kondensatordan uchib chiqib ketmasligi uchun maksimal boshlang'ich tezligi v_0 qanday bo'lishi kerak? Bu masala α -zarracha uchun ham yechilsin.

10-Mavzu: Elektromagnit induksiya hodisasi.Moddalarning magnit xususiyatlari.

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'amining 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 potensial tushishining tashqi qarshilikka bog'liqlik grafigi chizilsin. Tashqi qarshilik $0 \leq R \leq 10 \text{ Om}$ 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 potensialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin.
- 10.15. Elementning elektr yurituvchi kuchi 1,6 V ta, ichki qarshiligi 0,5 Om ga teng. Tok kuchi 2,4 A bo'lganda elementning f.i.k. qancha bo'ladi?
- 10.16. Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 V ga teng, tashqi qarshilik 1,1 Om bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potensialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

11-Mavzu: Elektr tokning 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'altakni qarshiligi $R=10,8 \text{ Om}$, mis simning og'irligi $P=3,41 \text{ kG}$. 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 $35,8 \text{ Om}$ 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 $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ 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 $6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ga teng. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin.
- 10.9. Mis simli g'altak chulg'amining qarshiligi 14°C da 10 Om ga teng. Tokka ulangandan keyin cho'lg'amning qarshiligi $12,2 \text{ Om}$ ga teng bo'lib qoladi. Cho'lg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ 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 potensialning tushishi topilsin.
- 10.11. Ampermetr 3 A ni ko'rsatadi; $R_1=4 \text{ Om}$, $R_2=2 \text{ Om}$, $R_a=4 \text{ Om}$ (19-rasm); R_1 , R_2 va R_3 qarshiliklarida potensialning 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 potensialning tushishi, 3) elementning ichidagi potensialning tuzilishi, 4) element qanday foydali ish koeffitsient bilan ishlashi topilsin.

10.13. Oldingi masaladagi zanjir uchun tashqi zanjirdagi potensial tushishining tashqi qarshilikka bog'liqlik grafigi chizilsin. 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 potensialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin.

10.15. Elementning elektr yurituvchi kuchi 1,6 V ta, ichki qarshigi 0,5 Om ga teng. Tok kuchi 2,4 A bo'lganda elementning f.i.k. qancha bo'ladi?

10.16. Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 V ga teng, tashqi qarshilik 1,1 Om bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potensialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

12-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'zg'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'lganishi 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 sho'nG' igan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yo'nalishida ko'radi?
- 19.15.17.** YoruG' lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to'la ichki qaytishning limit burchagi 420 ° . Skipidardagi yoruG' likning tarqalish tezligi qancha?
- 19.15.18.** Suv to'ldirilgan stakan ustiga qalin shisha plastinka qo'yilgan. Suv bilan shishaning bo'linish sirtidan to'la ichki qaytish ro'y berishi uchun yoruG' lik nuri plastinkaga qanday burchak bilan tushishi kerak? Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,5$.
- 19.15.19.** 10 sm balandlikka qadar suv bilan to'ldirilgan idishnig tubiga nuqtaviy yoruG' lik manbai joylashtirilgan. Suv ustida tiniq bo'lmagan doiraviy plastinka markazi yoruG' lik manbai ustida turadigan holda suzib yuribdi. Birona ham nur suv sirtidan chiqmasligi uchun mazkur plastinka qanday eng kichik radiusga ega bo'lishi kerak? 175
- 19.15.21.** Ba'zi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun

sindirish ko'rsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha –havo chegarasiga tushganida to'la ichki qaytish limit burchaklari topilsin.

19.15.23. Monoxromatik nur sindirish burchagi 400 bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5. Prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yo'nalshidan oG' ishi topilsin.

19.15.24. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 250 ga oG' ib chiqadi. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,7. Prizmaning sindirish burchagi topilsin.

13-Mavzu: Yorug'likning yutilishi. Yorug'likning qutblanishi.

Topshiriqlar.

1. Tabiiy yorug'lik dielektrik ko'zgudan qaytganda Frenel formulasi o'rinli bo'ladi:

$$I_{\perp}=0,5I_0[\sin(i-r)/\sin(i+r)]^2,$$

va

$$I_{\parallel}=0,5I_0[\operatorname{tg}(i-r)/\operatorname{tg}(i+r)]^2.$$

Bunda $I_{\perp}$ --qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; $I_{\parallel}$ --qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga parallel yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; I_0 -tushaytgan tabiiy yorug'lik intensivligi; i -tushish burchagi va r -sinish burchagi.

2. Agar $i+r=90^0$ bo'lsa, $I_{\parallel}=0$ bo'ladi. Bu holda dielektrik ko'zguning i tushish burchagi n sindirish ko'rsatkichi bilan $\operatorname{tgi}=n$ munosabatda bog'langan (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 45^0 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 30^0 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 $42^037'$ 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 $n_0=1,66$ 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 poliyarizator bilan analizatorning bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak nimaga teng? Yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

8. Tabiiy yorug'lik polyarizator 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, analizatordan chiqqan nur polyarizatorga 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° burchak bilan tushayotganda 1) qaytish koeffitsiyenti va qaytgan nurlarning qutblanish darajasi, 2) singan nurlarning qutblanish darajasi aniqlansin.

14-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 da 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 -obyektiv bilan okulyar fokuslari o'rtasidagi masofa, D_1 va D_2 – obyektiv bilan okulyarning optik kuchlari.

8. Teleskopning kattalashtirishi

$$k = \frac{F_1}{F_2}$$

bunda F_1 -obyektivning 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?

15-Mavzu: Atom fizikasi 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'liq uzunlik 0,016 Å bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

24.19.3. Simob yoyining quvvat 125 Vt. Quyidagi to'liq 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 $\lambda=5200$ Å bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun elektron qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

24.19.5. Elektronning harakat miqdori to'liq uzunligi $\lambda=5200$ Å 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 $t=0,5$ min vaqt ichida $S=2$ sm² maydonchadan olib o'tadigan harakat miqdori $P\Phi=3 \cdot 10^{-4}$ g·sm/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 $\lambda=5,89 \cdot 10^{-4}$ 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‘lqin uzunligiga rentgen o‘lchov birligini qo‘llash mumkinligini aniqlang.

24.19.10. Harakat miqdori 200C haroratdagi vodorod molekulasi 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 2750Å. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng?

24.19.14. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 2750Å ga teng. 1) Shu metall dan elektron chiqayotganda bajarilgan ish, 2) to‘lqin uzunligi 1800Å 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 metakning fotoeffekti tushayotgan yorug‘lik chastotasi $6 \cdot 10^{14}$ 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. Spektarning 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'liq uzunligini toping.

Laboratoriya mashg'ulotlari uchun o'quv materiallari.

Laboratoriya ishi №1.

TALABALARGA AYRIM MASLAHAT VA KO'RSATMALAR. TAJRIBA XATOLIKLARINI ANIQLASH

1. Hayot faoliyati va texnika xavfsizligi bo'yicha asosiy qoidalar

- 1.1. Talabalar xotirjam, sekin, intizom va tartibni saqlashlari, fizika laboratoriya xonasiga kirishlari va chiqishlari kerak.
- 1.2. Har bir talaba shaxsiy gigiena qoidalariga va sanitariya me'yorlari talablariga rioya qilishi, ish joyini toza saqlashi, laboratoriya ishlari va laboratoriya amaliy ishlarini bajarish tartibiga rioya qilishi shart.
- 1.3. Fizika fanidan laboratoriya va amaliy ishlarni olib borishda xavfsizlik qoidalari bo'yicha yo'riqnoma talablariga qat'iy rioya qilishlari kerak.
- 1.4. Fizika fanidan laboratoriya ishlarini olib borishda talabalarga quyidagi xavfli va zararli omillar ta'sir qilishi mumkin:
 - elektr jihozlari bilan ishlashda elektr toki urishi;
 - suyuqliklarni va turli fizik jismlarni qizdirganda termik kuyishlar;
 - laboratoriya idishlari va undan tayyorlangan asboblarga ehtiyotsizlik bilan munosabatda bo'lish natijasida qo'llarning kesilishi
- 1.5. Fizika laboratoriya xonasida bo'lganingizda, yong'in xavfsizligi qoidalariga va elektr jihozlari bilan ishlash qoidalari rioya qilishingiz kerak.

- 1.6. Talabalarga professor–o'qituvchining ruxsatisiz laboratoriyadagi jihozlarga yaqinlashish va ulardan foydalanish yoki elektr ulagichlariga tegishi taqiqlanadi.
- 1.7. Laboratoriya xonasidagi o'tish joylarini portfel, sumkalar bilan to'sib qo'yish, o'quv stollari va stullarni ko'chirish taqiqlanadi.
- 1.8. Esda tutingki, har bir talaba o'z ish joyining holati va unga joylashtirilgan laboratoriya jihozlarining xavfsizligi uchun javobgardir.
- 1.9. Fizika fani o'qituvchisining ruxsatisiz laboratoriya asbob-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 asboblari va jihozlarni olmang.
- 3.6. Hech qanday asbob yoki laboratoriya jihozlarini fizika laboratoriya xonasidan olib chiqmang yoki olib kirmang.
- 3.7. Izolyatsiyadan mahrum bo'lgan tok o'tkazgich elementlari (sim) ga tegmang.
- 3.8. Ish paytida siz tasodifan elektr mashinalarining aylanadigan qismlariga tegmasligingizga ishonch hosil qiling.
- 3.9. Tajribalarni o'tkazishda o'lchov asboblari haddan tashqari yuk tushishiga yo'l qo'ymang.
- 3.10. Izolyatsiya qilingan tutqichli asboblardan foydalaning.
- 3.11. Agar qurilmada nosozlik aniqlansa, darhol o'qituvchiga xabar bering.
- 3.12. Fizika laboratoriya xonasida ovqatlanmang va spirtli ichimliklar ichmang.
- 3.13. Agar siz jarohat olgan bo'lsangiz yoki o'zingizni yomon his qilsangiz, darhol fizika o'qituvchingizga xabar bering.
- 3.14. Uskunaning ishlashidagi har qanday nosozliklar haqida fizika o'qituvchisiga xabar berish kerak.
- 3.15. Laboratoriya asbob-uskunalari 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 ishlating.
- 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, voltmeter, vattmetr va h.z. kiradi.

O'lchov o'zgartirgichlari – bevosita o'lchash yoki kuzatish imkoniyatiga ega bo'lmagan fizikaviy kattaliklarni o'lchashga yoki kuzatishga qulay bo'lgan shakldagi kattaliklarga o'zgartirib berish vazifasini bajaruvchi texnik vositalardir. Bularga shuntlar, kuchlanish taqsimlagichlar, transformatorlar, termoelektrik

termometrlar, termorezistorlar, tenzorezistorlar, induktiv o'zgartirgichlar va h.z. kiradi.

Elektr o'lchov qurilmalari – o'zaro ulangan o'lchov vositalari va qo'shimcha qurilmalar to'plamidan tashkil topgan texnik vositalar bo'lib, ular axborotlarni avtomatik tarzda olishga, uzatishga va ishlab chiqishga mo'ljallangandir.

O'lchash natijalarining olinish yo'liga qarab barcha o'lchashlar bevosita va bilvosita o'lchash turlariga bo'linadi. O'lchanadigan kattalikni uning o'lchov birligida darajalangan texnik vosita yordamida to'g'ridan-to'g'ri o'lchashga (masalan, tok kuchini ampermetr yordamida o'lchashga) **bevosita o'lchash** deyiladi. O'lchanadigan kattalikni to'g'ridan-to'g'ri o'lchamasdan, balki shu kattalik bilan biror aniq ko'rinishdagi matematik ifoda orqali bog'langan boshqa kattaliklarni bevosita o'lchab, so'ngra shu ifodadan uni hisoblab aniqlashga **bilvosita o'lchash** deyiladi. Masalan, o'zgarmas tok zanjirining biror qismidagi kuchlanish va tok kuchini voltmeter va ampermetr yordamida bevosita o'lchab, so'ngra shu qism qarshiligini $R=U/I$ ifodadan bilvosita hisoblanadi.

O'lchash prinsipi va vositalariga bog'liq holda o'lchash usullari bevosita va taqqoslab o'lchash usullariga bo'linadi. **Bevosita o'lchash usulida** o'lchanadigan kattalik shu kattalikka darajalangan o'lchov asbobining ko'rsatishi bo'yicha aniqlanadi (masalan, qarshilikni ommetr bilan o'lchash). Bu usul eng sodda o'lchash usuli bo'lib, o'lchash aniqligi nisbatan pastroqdir. **Taqqoslab o'lchash usulida** o'lchanadigan kattalik shu kattalik etaloni bilan taqqoslanib aniqlanadi (masalan, galvanik elementning EYuKi, normal elementning EYuKi bilan taqqoslanib aniqlanadi; jism massasi namuna toshlar bilan solishtirilib tarozida aniklanadi va h.z.). Taqqoslab o'lchash usuli nisbatan murakkabroq usul bo'lsada, u yuqori aniqlikka ega bo'lgan usuldir.

Taqqoslab o'lchash usullari o'z navbatida nol, differensial va almashlash usullariga bo'linadi.

Nol usul – o'lchanadigan kattalikni uning etaloni bilan solishtiriladigan usul bo'lib, bunda o'lchanadigan va etalon kattaliklar orqali maxsus indikatorga qarama-qarshi signal yuboriladi va indikator ko'rsatkichi nolga keltiriladi. Bunga muvozanatli ko'priklarda (masalan, Uitsen ko'prigida) 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'priklarda o'lchashni ko'rsatish mumkin. U holda noma'lum qarshilik ko'priklarning yelkalarining aniq qarshiliklari orqaligina emas (nol usuldagidek), balki indikator ko'rsatishi orqali aniqlanadi.

Almashlash usuli – oʻlchanuvchi kattalik X uning etaloni X_0 bilan solishtiriladigan usul boʻlib, oʻlchash qurilmasida X – kattalik oʻzgaruvchan X_0 – bilan almashtiriladi. Etalon X_0 qiymati oʻzgartirilishi natijasida qurilmadagi oʻlchash asboblarning koʻrsatishi X – kattalik ulangan paytdagi koʻrsatishiga erishiladi. Natijada $X=X_0$ boʻladi. Bunga misol qilib koʻprik sxemaning bir yelkasiga oʻlchanadigan qarshilik va rostlanadigan namuna qarshilikni navbatma-navbat (almashlab) ulab elektr qarshilikni oʻlchash usulini koʻrsatish mumkin. Barcha usullar ichida almashlash usuli eng aniq usuldir, chunki bu usulda oʻlchash natijalariga qurilmadagi oʻlchov asboblarning oʻlchash xatoligi taʼsir qilmaydi.

7. Xatoliklarning turlari va ularni aniqlash

7.1. Xatoliklarning turlari

Fizikaviy kattaliklarni tajribada absolyut aniq oʻlchash mumkin emas. Chunki har qanday oʻlchashda qandaydir xatolikka yoʻl qoʻyiladi. Fizikaviy kattalikning oʻlchangan qiymati va uning haqiqiy qiymatlari orasidagi chetlanishga **oʻlchash xatoligi** deyiladi. Barcha xatoliklar ikkita katta guruhga - sistemali va tasodifiy xatoliklarga boʻlinadi.

7.1.1. Sistemali xatoliklar. Sistemali xatoliklarning quyidagi turlari mavjud:

1) **Oʻlchash asboblarning xatoligi.** Bu xatolik oʻlchash asboblarning nomukammal loyihalanishi, notoʻgʻri darajalanishi va h.k. sabablar tufayli paydo boʻladi.

2) **Tajriba qurilmasining xatoligi.** Bu xatolik qurilmaning, xususan undagi oʻlchov asboblarning eng qulay joylashmaganligi (masalan, asboblarning stolga yoki devorga noqulay oʻrnatilish holati, issiqlik, magnit yoki elektr maydonlari manbalariga yaqin oʻrnatilishi va h. z.) tufayli yuz beradi.

3) **Tajriba oʻtkazuvchining subyektiv xatolari.**

4) **Tajriba usuli xatoligi.** Bu xatolik tajriba usulining yetarli darajada nazariy asoslanmaganligi yoki unda taqribiy formulalardan foydalanganligi tufayli yuz beradi. Hisob formulasidagi baʼzi bir fizikaviy kattaliklarning, fizik doimiylarning va matematik doimiylarning (π , e) qiymatlarini jadvaldan yaxlitlab olinganda ham sistemali xatolikka yoʻl qoʻyiladi.

