

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
TERMIZ FILIALI**

YENGIL SANOAT VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYA FAKULTETI

“MATEMATIK VA TABIIY-ILMIY FANLAR” KAFEDRASI

ABRAYEVA SEVARA TOSHEMIROVNA

«FIZIKA»

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma



5630100 - Ekologiya va atrof muhit muhofazasi
ta'lim yo'nalishlari uchun

TERMIZ - 2019

Tuzuvchi: S.T. Abrayeva

«Fizika» fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma / ToshDTU Termiz filiali, Termiz, 2019 – yil, 66 b.

Uslubiy ko'rsatma 5630100 - Ekologiya va atrof muhit muhofazasi ta'lim yo'nalishlari bakalavr talabalariga mo'jallangan bo'lib, unda texnika ishlarini laboratoriyada bajarish metodi, qurilish va yengil sanoat inshootlarning turli qismlarida tajriba va laboratoriya olib borish va ularni qo'llash ko'nikmasiga ega bo'lish nazarda tutilgan. Ko'rsatmada qurilish va yengil sanoat inshootlarga tegishli nazariy tushunchalar ham berilgan.

“Matematik va tabiiy-ilmiy fanlar” kafedrası

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Termiz filiali ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan foydalanishga tavsiya etildi.

Taqrizchilar: **Risbayev A. S.** – Tosh DTU “Umumiy fizika” kafedrası professori,
Sultonova O'. N. – ToshDTU Termiz filiali “Matematik va tabiiy-ilmiy fanlar” kafedrası dotsenti, p.f.n.

© Toshkent davlat texnika universiteti Termiz filiali, 2019

Kirish

Fizika, boshqa tabiiy fanlar kabi, bizni o`rab olgan moddiy dunyoning ob`ektiv xossalarini o`rganadi. Fizika so`zi grekcha bo`lib, tabiat demakdir. Fizika materiya harakatining eng umumiy (mexanik, issiqlik, elektromagnit va h.k.) formalarini va ularning bir-birlariga aylanishlarini o`rganadi. Harakatning fizikada o`rganiladigan formalari harakatning oliy va ancha murakkab bo`lgan hamma formalarida (kimyoviy, biologik va boshqa jarayonlarda) ishtirok etadi va ularning ajralmas qismidir. Masalan, Yer va osmon jismlarining hammasi, kimyoviy jihatdan sodda yoki murakkabligi, tirik yoki o`likligidan qat`iy nazar, fizika kashf etgan butun dunyo tortishish qonuniga bo`ysunadi. Hamma jarayonlar, ularning maxsus kimyoviy, biologik yoki boshqa xarakterda bo`lishidan qat`iy nazar, fizika aniqlagan qonunga - energiyaning saqlanish qonuniga bo`ysunadi.

Harqanday jamiyatda texnika taraqqiyoti, kundalik turmush tarzidan tortib yuqori avtomatlashan ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishgacha fizika fani qonuniyatlarisiz amalga oshmaydi. Shu nuqtayi nazardan olib qaraganda alohida fizika fanini ham nazariy o`qitish, ham amaliyotda tadbir etishga e`tibor berish – shu kunning muhim vazifasidir. Zero, qurilishda fizika fani qonunlari eng ko`p qo`llanilgani uchun ham uni o`qitishda tajriba-amaliyot ishlariga alohida e`tibor berish vaqti yetib keldi. Mazkur uslubiy qo`llanma shu maqsadda yozilgan bo`lib, unda oliy ta`lim - Oziq-ovqat texnologiyasi, yer usti transport tizimlari va ularni ekspluatatsiyasi, texnologik mashina va jihozlar ekologiya va atrof muhit muhofazasi ta`lim yo`nalishlari bo`yicha fizika fanini o`qitishdagi eng zaruriy laboratoriya ishlari berilgan.

Ushbu ko`rsatma umumiy fizikaning asosiy hodisalari, qonunlari, qonuniyatlarini o`rganish, ularning texnikada va hayotda qo`llanishi, tabiatdagi jarayonlarni hayotga ta`sirini qamraydi.