Sistemali xatoliklar takroriy oʻlchashlarda oʻzgarmay qoladi yoki muayyan qonuniyat boʻyicha oʻzgarib turadi. Oʻzgarmay qoladigan xatolik oʻlchash natijasini faqat bir tomonga oshiradi yoki kamaytiradi.

Yuqoridagi aytilganlarga asosan, oʻlchashlar sonini oshirish bilan sistemali xatoliklardan qutilib boʻlmaydi, degan xulosaga kelish mumkin. Oʻlchash asboblari va tajriba usuli nazariyasini mukammallashtirish, tajriba qurilmasini eng qulay oʻrnatib va katta eʼtibor bilan tajriba oʻtkazilsa, nihoyat oʻlchash

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 qilar 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 oralig'i** deyiladi. O'lchangan kattaliklarning shu ishonch oralig'ida mavjud bo'lish ehtimoliyatiga **ishonch ehtimoliyati** (Z) yoki qiqacha **ishonchlilik** deyiladi.

Ishonch oralig'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:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X_t}{\bar{X}} = \frac{t_{PN} S_{\bar{X}}}{\bar{X}}$$

Nisbiy xatolik oʻlchanuvchi 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 koʻrsatadi. Eritmalar deb keng maʼnoda, tashqi koʻrinish 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 eritmalariga oʻtkazishdan iboratdir. Oʻsimliklar yer qatlamidan ozuqa moddalarni faqat eritma holatida qabul qiladi. Eritmalarning konsentratsiyasi odatda eritma oGʻ irligining 100 qismida erigan modda oGʻ irligi miqdorini koʻrsatadi. Eritma zichligi SI sistemasida kg/m^3 , SGS da g/sm^3 larda oʻlchanadi. Eritma zichligini bilgan holda uning konsentratsiyasini aniqlash uchun jadval yoki grafikdan foydalanadi.

Mashq 1. Eritma konsentratsiyasini piknometr yordamida aniqlash.

Piknometr aniq hajmli idish. Piknometr hajmini bilgan holda, uning ichidagi suyuqlik massasini oʻlchab, 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

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

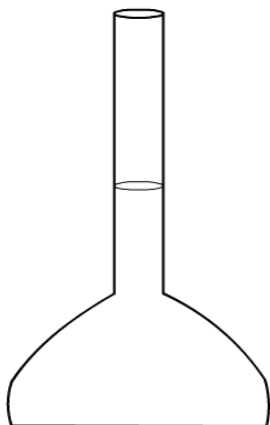
Ishni bajarish tartibi.

1. Bo'sh piknometr massasi m aniqlanadi. Piknometr toza va quruq bo'lishiga e'tibor bering.

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

1 – jadval

T/r	m	m_1	t	ρ_1	Konsentratsiya									
					5%		10%		15%		20%		X%	
					m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2	m_2	ρ_2
1														



2														
3														

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

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

Mashq 2. kartoshkada kraxmal konsentratsiyasini aniqlash.

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

2 – jadval

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

Ishni bajarish tartibi

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

3 – jadval

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

Sinov savollari

1. Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi ?
2. Eritma konsentratsiyasi va zichligi orasida qanday bog`lanish bor ?
3. Eritmaning konsentratsiyasi piknometr yordamida qanday aniqlanadi?
4. Kartoshkada kraxmal konsentratsiyasi qanday aniqlanadi ?
5. Eritmalarning qishloq xo`jaligida qanday ahamiyati bor ?
6. Kraxmal xalq xo`jaligining qaysi sohalarida ishlatiladi ?

Laboratoriya ishi № 3

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**

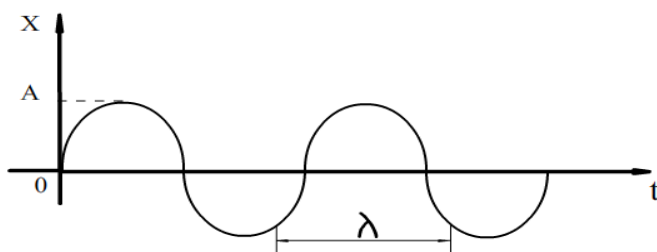
deyiladi. (1-rasm). Jismning bir to‘liq tebranishi uchun ketgan vaqtga **tebranish davri** deyiladi.

Haqiqatdan ham

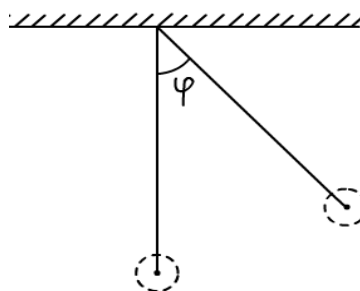
$$X = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = A \sin\left[\frac{2\pi}{T}(t + T) + \varphi_0\right] \quad (2)$$

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‘laniladi. 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'lmashligi uchun tajribada oG' ish burchagini 13^0-15^0 deb olinadi va (5) formuladan foydalaniladi.

Asbobning tuzilishi: Asbob uchta oyoqqa o'rnatilgan shkalali taxtadan iborat bo'lib, taxtaning yuqori qismida mayatnik ipini osish uchun gorizontall taxta maxkamlangan. Matematik mayatnikning uzunligi shu gorizontall taxtaga o'rnatilgan G' altak yordamida o'zgartiriladi va vertikal taxta shkalasi bilan o'lchanadi. Mayatnikning ma'lum bir uzunligi tanlangandan keyin G' altak gorizontall 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 $10^0 - 15^0$ 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 o'ralgan G' altak aylantirilib, uning dastlabki holatiga 10 sm qo'shiladi. Shundan keyin xuddi yuqoridagidek tebranishlar soni n_2 va t_2 ga ketgan vaqt o'lchanadi va ℓ_2 uzunlikdagi mayatnikning tebranish davri

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

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

1-jadval

T/r	ℓ_1	t_1	N	T_1	ℓ_2	t_2	T_2	g	$g_{o'r}$	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 xo'jaligida qanday ahamiyati bor.

Laboratoriya ishi № 4.

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 molekularning zichligi gaz molekularnikiga qaraganda bir necha barobar katta. Molekulalar orasidagi masofa taxminan bitta molekula diametriga teng bo'ladi, deb faraz qilish mumkin. Binobarin, suyuqlik molekulari gazlarniki kabi erkin harakat qila olmaydi. Ular qo'shni molekular orasida tebranma harakat qilib, "o'troq" xayot kechiradi, vaqti – vaqti bilan tartibsiz ravishda o'z o'rinlarini o'zgartirib turadi. Suyuqlik molekularining 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 molekular hisobiga sodir bo'ladi.

Molekulalarning bunday “sakrab” o‘tishi kamroq sodir bo‘lgani uchun suyuqliklarning ichki ishqalanish ko‘ffitsiyenti 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 ko‘ffitsiyenti 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 ko‘ffitsiyenti, $\frac{dv}{dx}$ -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 ko‘ffitsiyentidan tashqari uning hajm birligidagi nisbati bilan belgilanadigan kinematik ishqalanish ko‘ffitsiyenti ham ishlatiladi, u quyidagicha yoziladi.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

Suyuqliklarning ichki ishqalanish ko‘ffitsiyentlari viskozimetrlar yordami bilan o‘lchanadi. Shuningdek, ishqalanish bilan bogliq bo‘lgan yana bir necha usullardan foydalanib ichki ishqalanish ko‘ffitsiyenti 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)

$$F = P - (F_A + F_{uu\kappa}) \quad (4)$$

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 ko‘ffitsiyentiga 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 ko‘ffitsiyentini aniqlash imkoniyatini beradi (6) tenglikga Arximed kuch

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g$$

ogirlik kuchi $P = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_u g$

va Stoks kuchi (5) qiymatlarni qo'yib ichki ishqalanish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2}{9} (\rho_u - \rho_c) \frac{gr^2}{v} = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{gd^2}{v} \quad (7)$$

bu yerda r-sharchaning radiusi, ρ_c va ρ_u mos ravishda suyuqlik va sharcha materialining zichliklari, d-sharchaning diametri.

Sharcha ℓ masofani vaqtda bosib o'tsa, uning o'zgaras tezligi $v = \frac{l}{t}$ bo'ladi, u holda (9) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{gd^2 t}{l} C d^2 \cdot t \quad (8)$$

bu yerda $C = \frac{1}{18} (\rho_u - \rho_c) \frac{g}{l} \quad (9)$

O'lchash natijalarni hisoblash

1. Shisha idish devorlarga qo'yilgan belgilar orasidagi masofa cho'zgich yordamida o'lchanadi, sharcha va suyuqlikning zichligi qurilmadan yozib olinadi.
2. (11) ifodadan muayyan tajribaga bogliq doimiy "S" hisoblanadi.
3. Suyuqlikka tushiriladigan sharchaning diametri 0.01mm aniqlikda o'lchanadi, bu sharcha pinsent yordamida mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin holatda tashlanadi.
4. Sharchaning suyuqlikdagi belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti aniqlanadi.
5. Tajriba 8-10 ta sharcha uchun takrorlanadi.
6. (10) ifodadan ichki ishqalanish koeffitsiyenti hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

№	$l,$ 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. $\delta = \frac{\bar{\eta} - \eta_{\mathcal{K}}}{\eta_{\mathcal{K}}} \cdot 100\%$ ifodadan tajriba xatoligi hisoblanadi. $\eta_{\mathcal{K}}$ - ichki ishqalanish koeffitsiyentining jadvaldan olingan qiymati.

SINOV SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish ko'effitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Ichki ishqalanish ko'effitsiyentini aniqlashda
3. Stoks usulining mohiyatini tushintiring.
4. (10) formulani keltirib chiqaring.
5. Ichki ishqalanish ko'effitsiyentini qanday parametrga bogliq?
6. Yopishqoqlik ko'effisientining tirik organism uchun ahamiyati.
7. Yopishqoqlik ko'effisientining temperaturadan bog'liqligi.

№ 5– LABORATORIYA ISHI

TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINI REZONANS USULI YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: to'liqin hodisalar, tovush to'liqinlari, turg'un to'liqinlar bilan tanishish. Tovush to'liqinining 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'liqinlar** deb ataladi. Bir davr yordamida tebranishlar tarqaladigan masofa **to'liqin uzunligi** deb ataladi.

Bir davr davomida λ masofaga siljishi sabali, uning tezligi

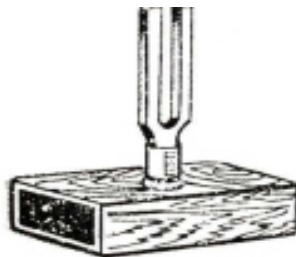
$$g = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

Formula bilan ifodalanadi. Bu yerda T – tebranishlar davri. Quyidagi

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

kattalik **to'liqin chastotasi** deb ataladi.

Chastotasi 17-20 dan 20000 Hz gacha bo'lgan to'liqinlar eshitish organlariga ta'sir qiladi. Bunday to'liqinlar **tovush to'liqinlar** 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'liq 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 soljima yidigan 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'liqin to'g'ri keladi. Tarqaluvchi to'liqinning uzunligi esa ikkita turg'un to'liqin uzunligiga teng:

$$\lambda = 2(a_2 - a_1) \quad (3)$$

$$\lambda = a_2 + a_1 \quad (4)$$

Mazkur ishda tovush to'liqinining uzunligi va tezligi rezonans truba porshenining vaziyatini tovushni kuchaytiradigan qilib tanlash orqali aniqlanadi.

Rezonans truba yupqa devorli bir uchi ochiq yoki karton truba l 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 eshutilishiga 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'liqin uzunligini va ν 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:

$$g = g \pm \Delta g;$$

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'lqinlarining havodagi va suvdagi to'lqin uzunligi qanday? Havoda tovushning tarqalish tezligi 0°C haroratda 332 m/s, suvda esa 1400 m/s.

№ 6– LABORATORIYA ISHI

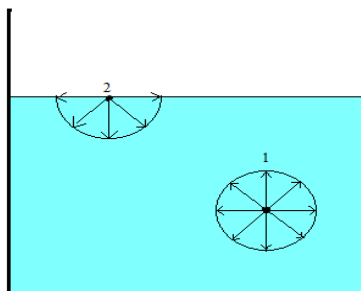
TOMCHI UZULISH USULI YORDAMIDA SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: sirt taranglik kuchi, ko'effitsienti 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 ko'effitsientini 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 koeffitsientini temperaturaga, bosimga va suyuqlik bilan chegaradosh bo'lgan muhitga ham bog'liqdir. Masalan, 0 °C da suvning havo bilan chegarasidagi sirt taranglik 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 suyuqlikning naychadan oqib tushish tezligiga



2-rasm. Tomchining uzilishi

bog'liq. Agar u 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 koeffitsienti ma'lum bo'lgan suyuqlik, ikkinchisiga esa xuddi shu hajmdagi sirt taranglik koeffitsientini 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 koeffitsienti 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.

№	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 № 7

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 metereologiyada 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 m^3 havodagi grammlar bilan hisoblangan suv bug‘larining massasiga absolyut namlik deyiladi. Uni α bilan belgilaymiz va mm.sim.ust. da o‘lchanadi.

Ma‘lum temperaturada 1 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 temmpuratura 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.

Av gust 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 termometrtning ko'rsatishiga qaraganda ho'l termometr batistida suvning bug'lanish temperaturasi 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 termometrtning 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.

№ 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. Psixrometlar va gigrometrlarda namlikni o'lchash tartibini tushuntiring.
6. Havo namligini o'lchashning qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini ayting.

Laboratoriya ishi №9

Aralashtirish yo'li bilan jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.

Mashg' ulotning maqsadi: Solishtirma issiqlik sig'imi 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.

$$Q_1 = m_1 c_1 (\Theta - t) \quad (4)$$

$$Q_2 = m_2 c (\Theta - t) \quad (5)$$

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'lchanadi.
4. Tekshirish kerak bo'lgan qattiq jism massasi tarozida o'lchanib, 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 kolorimetrga 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	№	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'lchanadi?
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.

№9- 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 $100-150\ \Omega$ atrofida), milliampermetr, voltmetr, kalit va ulovchi simlar.

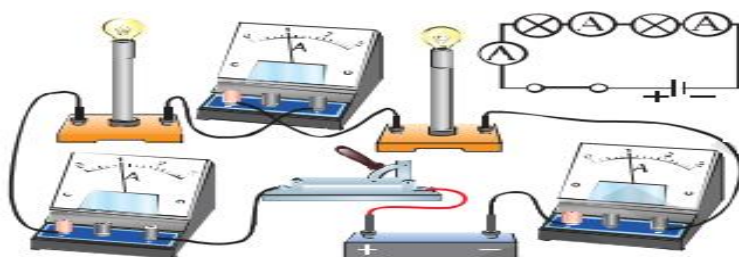
Qisqacha nazariya.

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

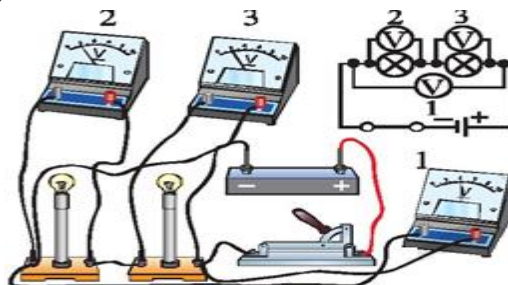
Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo‘lsa, ulardan o‘tayotgan tok kuchlari ham bir-biriga teng bo‘ladi:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n.$$

(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:

$$R=R_1+R_2. \quad (7)$$

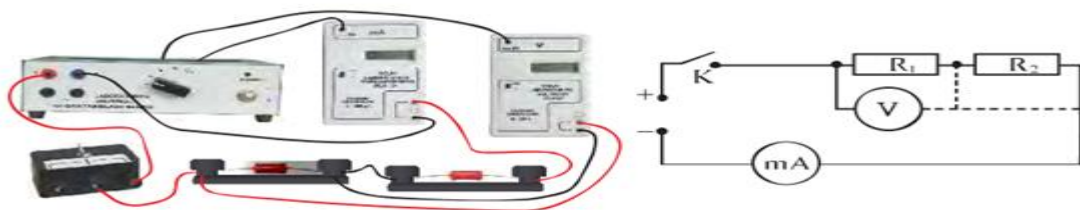
Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi o'tkazgichlarning to'liq qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R=R_1+R_2+\dots+R_n \quad (8)$$

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 voltmeter 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 qonuniyatlaming bajarilishini tekshiring.

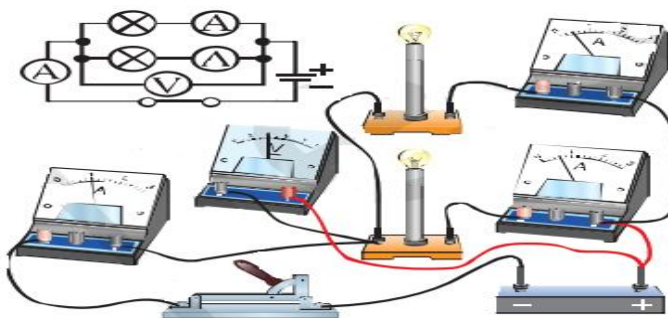
2. O'tkazgichlarni parallel ulash

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, voltmeter, 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.

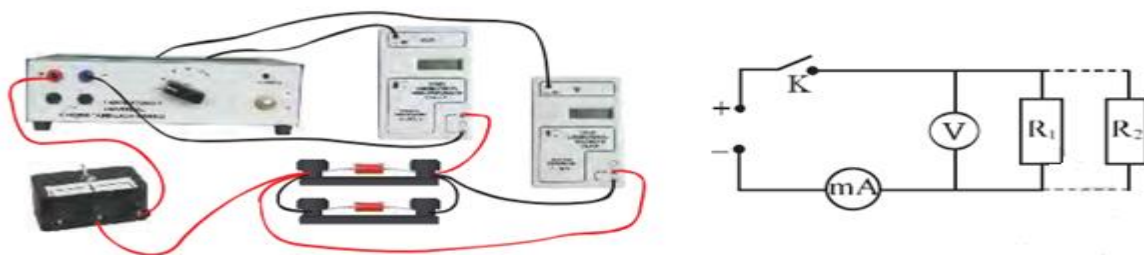
Bu uchala formulani (11) ga qo'yib quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \text{ yoki } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

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.

No	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?

№10- 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 metalldan 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 metalldan tashqariga chiqarish uchun shu elektr maydonining ta’sir kuchiga qarshi bajariladigan ishga **elektronning metalldan 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.

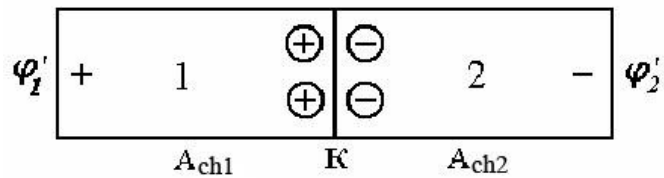
Turli xil metallarni bir-biriga tekkizilganda (1-rasm) vujudga keladigan potentsiallar ayirmasiga kontakt potentsiallar ayirmasi deyiladi.



1-rasm

Kontakt potentsiallar ayirmasining paydo bo‘lishi quyidagicha izohlanadi: Agar ikki turli metall bir-biriga jips holda tekkizilsa, ularning bir-biriga tegib turgan sirlari orqali metalldagi erkin elektronlarning kontakt orqali diffuziyasi yuz beradi. Elektronlarning metallar kontakti chegarasi orqali diffuziyalanish 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→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:

$$\Delta\phi = \Delta\phi_1' - \Delta\phi_2'' = -\frac{A_{ch1} - A_{ch2}}{e} + \frac{k_B T}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (5)$$

Bu **Volta qonunining** 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 temperaturalar 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 temperaturalar 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 ($\Delta N_{12K2} = N_{12K2} - N_{21K2}$) 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 temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional ekan. (6) dagi proporsionallik koeffitsiyentiga **Zeebek koeffitsiyenti** yoki **solishtirma termoEYuK** deb ataladi.

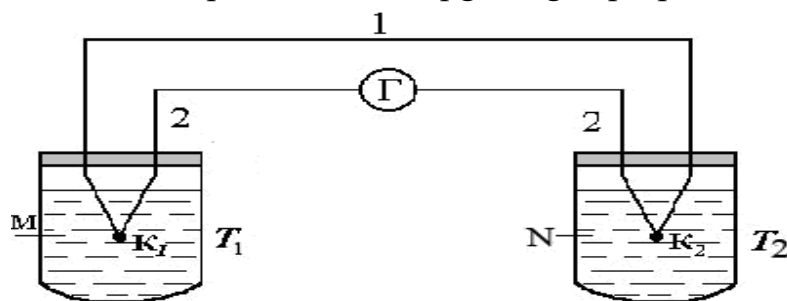
$$\alpha = \frac{k_B}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad (7)$$

Termoelektr hodisasidan juda past va juda yuqori temperaturalarini o'lchashda foydalaniladi. Shu maqsadda tayyorlangan asbobga **termopara** deb ataladi. Termoparaning kavsharlangan bir uchi (kontakti) o'zgarmas 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.

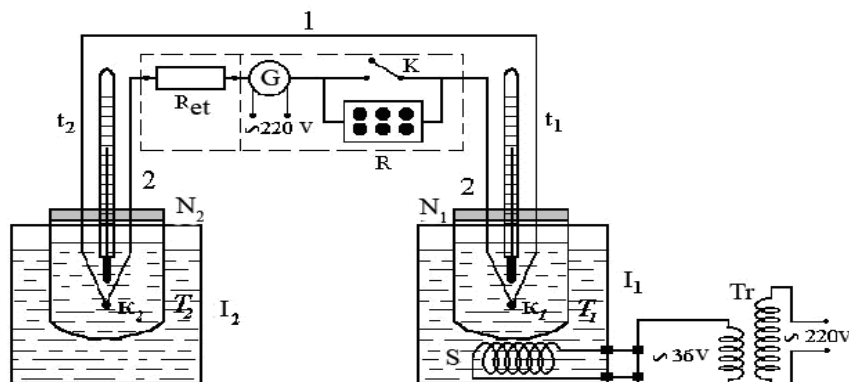


4-rasm

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 [$J = \phi(\Delta T)$] 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 temperaturasi 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 $T_1 = \text{const} > T_2$ temperaturasida K – kalit qo'shiladi ($R=0$). Shunda mikroampermetr quyidagi tok kuchini ko'rsatadi:

$$J_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = CN_1 \quad (8)$$

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:

$$J_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + R_1} = CN_2 \quad (9)$$

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:

$$\mathcal{E} = C \frac{N_1 N_2}{N_1 - N_2} R \quad (10)$$

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 temperaturasini 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.

1. 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 – temperaturalarini) yozib oling.
2. 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.
3. Termoparaning K_1 va K_2 – kavsharlarining temperaturalarini farqi $\Delta t = t_1 - t_2$ ni har safar $5-10^\circ C$ ga oshgandagi t_1 – temperaturalarini 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.	$t_2, ^\circ C$	$t_1, ^\circ C$	$t_1 -$	$N,$	$J = CN, A$
-----------	-----------------	-----------------	---------	------	-------------

t/b raq.			t_2 , °C	bo'lim	
.					

C – galvanometr doimiysi ($R_{et}=100$ Om bo'lganda, $C=1,15 \cdot 10^{-6}$ A/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 millimetr ga 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) sovutib. 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 ajratib. 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 – temperaturasi yana ikkita qiymatga (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'lchash. 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	α , 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.

№11- 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'ring 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:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (2)$$

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

$$\bar{U} = \frac{U_{\min} + U_{\max}}{2} = \frac{U_{\max}}{2} = \frac{a\tau}{2} = \frac{F\bar{\tau}}{2m} = \frac{eE}{2m} \bar{\tau} \quad (4)$$

Agar buni (3) ifodaga qo'ysak quyidagini olamiz:

$$\vec{j} = \frac{ne^2}{2m} \bar{\tau} \cdot \vec{E} = \gamma \vec{E} \quad (5)$$

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 metall 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 temperaturasini $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0^\circ\text{C} = t = 1^\circ$ ga oshirganda, uning elektr qarshiligining 0°C dagi qarshiligiga nisbatan oshgan ulushini $\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)$ aniqlaydi.

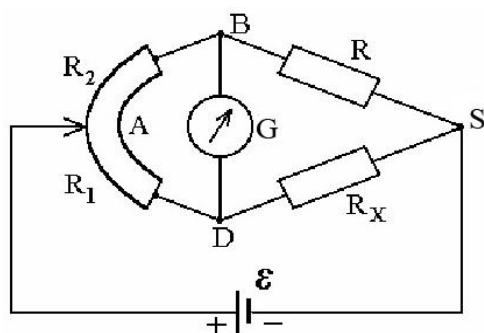
Metall elektr qarshiligining fizik ma'nosi, uni vujudga keltiradigan sabablar majmuasidan kelib chiqadi: 1) panjara tugunlaridagi ionlarning tebranma harakati $[\rho(t)]$, 2) begona aralashma atom yoki ionlarning panjarada (tugunlarda yoki tugunlar orasida) mavjud bo'lishi (ρ_a), 3) panjaraning mexanik 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



1-rasm

o'lchanadi. Uning prinsipial elektr sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

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”, “TIM-MB-IIM”) va ko‘prik yelkalari qarshiliklarini o‘zgarishiga yordam beradigan dastalar (M va R), hamda ko‘prikning 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

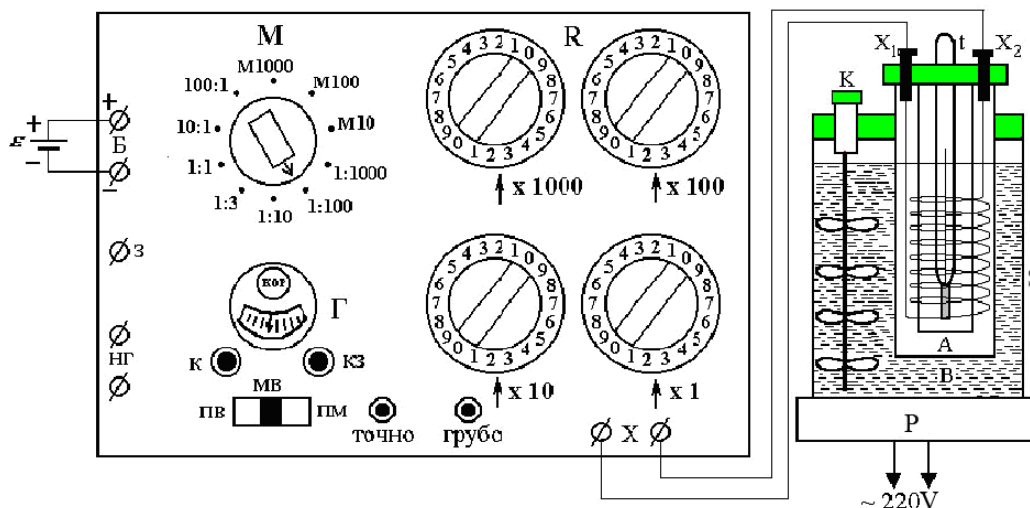
1-rasmdagi ko‘prik taqqoslovchi BS – yelkasining R – qarshiligi vazifasini, umumiy qarshiligi 9999 Om bo‘lgan, R -qarshilik magazini bajaradi. U dekadali 4 ta qarshilikdan tashkil topgan bo‘lib, ularning aylana asosli buragichlari ko‘prik panelidagi “X1000”, “X100”, “X10” va “X1” yozuvlar yoniga chiqarilgan. Ko‘prikning DS – yelkasiga o‘lchanadigan R_x – qarshilikning uchlarini 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 silindirsimon 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 temperaturasi 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.

1. 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).
2. YMB ko'prigining qo'llanmasin o'qib o'rganing va uni quyidagi tartibda kirishib ishga tayyorlang. Ish rejimi ulagichi "PB-MB-ПМ"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 galvanometr kirishi qisqa tutashtirilib, uning strelkasi tinchlantiriladi).
3. 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'priknin "Грyбo" 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.
4. 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.

5. 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.

№12 LABORATORIYA ISHI

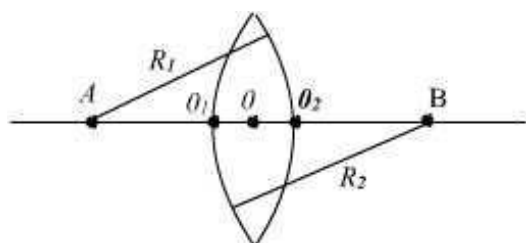
LINZALARNING BOSH FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

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

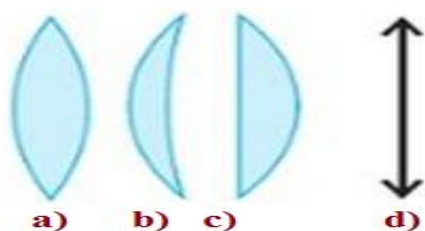
Linza. Linzaning optik kuchi. Ikkala tomonni sferik sirtlar bilan chegaralangan shaffof jism **linza** deb ataladi. Odatda linzalar shishadan tayyorlanadi. Linzalardan birining yon tomondan ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



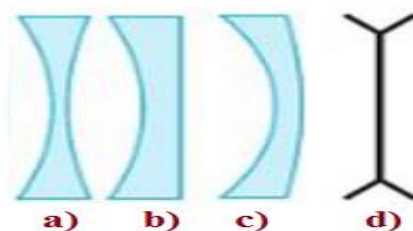
1-rasm

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. O_1O_2 qalinlikdagi sferik sirtlarining egrilik radiuslari R_1 va R_2 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-rasmda 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, rasmda) keltirilgan.

O'rtasi chekkasiga nisbatan yupqaroq 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 kesishdi. 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 1dioptriyaga 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.

$$D_m = (n - n_m) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

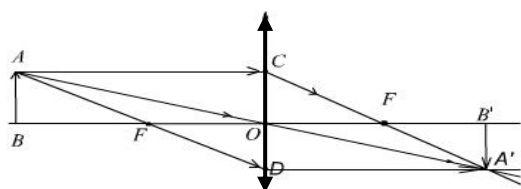
Agar linza havoda turgan bo'lsa ($n_m=1$), uning optik kuchi

$$D = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

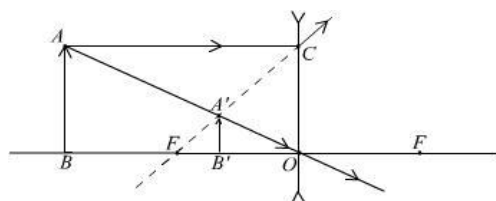
ifoda orqali hisoblanadi.

Linzada tasvir yasash. Yupqa linza formulasi. Biror to'g'ri chiziq 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 linza 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 hususiy 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.

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.

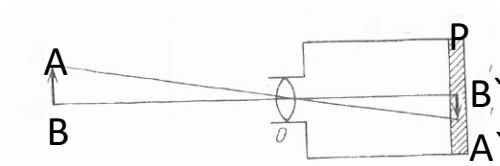
Ikkinchi tur asboblari bevosita inson ko'ziga yordamchi bo'lib, ular buyum tasvirini yaqinroq, aniqroq, kattalashtirib ko'rsatishda xizmat qiladi. Bu asboblari lupa, mikroskop, teleskoplardan iborat.

Quyidagi optik asboblardan ba'zilarining tuzilishi va vazifasi bilan qisqacha tanishamiz.

Proeksion apparat. 8-rasmda proeksion apparatning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Proeksion 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 orqasiga 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. Proeksion 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.



9-rasm

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:

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{OB}{OB'} \quad (7)$$

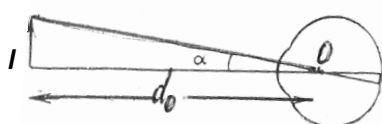
Lupa. Lupa-kichik fokusda ikki yoqlama qavariq linzadir. Lupadagi linzaning fokus masofasi, odatda, 1sm dan 10 sm gacha bo'ladi.