Umumiy fizika fanining asosiy maqsadi talabalarni asosiy fizik hodisalar, ularning mexanizmlari, qonuniyatlari va amaliy qo`llanishlari bilan tanishtirishdir. Umumiy fizika fanining asosiy vazifasi talabalarda ilmiy-amaliy dunyoqarashni, ya`ni fizikaviy hodisalarning tabiatini to`g`ri tasavvur qilish, tabiiy fanlar sohasida qo`yilgan har bir aniq vazifalar mazmunini umumiy fizika qonunlari bilan bog`lash; asosiy fizikaviy o`lchov asbob-uskunalaridan foydalana bilish; fizika fanining rivojida o`zbek allomalarining qo`shgan hissalaridan g`ururlanishni shakllantirishdir; talabalarining mustaqil ishlash malakasini, tahliliy mulohaza yuritish qobiliyatini, shuningdek asosiy va qo`shimcha adabiyotlardan foydalanish mahoratini o`stirish.

Asosiy fizika qonunlari va ularning formulalarini, asosiy fizik printsiplarini ma`nosi, mazmuni, harakat qonuniyatlari va ularning grafiklarini tahlil qilish. Fizik kattaliklarining ma`nosini, birliklarini va ularni taqqoslashni, asosiy fizik qonun va prinsiplarni mexanik hodisalarga qo`llay bilish. Fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonun va prinsiplari asosida tavsiflash. Fizikada qo`llaniladigan fizik qonunlar, prinsiplar, ideallashtirilgan modellar va sxemalarning qo`llanilish chegarasini belgilash.

Uslubiy qo`llanmada “Qurilishda fizika” fani bo`yicha laboratoriya ishlarini tashkil qilish, hamda rioya qilinishi zarur bo`lgan xavfsizlik choralari, shuningdek, laboratoriya ishlarini bajarishga oid tavsiyalar berilgan bo`lib, unda laboratoriya ishlarining mavzusi, maqsadi, qisqacha nazariyasi, qo`llaniladigan asbob-uskunalar ro`yxati keltirilgan.

BIRLIKLARNING XALQARO TIZIMI.

Birliklarning xalqaro tizimi 1960 yilning oktabrida qabul qilingan bo`lib, u “Sistema internatsionalnaya” so`zlarining bosh harflari bo`yicha SI (“Es - I” deb o`qiladi) tarzida belgilanadi. 1961 yili standartlar bo`yicha SSSR Davlat Komiteti GOST 9867-61 ni tasdiqladi. Bu standartga asosan, fan, texnika va xalq xo`jaligining barcha sohalarida hamda o`qitish jarayonida birliklarning xalqaro sistemasi (SI) dan foydalanish ko`zda tutilgan. SSSR Davlat standartining 1979 yil 6 apreldagi 113-sonli qaroriga asosan O`zaro Iqtisodiy Yordam Kengashining (ST.SEV.1052-78) “Metrologiya. Fizik kattaliklarning birliklari” standarti 1980 yil 1 yanvardan boshlab qo`llanila boshlandi.

Mazkur standart majburiy tarzda fizik kattaliklarning xalqaro birliklar sistemasi (SI) ni kiritdi. Bu sistemani quyidagi yettita asosiy va ikkita qo'shimcha birliklar tashkil etadi:

Asosiy birliklar.

1. **Uzunlik birligi** – METR (m). Metr–Krinton-86 atomining vakuumdagi $2P_{10}$ va $5d_5$ energiya satxlari orasidagi o'tishga to'g'ri keladigan vakuumdagi nurlanish to'lqinlarining $1650763,73$ tasi uzunligiga teng bo'lgan uzunlikdir.
2. **Massa birligi** – KILOGRAMM (kg). Kilogramm-massa birligi uchun qabul qilingan xalqaro prototitsning (balandligi diametriga teng bo'lgan platina – iridiy silindr) massasidir.
3. **Vaqt birligi** – SEKUND (s). Bir sekund-seviy-133 atomi asosiy holatining ikki o'tanozik energetik satxlari orasidagi o'tishga mos bo'lgan 9192531770 nurlanish davridir.
4. **Modda miqdori birligi** – MOL. Mol-moddaning shunday miqdoriki, undagi molekula (atom, ion, yoki boshqa zarralar) soni uglerod-12 ning $0,012$ kg massasidagi atomlar soniga teng.
5. **Elektr toki kuchining birligi** – AMPER (Δ). Amper-vakuumba bir-biridan $1m$ masofada joylashgan ikki parallel cheksiz uzun, kesim yuzasi juda kichik to'g'ri o'tkazgichlardan o'zgarmas tok o'tganda, o'tkazgichning har bir metr uzunligida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyuton o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan tok kuchidir.
6. **Termodinamik temperatura birligi** – KELVEN (K). Kelven-suvning o'lehanma nuqtasini xarakterlovchi termodinamik temperaturaning $1/273,16$ ulushidir.
7. **Yorug'lik kuchi birligi** – KANDELA (Kd). Kandela-berilgan yo'nalishda chastotasi $540 \cdot 10^{-2}$ Gs bo'lgan monoxromatik nurlanish tarqatuvchi manbaning yorug'lik kuchiga teng, bu nurlanishning energetik yorug'lik kuchi shu yo'nalishda $1/683$ Vt/sr ni tashkil etadi.