Eng yaxshi ko'rish masofasida(normal ko'z uchun eng aniq ko'rish masofasi 25sm 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:

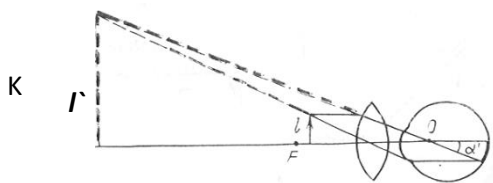
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{d_0} \quad (8)$$

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 (4-rasm). Bu holda ko'rinish burchagi:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{l}{F} \quad (9)$$



10-rasm



11-rasm

Lupaning kattalashtirishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Gamma = \frac{d_0}{F} \quad (10)$$

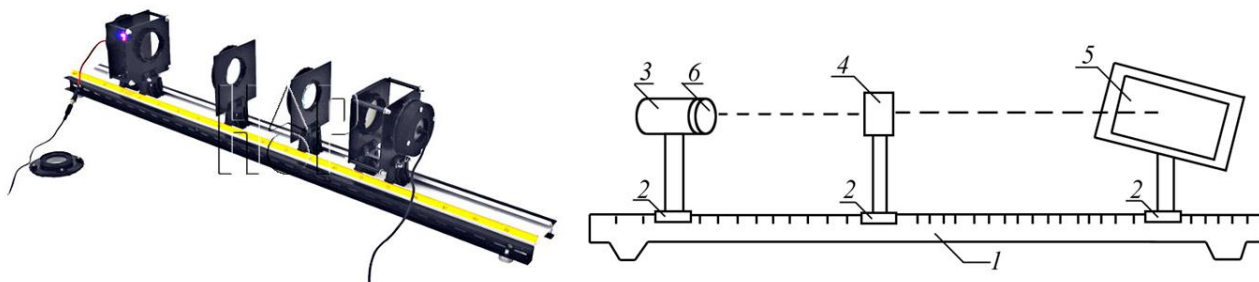
bu yerda d_0 - jismni aniq ko'rish masofasi, F -linzaning fokus masofasi

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 yaxshiji 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.

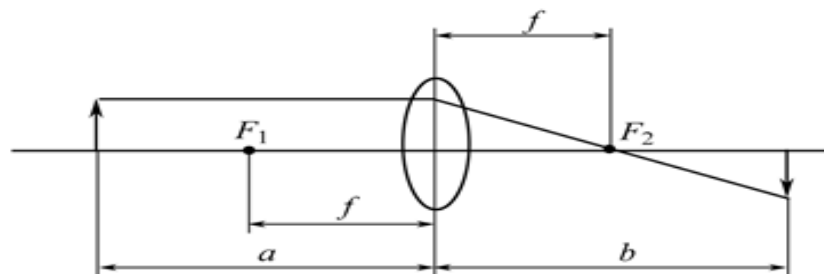


12 – rasm. Tajriba qurilmasi

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)

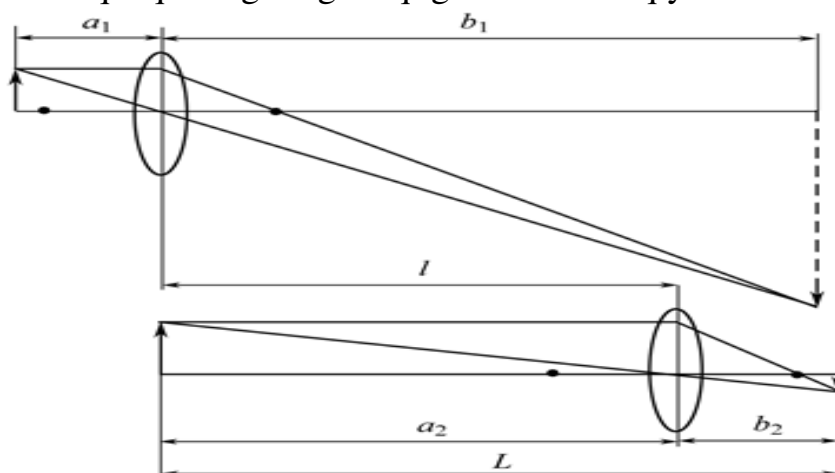
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} \quad (11)$$

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'ektivning aniq tasvirlari ekranda olinadi (bir holatda kattalashtirilgan, ikkinchisida kichraytirilgan). Ikkala holatda ham ekrandagi ob'ektivning 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'LCHASH TEXNIKASI VA METODIKASI

1. Ekranni yoritgichdan yetarlicha uzoq masofaga o'rnatib. 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 taglik (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 1 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

- Ekran va yoritgich orasidagi optik taglik (skameyka) ga yig'uvchi linzani o'rnatish. Uning yordami bilan ekranda ob'ektning kichraytirilgan tasvirini oling.
- Ushbu ekran holatiga mos keladigan x_1 masshtab bo'linmasini yozing.
- 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.
- Optik skameykada sochuvchi linzaning (aniqrog'i, uning optik markazi) holatiga mos keladigan x_2 masshtabli bo'linmasini yozing.
- (25) formula yordamida a va b masofalarning qiymatlarini aniqlang. Tajribani kamida uch marta takrorlang. O'lchov natijalarini quyidagi jadvalga kiriting.
- (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

- 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?

№13 LABORATORIYA ISHI

SHISHANING SINDIRISH KO`RSATKICHINI MIKROSKOP

YORDAMIDA ANIQLASH

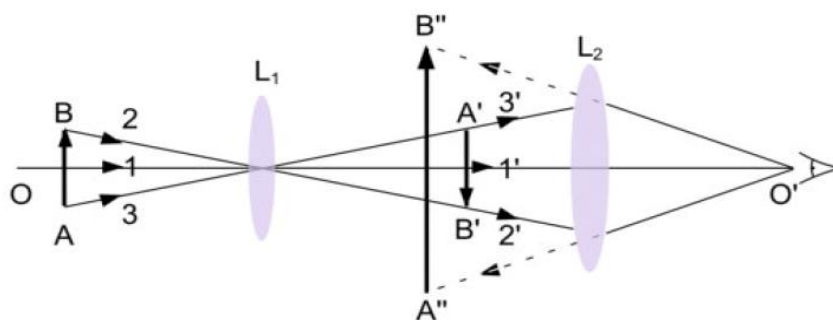
Ishning maqsadi: mikroskopning tuzilishini o'rganish, shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlash, yorug'likning sinish qonunini o'rganish.

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'ladi. 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:

$$\Gamma_{ob} = \frac{\Delta}{f_1} \text{ ob'ektivning kattalashtirish,}$$

$$\Gamma_{ok} = \frac{L_0}{f_2} \text{ okulyarning kattalashtirish.}$$

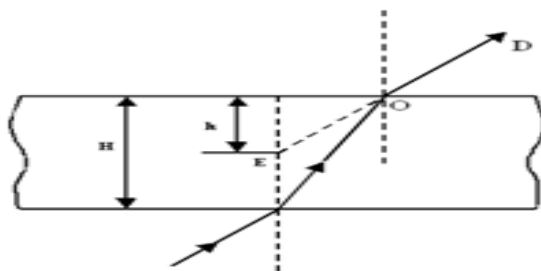
Mikroskop bilan qaraganda, alohida ikki nuqta bo'lib ko'rinishga, ya'ni jismning ajratila olinadigan ikki nuqtasi orasidagi eng kichik masofaga *ajrata olish chegarasi* deyiladi.

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'liq 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 $A=1,43\text{\AA}$ 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 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.

No	H_i	h_i	n_i	$\bar{n}$	Δn	$\Delta \bar{n}$	$\frac{\Delta \bar{n}}{\bar{n}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							

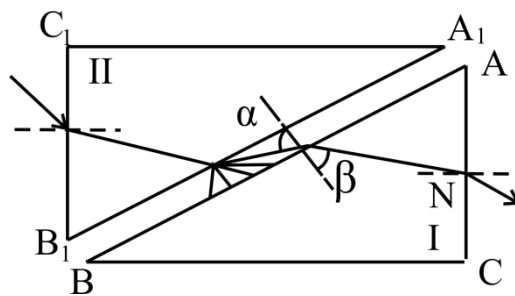
Nazorat uchun savollar:

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?

LABORATORIYA ISHI № 14

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'g'lik manbaidan 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 prizmagacha 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 β ham oshib boradi. Sinish burchagi 90° bo'lgandagi tushish burchagining maksimal qiymati ga chegaraviy burchak deyiladi. $\beta = 90^\circ$ va $\sin \beta = 1$ ni hisobga olib (1) – formuladan qo'yidagini hosil qilamiz:

$$\sin \alpha = \frac{N}{n} \quad (2)$$

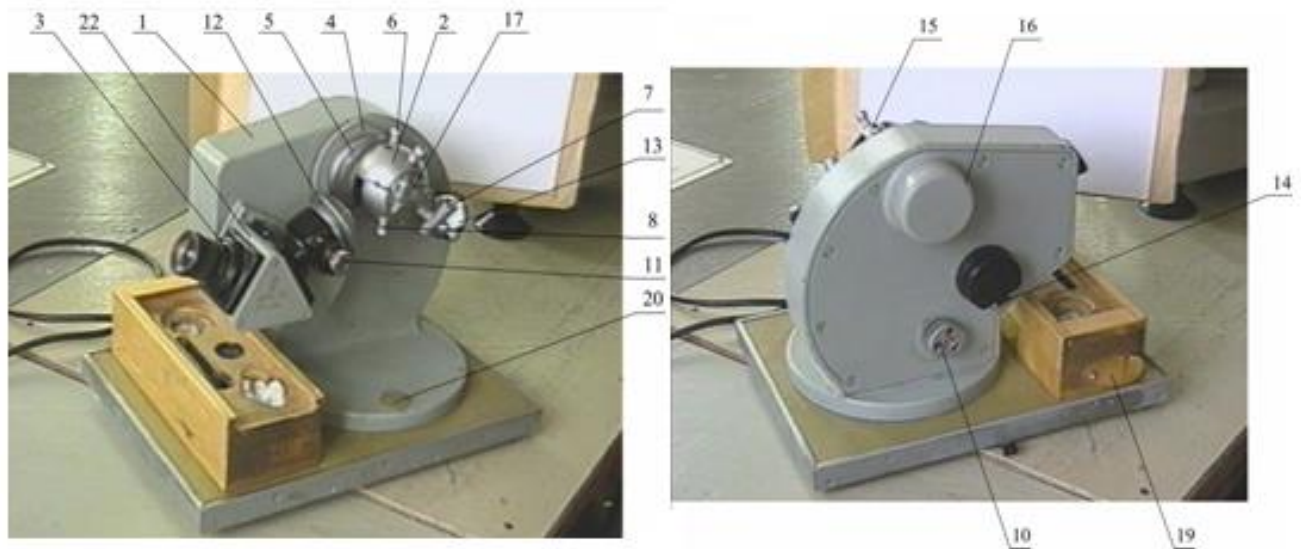
Haqiqatda, sindirish ko'rsatkichini hisoblash formulasi ancha murakkab bo'ladi, chunki nur yana I prizmaning AC yog'ida ham sinadi.

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 interpolatsiya formulasidan foydalanib topiladi. Z ning aniqlangan qiymati uchun δ topiladi. Agar Z ning qiymati butun son bo‘lmasa, δ ning qiymati ham interpolatsiya yo‘li bilan topiladi. Shuni hisobga olish kerakki, Z ning 30 dan katta qiymatlari uchun, δ ning qiymati manfiy bo‘ladi.

Interpolatsiya 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:

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (4)$$

Misol: Suv uchun $t^0=20^0\text{C}$ $n_D=1,3330$

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 interpolatsiya 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

$$n_F - n_C = A - B \cdot \delta = 0,02418 - 0,01822 = 0,00596.$$

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} = \frac{0,3330}{0,00596} = 55,8.$$

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.

№ 15 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

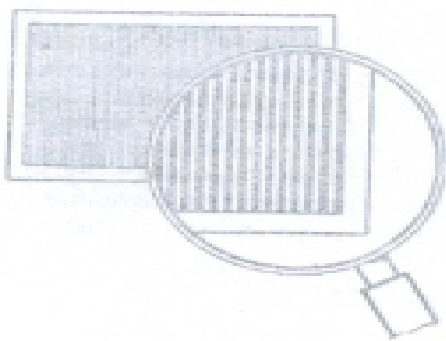
Yorug‘likning tabiati – dualistik nazariyaga bo‘ysinib, yorug‘lik – elektromagnit to‘lqin, yorug‘lik – zarrachalar (fotonlar) oqimi sifatida namoyon bo‘ladi. Yorug‘likning dualistik tavsifi Plank formulasida yaqqol ko‘rinadi. Unga ko‘ra yorug‘likning bir kvanti (portsiyasi) $E=h\nu$ energiyaga ega. Kuzatishlar 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. Bexterovning 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 chiziqli bo'lib tarqalish qonuniyatidan chetlanishi **Difraksiya** deb ataladi.



1 – rasm. Difraksion panjaraning umumiy ko'rinishi

Bir-biridan bir xil uzoqlikda joylashgan shaffof mas to'siq 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 jelatonga tushurilgan iz bo'lib, bu jelatonga 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, shaffof mas 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 tirkishlardan 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 bemalol 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

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{L} \quad (5)$$

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 $d = 0,01$ mm, k - difraksion manzaralarning tartibi, L va λ lar tajribadan o'lchanib olinib, har xil rangdagi yorug'lik nuri to'lqin uzunligini aniqlash mumkin.

Olingan natijalarni 1 jadvalga yozamiz.

№	d, [mm]	L, [mm]	λ , [nm]	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. O'lamning 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. Muqobil energiya turlari va ularni ishlab chiqarish.O'zbekistonda Quyosh energiyasidan foydalanish.
8. Hozirgi zamon fizikasi va texnikasining taraqqiyoti. Lazer nurlarining qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
9. Elektr isitgich asboblarning turlari va ularning qo'llanilishi.
- 10.Uch elektrodli elektron lampalar. Tranzistorlar va kuchaytirgichlarning qo'llanilishi.
11. Klassik va kvant Xoll effekti.
12. O'ta o'tkazuvchanlik va uning kvantomexanik talqini.
13. Yarim o'tkazgich - yarim o'tkazgich kontakti. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar.
14. Elektron lampalar. Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
15. Plazma, xossalari va qo'llanilishi. Termoelektrik hodisalar.
16. Metallarda elektronlar konsentrasiyasi va harakatchanligi. Magnit oqimidan texnikadan foydalanish.
17. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish. Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
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 va Asinxron dvigatellar.
21. Quyosh nurining biologik ta'siri.
22. Fotometriya asoslari.
23. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri
24. Fotoeffekt va uning qonunlari.
25. Kvant biofizikasi

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 nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
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	Atamaning ingliz tilida	Atamaning rus tilida	Atamaning ma'nosi
-------------------------	-------------------------	----------------------	-------------------

nomlanishi	nomlanishi	nomlanishi	
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 atrofidagi 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 течения	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'lqinlari
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'lqinlardan o'ta yuqori chastotali to'lqinlarni o'rganuvchi fizikaning bo'limi

Ultrtovush	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 liberty	Степень свободы	Fazodagi o'rnini to'la aniqlash uchun zarur bo'lgan, bir-biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalarning umumiy soni
Idea gaz	Ideal gas	Идеальный 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	Вязкозиметрия	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 molekulalarining 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 nuqtaviy 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'zgarmas 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 qarshilikka 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	Dissociaciya	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	Electromagnet ic fluctuation	Электромагн итная колебания	Zanjirda zaryad miqdorining (yoki tok kuchining) va kuchlanishning davriy ravishda o'zgarib turishi
Elektromagnit to'lqin	Electromagnet ic wave	Электромагн итная волна	Fazoda o'zgaruvchan elektr magnit maydonlarining tarqalishi
Tebranish konturi	Sidebar of the fluctuation	Контур 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

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 koeffitsienti 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. Amorfi 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. Biopotensiallar 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.

1.2. 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 hodisalarning bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasining fizik mohiyati.
12. Bor postulatlarni 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-tip 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 elektron 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 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 prinsipi 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 sohaslarini 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 nazariyalarni 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. 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 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. Tabgiiy radiaktivlik va uni kashf qilinishi.

110. Yarim o'kazgichlarga tariff bering.
111. Diamagnit moddalar fizik xossalari 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 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.

1.3. 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 ularning texnikada qo'llanilishi.

25. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
26. Hidrodinamika 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 Om qonuni ifodalarini yozing.
 121. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
 122. Klassik mexikaning 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. Dielektriklarning turlari.
140. Dielektriklarning qutblanishi.
141. Elektr siljish vektori.
142. Dielektrik singdiruvchanlik.
143. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
144. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
145. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
146. Hidrodinamika 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 molekulalarining 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. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
250. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Ohm 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. Thomson 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 koeffisenti va uni o`lchash usullari.
- 28.Yopishqoqlik koeffisentinining haroratfan bog`likligi.
- 29.Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
- 30.Gaz qonunlari.
- 31.Boylm-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl,
32. Dalmtion 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 Joule-Lenz qonunlarining differensial va integral ko'rinishlari.
64. Pezoelektriklar, 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.

4.5. 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.
14. Tabiatda energiya turlari.
15. Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar.
16. Qattiq jismlar deformasiyasi.
17. Deformasiya 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. Hidrodinamika asoslari.
25. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari.
26. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
27. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
28. Yopishqoqlik koeffisientining haroratdan bog'likligi.
29. Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
30. Gaz qonunlari.
31. Boyle-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl,
32. Dalton Qonunlari.
33. Avogadro va Avogadro 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.Pezoelektriklar, 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 qoidalar
- 74.Gazlarda elektr toki.
- 75.Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.
- 76.Gaz razryadining to`liq voltamper xarakateristikasi.
- 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'rifi 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.
2. Plazma va chaqmoq haqida tushuncha bering.

3. Jismining issiqlikdan nurlanishi.
4. Kondensator va uning elektr sig'imi haqida gapiring.
5. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering
6. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasini mohiyati tushuntiring
7. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing
8. Magnit hodisalari bilan elektr hodisalarning bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasining fizik mohiyati.
9. Bor postulatlarni tushuntiring.
10. Elektrostatiki induksiya nima?
11. Paramagnit va ferromagnit moddalar fizik xossalarini ta'riflang.
12. Yorug'lik intensivligi.Buger-Lambert-Ber qonunini tushuntiring
13. Yorug'likni to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qo'llanish sohalari.
14. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
15. Elementar elektr zaryadi nima?
16. Elektr zaryadi saqlanish qonunini ta'riflang.
17. p-tipo o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
18. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik ma'nosini tushuntiring.
19. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
20. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
21. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini ta'riflang.
22. Elektr maydoni va kuch chiziqlarini ta'riflang.
23. Kulon qonunini ta'riflang va matematik ifodasini yozing.
24. Yarim o'tkazgichda electron haqida tushuncha bering.
25. Yoritilganlik ta'rifi,formulasi va o'lchov birligi.
26. Yarim o'tkazgichlarga ta'rif bering.
27. Diamagnit moddalar fizik xossalariga ta'rif bering.
28. Kirxgof qonunini va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
29. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi va uning texnikada qullanish sohalari.
30. n-tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
31. Elementar elektr zaryadi nima?
32. Elektr manba qutblaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanishni ta'riflang va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
33. Amper qonuni ta'rifi va uni ifodalovchi formula mohiyatini tushuntiring.
34. Ivanenk gipotezasini ta'riflang.
35. Elektr toki kuchini ta'riflang va o'chov birliklarini yozing.

36. Magnit induksiyasi oqimini ta'riflang va uni ifodalovchi formulasini hamda o'lchov birligini aniqlang.
37. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
38. Elektrostatika nimani o'rganadi?
39. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanish sohalari.
40. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
41. Kondensator va uning elektr sig'imini ta'riflang.
42. Doimiy magnit va magnit maydon kuch chiziqlari haqida tushuncha bering.
43. Fotoeffekt hodisasini va Eynshteyn tenglamasi mohiyatini tushuntiring.
44. Elektrostatik induksiya nima?
45. Geltgols gipotezasini ta'riflang.
46. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
47. Yorug'lik tabiati haqidagi nazariyalarni tushuntiring.
48. Birinchi tur o'tkazgichni ta'riflang va unda tashuvchilarni asoslang.
49. Yoy razryad va Yolqin fizik mohiyati hamda qo'llanish sohalarini tushuntiring.
50. Mutloq –Bolsman va vin qonunlarini tushuntiring.
51. Elektr doimiysi yoki vakumning dielektrik sindiruvchanligini fizik ma'nosini tushuntiring.
52. Yarim o'tkazgichli qarshilik termometri, ya'ni termistorni ishlash prinsipini tushuntiring.
53. Ravshanlik ta'rifi formulasi va o'lchov birligi.
54. Elektr dipolni ta'riflang va dipol momentini ifodalovchi formulani yozing.
55. Gaz orqali tok o'tishini tushuntiring.
56. Yorug'lik qutblanishi hodisasini tushuntiring. Polyarimetr yoki Saxarometrning qo'llanish sohalarini asoslang.
57. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
58. O'zinduksiya hodisasi fizik mohiyati. O'zinduksiya koeffitsientini tushuntiring.
59. α β γ –nurlarga ta'rif bering.
60. Elector zaryadlarni saqlanish qonunini tariflang
61. ρ – tip o'tkazuvchanlik haqida tushuncha bering.
62. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkich fizik manosi tushuntiring.
63. Elektr toki kuchini tariflang va o'lchov birliklarini yozing
64. Magnit induksiya oqimini tariflang va uni ifodalovchi formulasini xamda o'lchov birligini yozing.
65. Atom tuzilishi. Rezerford tajribasini tushuntiring.
66. Kulon qonunini tariflang va matematik ifodasini yozing.

67. Yarim o'tkazgichda electron haqida tushuncha bering.
68. Yoritilganlik tarifini, formulasi va o'lchov birligi.
69. O'tkazgich qarshiligini xaroratga bog'liqligini tushuntiring va uni ifodalovchi formulani yozing.
70. Elektromagnit induksiya hodisasi uchun Faradey qonunini tariflang va uni ifodalovchi formulani yozing.
71. Yadroning bo'linishi. Zanjir reaksiyasi.
72. Ostrogradskiy- gauss teoremasini tariflang va matematik ifodasini ham.
73. Uchqun razryad va Toj razryadni fizik mohiyatini tushuntiring hamda misollar keltiring.
74. Rentgen nurlar difraksiyasini tushuntiring. Volf – Bregglar formulasi mohiyatini tushuntiring.
75. Elektron nur quvuri, vakumli diod va triod electron lampalarini ishlash prinsipini tushuntiring.
76. O'zgaruvchan tok generatori ishlash prinsipi. Bor postulatlarini tushuntiring.
77. Atom tuzilishi. Rezerdford tajribasini tushuntiring.
78. Gel'tsols gipotezasini ta'riflang.
79. Yarim o'tkazgichlarda elektr tok o'tish hodisasini bayon qiling.
80. Yorug'lik tabiati haqidagi nazaryalarni tushuntiring.
81. Elektr tokini ta'riflang. Mandelshtam va Papapeksi o'tkazgan tajribalarni mohiyatini tushuntiring.
82. Magnit maydon induksiyasini ta'riflang va uni ifodalovchi formula hamda magnit singdiruvchanlik haqida tushuncha bering.
83. Lyuminesensiya va uning turlari hamda texnikada qullanilish sohalari.
84. Elektr toki ishi va quvvatini tushuntiring va ularni ifodalovchi formulani va o'lchov birliklarini tushuntiring.
85. O'zinduksiya hodisasini fizik mohiyati. O'zinduksiya ko'effitsiyentini tushuntiring
86. Aβγ-nurlarga tariff bering.
87. Elektrostatika nimani o'rganadi?
88. Tranzistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari
89. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi
90. Birinchi tur o'tkazgichni tariflang va zaryad tushuvchilarni asoslang.
91. Yoy razryad va yolqin razryadni fizik mohiyati hamda qo'llanilish sohalarini tushuntiring.
92. Mutloq qora jismni tariflang va uning nurlanishi haqida Stefan-Bolsman va Vin qonunlarini tushuntiring.
93. Fotoelektron emissiya va termoelektron emissiya hodisalari mohiyatini tushuntirig.

94. O'zgaruvchan tok tarifi va uni hosil qilinishi.
95. Electron va protonning kashf qilinishi va ularning fizik xarakteristikalari.
96. Begona elektr ajratuvchi kuchlar bajargan ishni tushuntiring va matematik ifodasini yozing.
97. Magnit hodisasi bilan elektr hodisalarini bog'liqligi haqidagi Ersted gipotezasini fizik mohiyati.
98. Bor postulatlarini tushuntiring.
99. O'tkazgich qarshiligini to'la ifodalovchi formulasi va o'lchov birligini tushuntiring.
100. Atom yadrosining tarkibiy qismi haqida tushuncha bering.
101. Kuchlanganlik oqimini tariflang va formulasini yozing.
102. Faradey sonining fizik mohiyatini tushuntiring va elektr zaryadini hisoblash formulasini yozing.
103. Yorug'lik diffraksiyasi hodisasini tariflang. Diffraksion panjara nima.
104. Solishtirma qarshilik haqida tushuncha bering va haroratga bog'liqligini ifodalovchi formulani yozing.
105. O'zaro induksiya hodisasini fizik mohiyati va qo'llanilish sohalari. O'zaro induktivlikni ifodalovchi formula va o'lchov birligi.
106. Tabiiy radiaktivlik va uni kashf qilinishi.
107. Yarim o'tkazgichlarga tariff bering.
108. Diamagnet moddalar fizik xossalariга tariff bering.
109. Kirxgof qonuni va undan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring.
110. O'tkazgichning elektr sig'imi va uni ifodalovchi formulani hamda o'lchov birligini keltirib chiqaring.
111. Elektromaydoni va kuch chiziqlarini tariflang.
112. Elektrolitlar elektr toki o'tishini tushuntiring.
113. Yorug'lik interferensiyasi hodisasini tariflang.
114. Elektrostatika nimani o'rganadi?
115. Transistorlar ishlash prinsipi va qo'llanilish sohalari.
116. Yorug'lik kuchi va uning o'lchov birligi.
117. Elektronning qator qilinishi va uni xarakterlovchi fizik kattalikdir.
118. Energiya, ish va quvvat.
119. Kinetik va potensial energiyalar.
120. Energiyaning saqlanish qonuni.
121. Tabiatda energiya turlari.
122. Qattiq jismlar haqida umumiy ma'lumotlar.
123. Qattiq jismlar deformatsiyasi.
124. Deformatsiya turlari.
125. Inersiya momenti.

126. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
127. Kuch momenti.
128. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
129. Impuls momentining saqlanish qonuni.
130. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
131. Hidrodinamika asoslari.
132. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari.
133. Fik, Fure va Nyuton qonunlari.
134. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
135. Yopishqoqlik koeffisientining haroratfan bog'likligi.
136. Gazlar molekulyar kinetik nazariyasi.
137. Gaz qonunlari.
138. Boylem-Mariott, Gey-Lyussak, Sharl,
139. Dalmlton Qonunlari.
140. Avagadro va lashmid sonlari.
141. Izojarayonlar va ulardan amalda foydalanish.
142. Ichki energiya.
143. Real gazlar haqida ma'lumotlar.
144. Van-der-Vaals tenglamasi.
145. Gazlarni suyultirish.
146. Termodinamik jarayonlar va tizimlar.
147. Issiqlik muvozonati.
148. Ochiq va yopiq tizimlar.
149. Termodinamikaning birinchi qonuni.
150. Harorat va uni o'lchash usullari.
151. Issiqlik sig'imi va uning o'lchov birligi.
152. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
153. Entropiya va uning fizik mohiyati.
154. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
155. Moddallarning elektr xossalari.
156. Maydon kuchlanganligi va potentsiali.
157. Potensiallar ayirmasi.
158. Kuchlanish.
159. Biopotensiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi..
160. Dielektriklarning turlari.
161. Dielektriklarning qutblanishi.
162. Dielektrik singdiruvchanlik.
163. O'tkazgichlardagi elektr toki.
164. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlari.

- 165.Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik.
- 166.O‘ta o‘tkazuvchanlik.
- 167.Metallar elektr o‘tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
- 168.O‘zgarmas elektr toki qonunlari.
- 169.O‘zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
- 170.Om va Joule-Lenz qonunlarining differensial va integral ko‘rinishlari.
171. Piezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo‘llanilishi.
- 172.Elektr sig‘imi.
- 173.Kondensatorlar.
- 174.Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
- 175.Tashqi kuchlar.
- 176.Elektr yurituvchi kuch.
- 177.O‘zgarmas tok manbalari.
- 178.Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
- 179.To‘liq zanjir uchun Ohm qonuni.
- 180.Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qoidalar
- 181.Gazlarda elektr toki.
- 182.Ionlanish va rekombinatsiyalanish jarayonlari.
- 183.Gaz razryadining to‘liq voltamper xarakteristikasi.
- 184.Mustaqil va mustaqil bo‘lmagan gaz razryadlari.
- 185.Mustaqil gaz razryadlarining turlari va ularning qo‘llanilishi.
- 186.Plazma haqida tushuncha.
- 187.Gazlarda va vakuumda elektr toki.
- 188.Elektronlar dastasi.
- 189.Elektronlar emissiyasi.
- 190.Termoelektron emissiya.
- 191.Elektron lampalar.
- 192.Boguslavskiy-Lengmyur tenglamasi.
- 193.Diod va triod.
- 194.Suyuqliklarda elektr toki.
- 195.Elektrolitlar.
- 196.Kationlar va anionlar.
- 197.Ionlarning rekombinatsiyalanishi.
- 198.Elektrolitik dissotsiatsiya.
- 199.Elektroliz hodisasi.
- 200.Elektroliz uchun Faradey qonunlari.
- 201.Elektrokimyoviy ekvivalent.
- 202.Kimyoviy ekvivalent.
- 203.Texnikada elektrolizni qo‘llanilishi.

- 204.Fermi sathi.
- 205.Magnit maydoni.
- 206.Doimiy magnit va aylanma tok va ulamig magnit maydoni.
- 207.Magnit maydon induksiya vektori.
208. Magnit maydon induksiyasi vektori uchun superpozitsiya prinsipi.
- 209.Bio-Savar-Laplas qonuni.
- 210.Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
- 211.Amper kuchi.
- 212.Parallel toklarning o'zaro ta'siri.
- 213.Magnit maydonni xarakatdagi zaryadga ta'siri.
- 214.Lorens kuchi.
- 215.Bir jinsli magnit maydonida zaryadli zarralar harakati.
- 216.Xoll effekti.
- 217.Faradey tajribalari.
- 218.Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni.
- 219.Lens qoidasi.
- 220.O'zinduksiya hodisasi.
- 221.Induktivlik.
- 222.Fuko toklari.
- 223.Elektr zanjirini ulash va uzishdagi ekstratoklar.
- 224.O'zaronduksiya.
- 225.Transformatorlar.
- 226.Magnit maydon energiyasi va uning zichligi.
- 227.Solenoid va toroidning magnit maydoni induksiyasi.
- 228.Magnit maydon oqimi.
- 229.Bir jinsli magnit maydonidagi tokli ramka.
- 230.Magnit maydoni va uning asosiy xossalari.
- 231.Moddalarning magnit xossalari
- 232.Magnit maydon induksiyasi.
- 233.Moddadagi magnit maydon.
- 234.Molekulyar toklar.
- 235.Magnitlanish vektori.
- 236.Muhitlardagi magnit maydon uchun to'la tok qonuni.
- 237.Magnetiklarning turlari.
- 238.Diamagnetiklar.
- 239.Paramagnetiklar.
- 240.Ferromagnetiklar.
- 241.Tebranish konturidagi fizik jarayonlar.
- 242.Tomson formulasi.

- 243. Majburiy elektr tebranish tenglamasi.
- 244. Kuchlanish rezonansi.
- 245. Tok rezonansi.
- 246. O'zgaruvchan tok.
- 247. O'zgaruvchan tok zanjirida qarshilik, sig'im va induktivlik.
- 248. O'zgaruvchan tok zanjirida to'la qarshilik - impedans.
- 249. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari.
- 250. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi,
- 251. Yoritilganlik, Yorug'likkuchi, Ravshanlik.
- 252. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri.
- 253. Fotosintez, Refraktometrlar, svetavodlar va endaskorlar.
- 254. Yorug'likning yutilish.
- 255. Yutilish qonunlari.
- 256. Buger, Buger-Beer-Lambert qonuni va undan amalda foydalanish.
- 257. Yorug'likning ikkilanib sinishi.
- 258. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
- 259. Klassik mexanikaning fizik asoslari
- 260. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
- 261. Vektorlar ustida amallar.
- 262. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
- 263. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
- 264. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
- 265. Nyuton qonunlari.
- 266. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
- 267. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.
- 268. Energiya, ish va quvvat.
- 269. Kinetik va potensial energiyalar.
- 270. Energiyaning saqlanish qonuni.
- 271. Inersiya momenti.
- 272. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
- 273. Kuch momenti.
- 274. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
- 275. Impuls momentining saqlanish qonuni.
- 276. Dielektrlarning turlari.
- 277. Dielektrlarning qutblanishi.
- 278. Elektr siljish vektori.
- 279. Dielektrik singdiruvchanlik.
- 280. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
- 281. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
- 282. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.

283. Hidrodinamika asoslari.
284. Uzlaksizlik va Bernulli tenglamalari.
285. Yopishqoqlik koeffisienti va uni o'lchash usullari.
286. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
287. Elektrostatik induksiya qonuni.
288. Elektr sig'imi.
289. Kondensatorlar.
290. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
291. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
292. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
293. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
294. O'tkazgichlardagi elektr toki.
295. Tok kuchi. Kuchlanish.
296. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
297. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
298. O'zgarmas elektr toki qonunlari
299. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
300. Elektr yurituvchi kuch.
301. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
302. Molekulyar-kinetik nazariya.
303. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
304. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
305. Ideal gaz molekulalarining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
306. Diffuziya nima misollar keltiring
307. Termodinamikaning birinchi qonuni.
308. Issiqlik sig'imi.
309. Adiabatik jarayon.
310. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
311. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
312. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
313. Entropiya.
314. Van-der-Vaals tenglamasi.
315. Real gazning ichki energiyasi.
316. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
317. Ho'llash hodisasi.
318. Kapillyarlik hodisasi.
319. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
320. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi.
321. Bug'lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.

322. Amorf jismlar.
323. Laminar va turbulent oqim.
324. Qattiq jism deformatsiyasi.
325. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
326. Kationlar va anionlar.
327. Elektroliz hodisasi.
328. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
329. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
330. Gazlarda elektr toki.
331. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
332. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
333. Moddallarning elektr xossalari.
334. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
335. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
336. Magnit maydoni.
337. Doimiy magnit va aylanma tok.
338. Magnit maydon induksiya vektori.
339. Bio-Savar-Laplas qonuni.
340. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
341. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
342. Elektronlar dastasi.
343. Elektronlar emissiyasi.
344. Termoelektron emissiya.
345. Elektron lampalar.
346. Diod va triod.
347. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
348. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
349. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
350. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
351. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
352. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
353. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
354. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
355. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
356. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing.
357. Elektrostatik himoya nima?
358. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
359. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining

360. Ekvipotensial sirtlar bo‘ylab zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
361. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to‘la sig‘imi qanday aniqlanadi?
362. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
363. Metallar elektr o‘tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g‘oyalarini yozing.
364. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
365. Berk to‘la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
366. Yarim o‘tkazgichlarning xususiy elektr o‘tkazuvchanligi qanday hosil bo‘ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
367. O‘tkazgichning va kondensatorning elektr sig‘imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
368. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
369. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
370. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
371. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
372. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
373. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog‘lanishni yozib, tushuntiring.
374. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
375. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo‘lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
376. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
377. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Om qonuni ifodalarini yozing.
378. Fizika fani va uning boshqa fanlar bilan aloqasi
379. Klassik mexikaning fizik asoslari
380. Sanoq sistemasi. Moddiy nuqta Traektoriyasi.
381. Vektorlar ustida amallar.
382. Tezlik deb nimaga aytiladi, formulasi, birligi.
383. Tezlanish va uning tashkil etuvchilari.
384. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
385. Nyuton qonunlari.
386. Massa. Kuch. Ishqalanish kuchlari.
387. Impuls, impulsning saqlanish qonuni.

388. Energiya, ish va quvvat.
389. Kinetik va potensial energiyalar.
390. Energiyaning saqlanish qonuni.
391. Inersiya momenti.
392. Aylanuvchi jism kinetik energiyasi.
393. Kuch momenti.
394. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.
395. Impuls momentining saqlanish qonuni.
396. Dielektrlarning turlari.
397. Dielektrlarning qutblanishi.
398. Elektr siljish vektori.
399. Dielektrik singdiruvchanlik.
400. Muhitdagi elektr maydon uchun Gauss teoremasi.
401. Pezoelektriklar, segnetoelektriklar va ularning texnikada qo'llanilishi.
402. Suyuqliklar haqida umumiy malumotlar.
403. Gidrodinamika asoslari.
404. Uzluksizlik va Bernulli tenglamalari.
405. Yopishqoqlik koeffitsienti va uni o'lchash usullari.
406. Elektr maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi zaryadlarning taqsimlanishi.
407. Elektrostatik induksiya qonuni.
408. Elektr sig'imi.
409. Kondensatorlar.
410. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.
411. Elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir energiyasi.
412. Zaryadlangan kondensator energiyasi.
413. Elektrostatik maydon energiyasi va uning zichligi.
414. O'tkazgichlardagi elektr toki.
415. Tok kuchi. Kuchlanish.
416. Qarshilik. O'ta o'tkazuvchanlik.
417. Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasi.
418. O'zgarmas elektr toki qonunlari
419. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.
420. Elektr yurituvchi kuch.
421. Akkumulyatorlar va galvanik elementlar.
422. Molekulyar-kinetik nazariya.
423. Klapeyron-Mendeleev tenglamasi.
424. Ideal gazlar molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.
425. Ideal gaz molekulalarining tezliklar va issiqlik harakati energiyalari
426. Diffuziya nima misollar keltiring

- 427. Termodinamikaning birinchi qonuni.
- 428. Issiqlik sig'imi.
- 429. Adiabatik jaroyon.
- 430. Qaytar va qaytmas jarayonlar.
- 431. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
- 432. Karno sikli va uning foydali ish koeffisienti.
- 433. Entropiya.
- 434. Van-der-Vaals tenglamasi.
- 435. Real gazning ichki energiyasi.
- 436. Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi.
- 437. Ho'llash hodisasi.
- 438. Kapillyarlik hodisasi.
- 439. Qattiq jismlar. Mono-polikristallar.
- 440. Qattiq jismlarning issiqlik sig'imi.
- 441. Bug'lanish, sublimatsiya, erish va kristallanish.
- 442. Amorf jismlar.
- 443. Laminar va turbulent oqim.
- 444. Qattiq jism deformatsiyasi.
- 445. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar.
- 446. Kationlar va anionlar.
- 447. Elektroliz hodisasi.
- 448. Texnikada elektrolizni qo'llanilishi.
- 449. Elektrokimyoviy ekvivalent. Kimyoviy ekvivalent.
- 450. Gazlarda elektr toki.
- 451. Mustaqil va mustaqil bo'lmagan gaz razryadlari.
- 452. Elektr maydon va uning asosiy xarakteristikalar.
- 453. Moddallarning elektr xossalari.
- 454. Biopatsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi.
- 455. Elektrofarez yordamida organizmga dori moddalar yuborish.
- 456. Magnit maydoni.
- 457. Doimiy magnit va aylanma tok.
- 458. Magnit maydon induksiya vektori.
- 459. Bio-Savar-Laplas qonuni.
- 460. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro magnit ta'siri.
- 461. Gazlarda va vakuumda elektr toki.
- 462. Elektronlar dastasi.
- 463. Elektronlar emissiyasi.
- 464. Termoelektron emissiya.
- 465. Elektron lampalar.

466. Diod va triod.
467. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
468. Elektr zaryadini saqlanish qonunining mohiyatini va ifodasini yozing.
469. Elektrostatik maydon kuchlanganligi maydonning nimasini xarakterlaydi?
470. Uning kattaligi va yo'nalishi qanday aniqlanadi?
471. Nima uchun elektrostatik maydon potensial maydon deyiladi?
472. Dielektrik singdiruvchanlikni fizik mohiyatini yozib tushuntiring.
473. Kulon qonuni mohiyatini va ifodasini yozib tushuntiring.
474. Elektrostatik maydon berilgan nuqtasining potentsiali va ikki nuqtasining potentsiallari ayirmasi ta'rifini va ifodasini yozing.
475. Kirxgof qoidalarini yozing va chizib tushuntiring.
476. Elektrostatik induksiya hodisasining mohiyatini yozing.
477. Elektrostatik himoya nima?
478. Tashqi kuchlar deb nimaga aytiladi?
479. Bir tekis zaryadlangan sfera maydon kuchlanganligi va potentsialini sfera markazidan boshlab hisoblanadigan masofaga bog'lanishining grafiklarini chizing va tushuntiring.
480. Ekvipotensial sirtlar bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
481. Parallel va ketma-ket ulangan N - ta kondensatorning to'la sig'imi qanday aniqlanadi?
482. Elektr zanjiri qismidagi potentsiallar ayirmasi, kuchlanishning fizik mohiyatini yozing.
483. Metallar elektr o'tkazuvchanligining Drude-Lorens klassik nazariyasining asosiy g'oyalarini yozing.
484. Tok kuchi va tok zichligi deb nimaga aytiladi.
485. Berk to'la elektr zanjirini chizing va undan oqayotgan tok uchun Om qonuni ifodasini yozing.
486. Yarim o'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi qanday hosil bo'ladi va uni qanday zarralar hosil qiladi.
487. O'tkazgichning va kondensatorning elektr sig'imi qanday ifoda bilan aniqlanadi?
488. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi?
489. Metallarda elektr tokini hosil qiluvchi zarralar-elektronlar ekanligi qanday tajribalarda tasdiqlanadi?
490. Gauss teoremasining mohiyati va ifodasini vakuumdagi elektrostatik maydon uchun yozing.
491. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi deb nimaga ataladi?
492. Dielektrikning qutblanish hodisasi nima? Elektr induksiya vektori qanday aniqlanadi va u nimani xarakterlaydi?
493. Maydon kuchlanganligi va potentsiali (gradiyenti) orasidagi bog'lanishni yozib, tushuntiring.

494. Elektrostatik maydon energiyasi va energiyasi zichligining aniqlovchi ifodani yozing.
495. Istalgan muhitda elektr tokning mavjud bo'lishi mumkinligini zaruriy shartlarini yozing.
496. Joule-Lenz qonuni ifodasini yozib tushuntiring.
497. Elektr zanjirining bir jinsli va bir jinslimas qismlarini chizing va ular uchun Ohm 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. Organizm 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. Joule
 - 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?
- og'irlik
 - massa
 - impuls
 - energiya
9. Issiqlik o'tkazuvchanlik sodir bo'lishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti noldan farqli bo'lishi kerak?
- termometr
 - tezlik
 - hajm
 - harorat
10. Hayvonlar teri ustidagi jun qatlamining asosiy vazifasi nimadan iborat?
- organizmni sovuqdan saqlash
 - organizmni issiqdan saqlash
 - organizmni sovuq va issiqdan himoya qilish
 - hayvonni chiroyli ko'rsatish.
11. Yopishqoqlik koeffitsiyenti SI tizimida qanday birlikda o'lchanadi?
- Joul
 - Puaz
 - $\text{Pa}\cdot\text{s}$
 - Volt
12. Yopishqoqlik koeffitsiyenti SGS tizimida qanday birlikda o'lchanadi?
- $\text{Pa}\cdot\text{s}$
 - Puaz
 - Joul
 - Volt
13. Qanday suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi?
- laminar oqayotgan
 - yopishqoqligi kam bo'lgan
 - turbulent oqayotgan
 - yopishqoqligi mutlaqo bo'lmagan
14. Uzlaksizlik tenglamasini ko'rsating
- $P + \rho v^2/2 + \rho gh = \text{const}$
 - $\eta = S \cdot D$
 - $S \cdot v = \text{const}$
 - $A = mgh$
15. Bernulli tenglamasini ko'rsating.
- $S \cdot v = \text{const}$
 - $A = mgh$
 - $\eta = S \cdot D$
 - $P + \rho v^2/2 + \rho gh = \text{const}$
16. Laminar oqim deb nimaga aytiladi?
- qatlamli oqimga
 - 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. Joul(J), kKal
- E. Bel(B), Desibell(dB)

25. Deformatsiyaning qanday turlari bor?

- A. elastik
- B. choʻzilish
- D. elastik va plastik
- E. siqilish

26. Quyidagi qaysi formula elastik deformatsiya uchun energiya ifodalashni koʻrsatadi?

- 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 oʻz - oʻzidan isishiga
- B. isitish tufayli jismning kengayishi
- D. yoruqlik taʼsirida jismlarning isishi
- E. tashqi taʼsir tufayli jism shakli va oʻlchami oʻzgarishi

28. Elastik defarmatsiya necha turga boʻlinadi?

- A. 2
- B. 3
- D. 4
- E. 5

29. Mexanik kuchlanishning oʻlchov birligini koʻrsating.

- A. Farad (f)
- B. Kulon (C)
- D. N'yuton (N)
- E. Paskal(Pa)

30. Guk qonunini koʻrsating.

- A. $E = mv^2/2$
- B. $F = ma$
- D. $F = kx$
- E. $E = mgh$

31. Auskul'tatsiya nima?

- A. urib koʻrish
- B. ushlab koʻrish
- D. eshitib koʻrish
- E. tekshirib koʻrish

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. $A = hv + eU$

- 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'rta

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. $A=P \cdot t$
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 ultratovush 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`tkazuvchanlik 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. Yogʻlar 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 boʻlganda harakatdan toʻxtaydi?

- A. 40 Tl
- B. 4 Tl
- D. 0,4 Tl
- E. 0,04 Tl

82. Milanin nima?

- A. yorugʻlik taʼsirida qoʻlning qorayishi
- B. ultrabinafsha nurlarning yutilishi
- D. yorugʻlik taʼsirida terida xosil boʻlgan pigment
- E. infraqizil nurlarining organizmda xosil qilgan pigmenti

83. Infraqizil nurlar qaysi hayvonlar uchun ov quroli boʻla oladi?

- A. mushuklar
- B. koʻrshapalaklar
- D. ilonlar
- E. baliqlar

84. Koʻzning optik kuchi qancha (dptr)?

- A. 20
- B. 40
- D. 60
- E. 10

85. Koʻzdagi 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 koeffitsiyentini
- 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 molekullarning 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. Fotoluminessensiyasi 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 yo‘nalishda bir birlik yuzadan vaqt birligi ichida ko‘chgan issiqlikka miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik katalikka aytiladi.
- A. Issiqlik miqdori
 - B. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti
 - D. Solishtirma issiqlik sig‘imi
 - E. Konveksiya
106. Yorug‘lik oqimining (SI - da) o‘lchov 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 bo‘linadi.
- A. Qattiq va yumshoq ferromagnitlar
 - B. Giromagnit, Bor magnetoni
 - D. Domen, magnitostriksiya
 - E. Diamagnit, paramagnet, ferromagnit
109. 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
110. 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
111. 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
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 jadalligini 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. Uzlüksizlik 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 koeffitsiyentini
124. Amper - nimani o'lchov birligi?
- A. kuchlanishni
 - B. tok kuchini
 - D. tezlanishni
 - E. yopishqoqlik koeffitsiyentini
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 qatorini 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 - $v=\eta/\rho...$
- 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 diffuziyanish 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 operasiyalarda 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'simalarni 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 epidiyalarning 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 bronxopnivmaniyalarni, 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. Veterinariyada bu usul uzoq vaqt bitmagan yaralarni, teri kasalliklarini va pereferik nervlarni davolashda ishlatiladi.

- A. Darsanvalizasiya
- B. Diatermiya
- D. UVCh
- E. Elektroforez

156. Kuchsiz toklar terapevtik ta'sirga ega, kuchsiz o'zgaras 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'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.
158. Faradeyning elektroliz uchun 1-qonunini ko'rsating.
- A. $m=k \cdot q$
 - B. $m=p \cdot v$
 - 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 molekulalardan tashkil topgan. Musbat va manfiy zaryadlar teng bo'lgani uchun molekula 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 fozga 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?
- Shikastlangan yoki transplantasiyalangan suyak to'qimalarini "payvandlash"
 - Hayvonlar xomilasini aniqlashning zamonaviy va samarali usuli.
 - To'qimaga qilinadigan mexanikaviy va issiqlik ta'sirining ultratovush terapiyasi
 - Ultratovush yordamida qoramollarga terisi orqali ba'zi dorilarni kiritish
166. Farmosevtikada ultratovushlardan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
- Dorilar tayyorlashda ishlatiladi, ya'ni suyuqliklar ichidagi jismlarni parchalab emulsiya hosil qiladi.
 - Dorilar tarkibini tekshirishda ishlatiladi, ya'ni ularning sifatini aniqlaydi.
 - Sifatsiz dorilarni atrof muhitga zararsiz tarzda yo'q qilish maqsadida ishlatiladi.
 - Ultratovushning farmasevtikaga umuman aloqasi yo'q.
167. Kasallik diagnostikasida keng tarqalgan tovushiy usullarni ko'rsating.
- Ionoforez, fonoforez
 - Fanendoskop, stetaskop
 - Auskultatsiya, perkussiya
 - Ostiosintez
168. Tovushning yuksakligi nima?
- Tovushning sifatini aniqlovchi xarakteristika
 - Tovushning akustik spektrini ko'rsatuvchi chastotalar to'plami
 - Tovushning rang-barangligini aniqlovchi kattalik
 - Tovushning qattiqligini xarakterlovchi kattalik
169. Suyak umumiy o'lchamiga nisbatan necha foizgacha cho'zilishi mumkin.
- 0.1%
 - 1%
 - 10%
 - 0.5%
170. Odam va hayvonlar mexanik ishining chegaraviy qiymatini ko'rsating.
- Mexanik ish ko'pgina sabablarga bog'liq bo'lgani uchun oldindan ishning biror chegaraviy qiymatini ko'rsatish qiyin.
 - 100 J
 - 55 kW•h
 - 21 k kW•h
171. Qon tomirlari to'qimasining mexanik xossalari ... orqali aniqlanadi. Gapni to'ldiring.
- kollogen tolasining xossalari
 - elastin tolasining xossalari
 - muskul tolasining xossalari
 - barchasi to'g'ri
172. Suyak to'qimalarining zichligi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni tanlang.
- 1200 kg/m³
 - 1000 kg/cm³
 - 2400 kg/m³
 - 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 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
175. Elastik deformatsiyaning shakllarini ko'rsating.
- A. Faqat siqilish va jo'zilish kiradi.
 - B. Bukilish, sinish, qaytish
 - D. Plastik va elastik
 - E. Cho'zilish, 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, flouorissensiya
 - 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. $F = 6\pi\eta r v$
 - B. $M = D \cdot (dp/dx) \cdot \Delta S \cdot t$
 - 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. $R = I S$
 - D. $I = \Phi / \Omega$
 - E. $\Phi = W / t$
181. Quyidagilardan qaysi biri maydon potentsiali formulasini ifodalaydi?
- A. $\phi = E / q$

- 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 koeffitsiyenti
- 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. $I = q \cdot t$
- 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. $9,1 \cdot 10^{-31} kg$
- B. $1,6 \cdot 10^{-19} J$
- D. $6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
- E. $8,85 \cdot 10^{-12} f/m$

190. Ravshanlik yoyilgan manbaning sirtidan chiqayotgan yorug'lik kuchiga teng kattalikdir. Ta'rifga mos formulani ko'rsating.

- A. $E = \Phi/S$
- B. $R = IS$
- D. $I = \Phi/\Omega$
- E. $\Phi = W/t$

191. $\alpha = F/l$ – formula qanday kattalikni ifodalaydi?

- A. Sirt taranglik ko'effitsiyenti
 - B. Ichki ishqalanish ko'effitsiyenti
 - D. Yorug'lik kuchi
 - E. ishqalchianish ku
192. Tovushning quloqqa beradigan bosimi qanday aniqlanadi?
- A. $P=2\rho Iv^2$
 - B. $P=F/S$
 - D. $PV=\nu RT$
 - E. $P=A\Delta t$
193. Kichik deformasiyalar uchun R.Guk qonunini ko'rsating.
- A. $\sigma=Fl$
 - B. $\sigma=E\cdot\varepsilon$
 - 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'lqindir
 - D. Yorug'lik nuri ham to'lqin, 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 yoʻnalishi tushgan nur yoʻnalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi

4.8. 2-OB uchun test savollari (200 ta)

1. YoruGʻ lik manbadan zarracha sifatida tarqaladi va har bir zarrachada tebranish bordur” bu yoruGʻ lik tabiatiga berilgan dastlabki taʼrif qaysi oʻzbek allomasi tomonidan aytilgan?

- A. Abu Ali ibn Sino
- B. Al- Beruniy
- D. Al-Fargʻoniy
- E. Al-Xorazmiy

2. Berilgan temperaturada barcha jismlar uchun nur chiqarish qobiliyatining nur yutish qobiliyatiga nisbati oʻzgarmas kattalik boʻlib, huddi shu temperaturada absolut qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga 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 boʻladigan nur(yoruGʻ lik) deyiladi.

- A. Qutblangan nur
- B. Qutblanmagan nur
- D. Rentgen nuri
- E. Radioaktiv nur

4. 73K ni Selsiy shkalasiga oʻtkazing

- A. 200⁰C
- B. -200⁰C
- D. 546 ⁰C
- E. -546 ⁰C

5. Puasson tenglamasi toʻGʻ ri yozilgan javobni koʻrsating.

- 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 koʻchishiga
- 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 boʻladi

7. Qanday holda gazni suyuqlikka aylantirib boʻlmaydi?

- 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 xaroratda 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

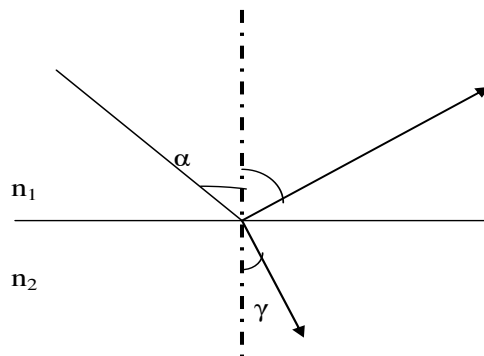
12. YoruG'lik nuri to'G'risidagi to'G'ri fikrni toping:

- 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'lg'in 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'shilib 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'liqini 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 oʻz-oʻzidan har doim oʻtib turadi
E. sovuq jismdan issiq jismga energiya oʻtadi

38. Issiqlik miqdorining SI sistemasidagi birligini koʻrsating.

- A. Joule
B. Kal
D. Amper
E. Puaz

39. Diffuziya hodisasida qaysi fizik kattalik koʻchadi?

- A. massa
B. energiya
D. impuls
E. quvvat

40. Issiqlik oʻtkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik koʻchadi?

- A. energiya
B. massa
D. impuls
E. oʻgʻirlik

41. Issiqlik oʻtkazuvchanlik sodir boʻlishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti noldan farqli boʻlishi kerak?

- A. harorat
B. tezlik
D. hajm
E. termometr

42. Qanday suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi?

- A. yopishqoqligi mutlaqo boʻlmagan
B. yopishqoqligi kam boʻlgan
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 koʻrsating?

- A. $L = k \lg I / I_0$
B. $L = k \ln I / I_0$
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 oʻlchov 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. choʻzilish
- D. elastik
- E. siqilish

49. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?

- A. tashqi taʼsir tufayli jism shakli va oʻlchami oʻzgarishi
- B. isitish tufayli jismning kengayishi
- D. yoruqlik taʼsirida jismlarning isishi
- E. jismning oʻz - oʻzidan isishiga

50. Elastik defarmatsiya necha turga boʻlinadi?

- A. 5
- B. 3
- D. 4
- E. 2

51. Mexanik kuchlanishning oʻlchov birligini koʻrsating.

- 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. yoʻl - yoʻl
- B. tutash
- D. rangli
- E. chiziqli

55. Mayer tenglamasini koʻrsating?

- A. $C_r > C_v$
- B. $C_p = C_v + R$
- D. $U = i RT/2$
- E. $C_v = \frac{\nu}{2}$

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 tekstlikda 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'lg'in 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. 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. Fur'e qonuni

89. Qaysi tenglamada suyuqlik yoki gazning siqilishi va qovushqoqligi etiborga olinmaydi.

- A. Bernulli tenglamasida
- B. Uzlüksizlik 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 jadalligili 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. YoriG'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. Uzlüksizlik 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 koeffitsiyentini
101. Amper - nimani o'lchov birligi?
- A. tok kuchini
 - B. kuchlanishni
 - D. tezlanishni
 - E. yopishqoqlik koeffitsiyentini
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 asboblarning to'g'ri ko'rsatilgan qatoni 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 elektrodda 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. $P = 2\rho I \theta^2$
- 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 deformasiya 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

127. 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

128. Ichki ishqalanish (Stoks) formulasini ko'rsating?

A. $F = 6\pi\eta r \dot{\theta}$

B. $F = \eta \cdot \left| \frac{d\theta}{dx} \right| \cdot S$

D. $\eta = \frac{1}{3} S \dot{\theta} Q$

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. $a_n = \frac{\dot{\theta}^2}{R}$

B. $a_n = \frac{d\dot{\theta}}{dt}$

D. $a_r = \frac{d\dot{\theta}}{dt}$

E. $a = \frac{\dot{\theta}}{R}$

131. Urinma tezlanish formulasini ko'rsating?

* A. $a_r = \frac{ds}{dt}$

B. $a_r = \frac{\dot{\theta}^2}{R}$

D. $a_r = \frac{\dot{\theta}^2}{R}$

E. $a_r = \frac{d\dot{\theta}}{dt}$

132. Nyutonning ikkinchi qonunining formulasini ko'rsating?

A. $\frac{d\dot{\theta}}{dt} = F;$

B. $\frac{dp}{dt} = P;$

D. $\frac{dp}{dt} = F;$

E. $F = mg$

133. Yer markazidan Yer radiusi qadar uzoqlikda joylashgan nuqtalarda Yerning tortish maydoni kuchlanganligining formulasini ko'rsating?

A. $|G| = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$

$$B. G = -\gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

$$D. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}^2}$$

$$E. |G| = \gamma \frac{m_{Ep}}{R_{Ep}}$$

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 ifodolovchi formulasini ko'rsating?

$$A. E = J \omega^2$$

$$B. E = \frac{kx^2}{2}$$

$$D. E = \frac{J \omega^2}{2}$$

$$E. E = J \omega$$

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 koeffitsiyenti 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'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

171. $\Phi_E = \sum_{\substack{\text{эпук} \\ \text{супп}}} E_{\perp} \cdot \Delta A = \frac{Q}{\epsilon_0}$ 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. $\vartheta = \omega R$
 B. $\beta = \vartheta R$
 D. $\alpha = \beta R$
 E. $\vartheta = \frac{S}{t}$

173. $\alpha = \beta R$ - formula qanday fizik kattaliklar orasidagi munosabatni 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. $F \cdot t = m\vartheta - m\vartheta_0$
- 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 ($w=\text{const}$), 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. $M = Fa$
- 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' da 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 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 eksptensial 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 almanishsiz 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.

$$E = \frac{F_0}{q_0}$$

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 induksiyalab qolmasdan balki o'z o'zida ham tokni induksiyalaydi. Bu hodisa deb ataladi.

- A. O'zinduksiya
- B. O'zarinduksiya
- 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 diffuziyalanadi
 - 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 diffraksiyasi

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. Aylanma 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, o'g'irlik

22. Termodinamika nimani o'rganadi?

- A. Turli jarayonlarda molekullarning 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. Xususiy 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 chiziq bo'ylab tarqalishidan chetlanishi
- B. YoruG'likning to'g'ri chiziq 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 molekulalarning 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. Ikkita 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 40C temperaturadagi
 - D. Massaning 4C temperaturadagi
 - E. Modda miqdorining 40C 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 jadalligili tavsiflovchi kattalik
 - D. Issiqlik uzatish jarayoni
 - E. To'g'ri ta'rif berilmagan
54. YoruG'lik to'lqinlarining kichik tirqish yoki to'siqqa tushganda uning geometrik soya tomoniga tarqalish bodisasiga ... deyiladi.
- A. YoruG'lik difraksiyasi
 - B. YoruG'lik dispersiyasi
 - D. YoruG'lik interferensiyasi
 - E. YoruG'likning 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'lqin uzunligi 80nm dan 10^{-6} nm gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlarga
- 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'liq shaklida tarqaladigan elastik muhit zarralarining tebranma harakati nima deb ataladi?
A. tovush
B. interferensiya
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. Uzlüksizlik tenglamasi
- E. Kvadrat tenglamas

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'liq uzunligi va intensivligini bo'G'laydi

85. Ko'ndalang to'liqlar 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'liqlar

86. Bo'ylama to'liq ta'rifini ko'rsating.

- A. Tebranish yonalishi tarqalish yo'alishi bilan bir xil bolgan to'liqlar
- B.O'zgaras chastotaga ega bo'lgan to'liqlar
- D. O'zgaras to'liq uzunlikka ega bo'lgan to'liqlar
- E. O'zaro parallel yo'nalishdagi to'liqlar

87. Elektromagnit to'liqlar 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'liqlar qanday to'liqlar?

- A. Fazalar farqi doimiy va chastotasi o'zgaras bo'lgan to'liqlarga aytiladi
- B.To'liq uzunligi o'zgaras bo'lgan to'liqlarga 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. $E_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$
- 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. $\mathcal{E} = \varepsilon_0 \sin \omega t$
- 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. $r = 10^{-2} \text{ km}$

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'lgan 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'nuvchi 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. Yopishqqlik koeffitsienti 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. $F = Bq\vartheta \sin \alpha$

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. $\vartheta = \frac{S}{t}$

E. $A = F \cdot S$

132. Uzluksizlik tenglamasini ko'rsating?

A. $SG = const$

B. $P + \frac{S\vartheta^2}{2} + sgh = const$

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. YOruG'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. $d \sin \varphi = k\lambda$

$$B. \quad n = \frac{\sin 2}{\sin r}$$

$$D. \quad n = \frac{v_1}{v_2}$$

$$E. \quad I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

141. Plank doimiysining son qiymatini ko'rsating.:

- A. $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}$
- B. $q = 1,6 \cdot 10^{24} \text{ K}$
- D. $R=8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
- E. $K=1,38 \text{ J/K}$

142. Stefon-Bolsman doimiysining qiymati va birligini ko'rsating.:

- A. $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{B\delta}{i^2 K^4}$
- B. $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{em}{mk^4}$
- D. $5,67 \cdot 10^{-9} \frac{em}{m^2 k^4}$
- E. $5,67 \cdot 10^{-5} \frac{em}{m^2 k^4}$

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 boG'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. Moddaniy 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. $E_k = \frac{m\mathcal{G}^2}{2}$ 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. $\sigma = -\frac{F}{l}$

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, paramagnit, 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. $m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3 + \dots + m_nv_n = const$ formula qaysi qonunni ifodalaydi?

- A. Harakat miqdorining saqlanish qonuni
- B. Harakat miqdorining o'zgarish qonuni
- D. Energiyaning saqlanish qonuni
- E. Butun olam tortishish qonuni

171. $\Phi_E = \sum_{\substack{\text{enuk} \\ \text{cupm}}} E_{\perp} \cdot \Delta A = \frac{Q}{\epsilon_0}$ 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. $\vartheta = \omega R$
- B. $\beta = \vartheta R$
- D. $\alpha = \beta R$
- E. $\vartheta = \frac{S}{t}$

173. $\alpha = \beta R$ - formula qanday fizik kattaliklar orasidagi munosabatni 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. $F \cdot t = m\vartheta - m\vartheta_0$
- 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 ($w=\text{const}$), 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 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 eksperimental 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. 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.

A.
$$N = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

B.
$$E = \frac{F_0}{q_0}$$

D.
$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

E.
$$N = \frac{P}{t}$$

$$\Delta F_{12} = k \frac{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2 \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\Gamma_{12}^2}$$

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'zaro induksiya
- B. O'z induksiya
- D. Mikro
- E. Makro

199. Toki o'zgarayotgan kontur faqat boshqa konturda tokni induksiylab qolmasdan balki o'z o'zida ham tokni induksiylaydi. Bu hodisa deb ataladi.
- A. O'zinduksiya
 - B. O'zarinduksiya
 - 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 qobiliyatining nur yutish qobiliyatiga nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, huddi shu temperaturada absolut qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga 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 molekularining 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 molekular 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. Klapeyron
- 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:

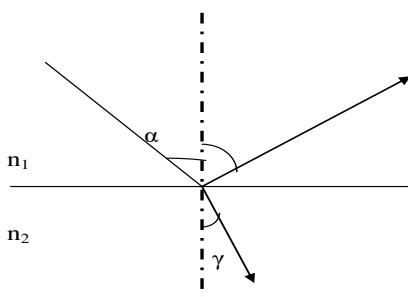
- A. YoruG'lik nuri ham to'liq, ham zarracha
- B. YoruG'lik nuri bu to'liqdir
- D. YoruG'lik nuri zarrachadir
- E. YoruG'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

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 yoʻnalishi tushgan nur yoʻnalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi.:

214. Quyidagi chizmadan foydalanib toʻgʻri yozilgan tenglikni



koʻrsating?

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 koʻrsatkichining toʻgʻri tarifini bering?

A. YoruGʻlikning vakuumdagi tarqalish tezligi muhitdagi tezligidan qanchaga katta ekanligini koʻrsatadi

B. YoruGʻlikning muhitdagi tarqalish tezligini koʻrsatadi

D. YoruGʻlikning tezligiga umuman boʻgʻliq emas

E. YoruGʻlikning toʻlqin uzunligi va intensivligini boʻgʻlaydi

216. Karno siklida qanday jarayonlar sodir boʻladi?

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. 27°C ni Kelvin shkalasi (K)ga oʻtkazing.

A. 300

B. 37

D. 27

E. 273

218. Tabiiy nurni qutblangan nurga aylantiruvchi qurilma nomi?

A. Polyarizator

B. Shisha prizma

D. Fotometr oʻtkazgich

E. Analizator

219. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi?

A. YoruGʻlik nurining toʻsiqlarni aylanib oʻtishi natijasida geometrik soya hosil qilishiga aytiladi

B. YoruGʻlik nurining kristall panjaradan oʻtishiga aytiladi

D. YoruGʻlik nuriga qoʻshilib bir biriga halaqit bermay oʻtishiga 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 ($^{\circ}\text{F}$) 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. Joule
- 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. $C_v = \underline{\nu}/2$

256. YoruG`lik 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. $F = Bq\mathcal{G}\sin\alpha$
- 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 ko'effitsiyentini
- 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. Moddani 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, oG‘ irlik
271. Termodinamika nimani o‘rganadi?
- A. Turli jarayonlarda molekullarning 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
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. Fotolyuminessensiyasi 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 ta 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

289. Qaysi tenglamada suyuqlik yoki gazning siqilishi va qovushqoqligi etiborga olinmaydi.

- A. Bernulli tenglamasida
- B. Uzlaksizlik 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 jadalligini 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. YoriG'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. Uzlüksizlik 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 bo'g'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 koeffitsiyentini

301. Amper - nimani o'lchov birligi?

- A. tok kuchini
- B. kuchlanishni
- D. tezlanishni

E. yopishqoqlik koeffitsiyentini

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. $h\nu = \frac{mv^2}{2} + A$

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

$$v = \frac{\eta}{\rho} \dots$$

310. Yopishqoq suyuqlikni to'la xarakterlaydigan kattalik

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 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

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. $m = \nu \cdot M$
- 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. $P = 2\rho I v^2$
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. $\eta = \frac{1}{3} S v Q$
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. $a_n = \frac{v^2}{R}$
B. $a_n = \frac{dv}{dt}$
D. $a_r = \frac{dv}{dt}$
E. $a = \frac{v}{R}$

331. Urinma tezlanish formulasini ko'rsating?

- * A. $a_r = \frac{ds}{dt}$
B. $a_r = \frac{v^2}{R}$

$$D. a_r = \frac{\vartheta^2}{R}$$

$$E. a_r = \frac{d\vartheta}{dt}$$

332. Nyutonning ikkinchi qonunining formulasini ko'rsating?

$$A. \frac{d\vartheta}{dt} = F;$$

$$B. \frac{dp}{dt} = P;$$

$$C. \frac{dp}{dt} = F;$$

$$D.$$

$$E. F = mg$$

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. $N = \frac{F}{t}, N \cdot H$
- 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. $E = \frac{\omega^2}{2} \sum_{i=1}^n \Delta m_i R_i^2$

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.

$$A.v = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mg\ell}}$$

$$B.v = 2\pi\sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

$$D.v = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mg\ell}{I}}$$

$$E.v = 2\pi\sqrt{\frac{mg}{I}}$$

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.

$$A. \mathbf{400\ MPa}$$

$$B. 300\ Mga$$

$$D. \mathbf{350\ Mga}$$

$$E. \mathbf{200\ MPa}$$

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'liqlar 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. $\frac{\rho \vartheta^2}{2} + \rho gh + P = const$
- B. $\frac{p \vartheta^2}{2} + P gh = const$
- D. $\frac{\vartheta^2}{2} + p = const$
- E. $\frac{\vartheta^2}{3} + p = const$

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. Boyl–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 bo'lgan 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. $p = \frac{1}{3} m_0 n \vartheta^2$

B. $p = \frac{1}{3} n_0 n T^2$

D. $p = \frac{5}{3} m_0 n \vartheta^2$

E. $p = nRT$

423. Gaz molekulari ilgarilanma 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. $\vartheta_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}}$

$$B. \vartheta_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$D. \vartheta_{kv} = \sqrt{\frac{3kT}{N}}$$

$$E. \vartheta_{kv} = \sqrt{\frac{3}{2}kT}$$

426. Termodinamika nimani o'rganadi?

- A. Turli jarayonlarda molekulalarning 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. molekulalarning kinetik energiyasi va issiqlik miqdori
- E. moddani tashkil qilgan molekulalarning energiyasi.

429. Molyar issiqlik sig'imi formulasini ko'rsating.

$$A. C_\mu = \frac{\delta Q}{\nu dT}$$

$$B. C_\mu = \frac{\delta Q}{m dT}$$

$$D. C_\mu = \frac{\delta A}{\nu dT}$$

$$E. C_\mu = \frac{\delta Q}{m dt}$$

430. Adiabatik jarayon tenglamasini ko'rsqting

$$A. PV^\gamma = const$$

$$B. P_1 V_1^{\gamma-1} = const$$

$$D. T_2 P_2^{\gamma-1} = const$$

$$E. PT^\gamma = const$$

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. difraktsiya
- 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 boG'lanish 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 mkA 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-Lens qonuning 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. Joule-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. Moddanning 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. $dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dl$
- 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'G' 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. ${}_e X^A \rightarrow I_{e-2}^{A-4} + \alpha$
- E. $A = \lambda N$

459. BoG‘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. $\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \phi)$ formula nimani ifodalaydi

- A. Kompton to‘lqin uzunligi
- B. DeBroyl to‘lqin uzunligi
- D. Elektronning to‘lqin uzunligi
- E. Layman to‘lqin 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 qarama qarshi
- 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'liqlinli elektromagnit nurlanishning moddalardagi erkin elektronlarda, to'liqlin uzunligi oshishi bilan bo'liqliq 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'zgarimasdan qoladi.:

- A. chastota;
- B. to'liqlin uzunligi;
- D. tarqalish tezligi;
- E. intensivligi;

489. Fotometriya bu nima

- A. YoruG'lik to'liqlini 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'liqliq

491. YoruG'lik nuri to'G'risidagi to'G'ri fikrni toping:

- A. YoruG'lik nuri ham to'liqlin, ham zarracha
- B. YoruG'lik nuri bu to'liqlindir
- 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 dozasi o'lov birligini ko'rsating.
- A. Gr (Grey),
 - B. Zv (Zivert),
 - D. Rf (Rufford)
 - E. Lm (lyumen)
495. Nurlanish dozasi sistemadan tashqari birligini ko'rsating.
- A. rad (Radiation Absorbed Dose)
 - B. lx (lyuks)
 - D. lm (lyumen)
 - E. nt (nit)
496. Dozimetric asboblari qanday asboblarga aytiladi?
- A. Ionlovchi nurlari dozasi 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. Dozimetric asboblari ko'rsatilgan qatorni ko'rsating.
- A. Barcha javoblari to'g'ri
 - B. Ionizatsiya va luminesent
 - D. Yarim o'tkazgichli va fotodozimetrylar
 - E. Rentgenometr va radiometrylar
498. Magnit va elektr maydondan o'tuvchi radioaktiv nurlanish necha turga ajraladi va qanday?
- A. Uchta: α -, β -, γ -
 - B. Ikki: tabiiy va sun'iy
 - D. Ikki: rentgen va γ -
 - E. Uchta: elektron, proton va neytron
499. β - nurlari qanday zarralar oqimidan iborat?
- A. Elektronlar va pozitronlar
 - B. Elektronlar va protonlar
 - D. Neytron va protonlar
 - E. Neytrino va antineytrino
500. Nurlanish turlarini aniqlovchi 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‘nli 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	$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
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

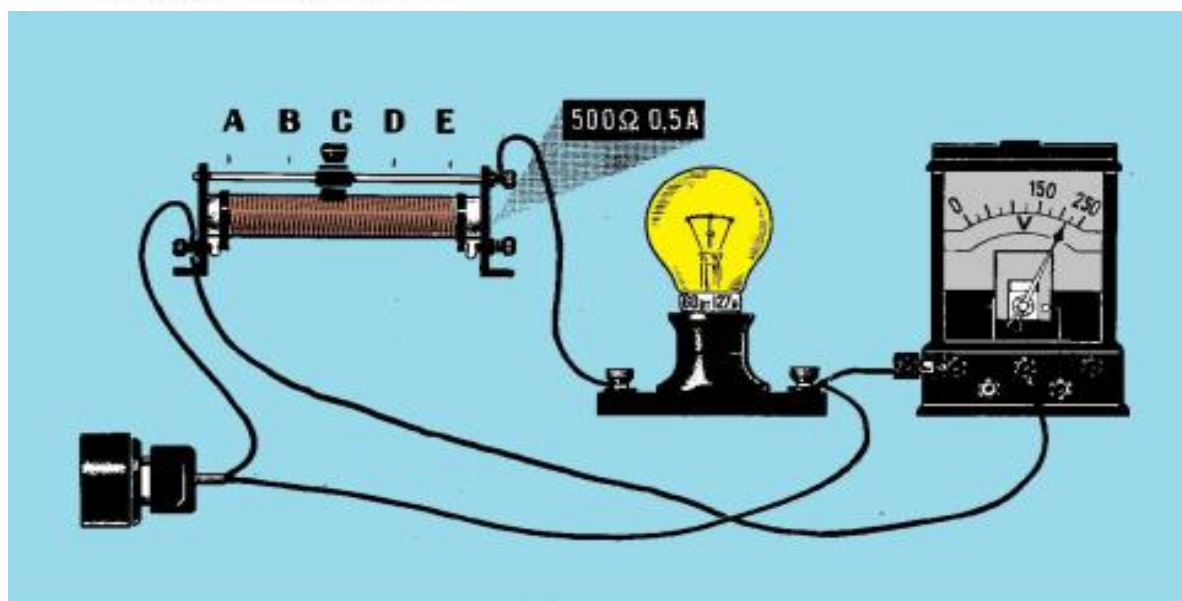
Ayrim birliklar o'rtasidagi munosabat	
0 °C=273 K	1 u = 1,66·10 ⁻²⁷ kg
1 eV = 1,6·10 ⁻¹⁹ J	

Normal sharoit: bosim 10⁵ Pa, temperatura 0 °C



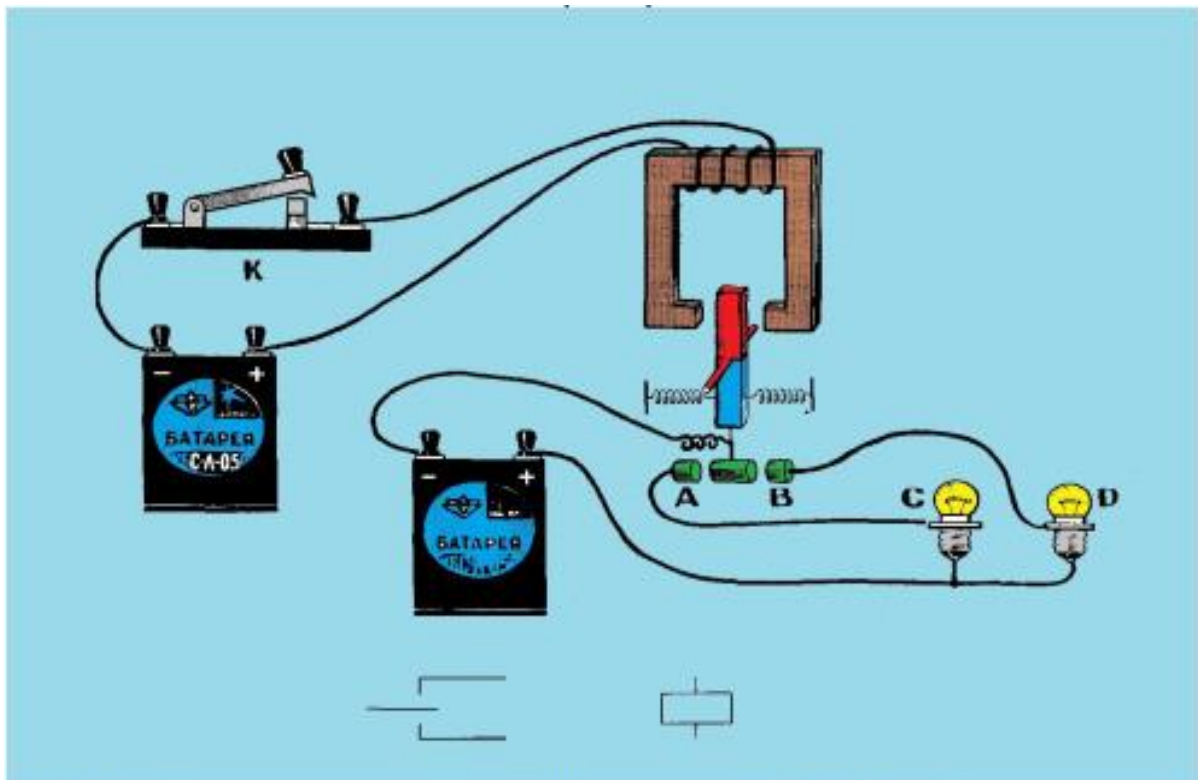
7 b rasm

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.



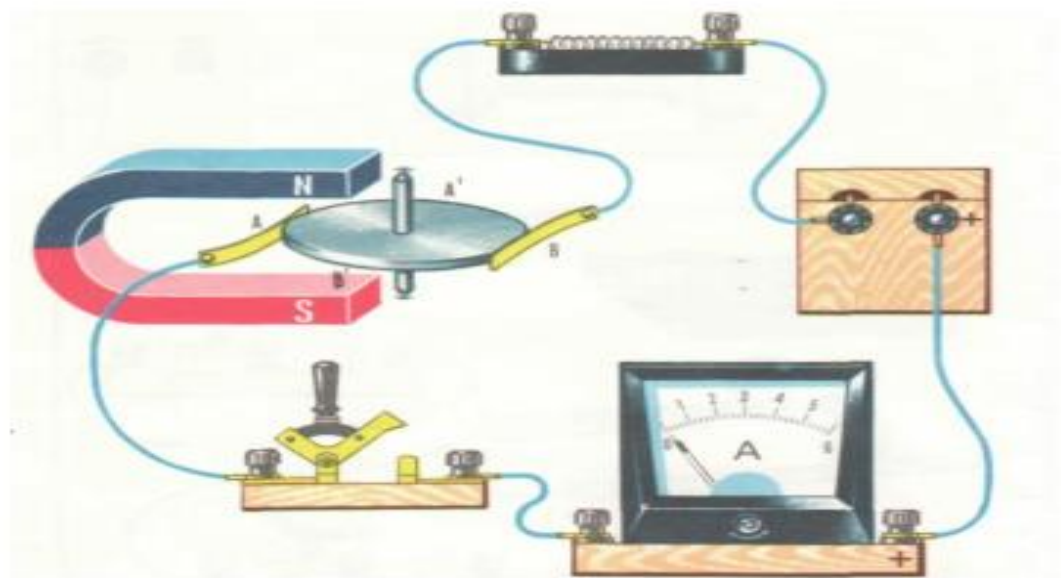
Shartli belgilar:

-rele kontakti

-rele chulg'ami

12 a rasm

1. Elektr zanjirning prinsipial sxemasini chizing.
2. Kalit K ulaganda 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 V nuqtalarda diskka sirpanuvchi kontaktlar qo'yilgan. Kalitni ulaganda disk aylanadimi va qaysi tomonga? Daftarda disk

**Sindirish ko'rsatkichining to'liqin uzunligiga
bog'liqligi**

To'liqin 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