Qo'shimcha birliklar.

1. **Yassi burchak birligi** – RADIAN (rad). Uzunligi radiusiga teng yoyga (aylana yoyiga) tiriluvchi markaziy burchak 1 radian deb qabul qilingan.

2. **Fazoviy burchak birligi** – STERADIAN (ster). Uchi sfera markazida bo'lgan va shu sfera sirtida radius kvadratiga teng yuzli sirtni ajratadigan fazoviy burchakni 1 steradian deb qabul qilingan.

Qolgan fizik kattaliklarning o'lchov birliklari xosilaviy birliklar deb atalib, ular bu fizik kattaliklarni asosiy birliklar bilan bog'lovchi formulalar yordamida keltirib chiqariladi.

Kattaliklar	Nomi	Belgisi
1	2	3
Yuza	kvadrat metr	m^2 S
Hajm	kub metr	m^3 V
Tezlik	metr taqsim sekund	m/s v
Tezlanish	metr taqsim sekund kvadrat	m/s^2 a
Burchak tezligi	radian taqsim sekund	rad/s ω
Burchak tezlanishi	radian taqsim sekund kvadrat	rad/s^2 ξ
Davriy protsess chastotasi	gers	Gs v
Kuch	nyuton	N F
Zichlik	kilogramm taqsim metr kub	kg/m^3 ρ
Kuch momenti	nyuton metr	N·m M
Kuch impulsi	Nyuton sekund	N·s
Yung moduli	paskal	Pa Ye
Impuls /harakat miqdori/	Kilogramm metr taqsim sekund	$kg \cdot m/s$ R
Ish	Joul	J A
Energiya/kinetik,potensial/	Joul	J W
Yopishqoqlik koefitsenti	Paskal sekund	Pa·s η
Sirt taranglik	Nyuton taqsim metr	N/m α

Bosim	Paskal	Pa	R
Impuls momenti	Kilogramm metr kvadrat taqsim sekund	kg·m ² /s	L
Quvvat	Vatt	Vt	
Tovush energiyasi	joul	J	
Tovush quvvati	Vatt	Vt	N
Tovush intensivligi	Vatt taqsim kvadrat metr	Vt/m ²	
Issiqlik miqdori	joul	J	Q
Solishtirma issiqlik miqdori	Joul taqsim kilogramm	J/kg	s
Solishtirma issiqlik sig'imi	Joul taqsim kilogramm kelvin	J/kg·K	
Issiq o'tkazuvchanlik	Vatt taqsim metr kelvin	Vt/m·K	

Fizik doimiyliklar

Fizik doimiyliklar	Belgisi	Qiymati
Absolyut nol temperatura	To	K=-273,16 ⁰ S
Avagadro soni	Na	6,022·10 ²³ mol ⁻¹
Bolsman doimiysi	k	1,381·10 ⁻²³ J/K
Bo'shliqdagi yorug'lik tezligi	s	299792,5·10 ³ m/s
Gaz doimiysi	R	8,314 J/mol·K
Gravitatsion doimiy	G	6,672·10 ⁻¹¹ N·m ² /kg ²
Idel gazning normal (molyar)hajmi	V _μ	22,41·10 ⁻³ m ³ /mol
Gazning hajmiy kengayish temperatura koeffitsenti	β	1/273,15K ⁻¹ =0,00367
Loshmid soni	L _o	2,687·10 ²⁵ m ⁻³
Erkin tushish tezlanishi	q	9,80665m/s ²
Normal atmosfera bosimi	Ra	101325 Pa
Simob zichligi (normal sharoitda)	ρ _{kd}	13,595 kg/m ³
Suvning muzlash temperaturasi	t _s	0 ⁰ s=273,15 K
Havodagi tovush tezligi (normal sharoitda)	g	331,5 m/s
Havo zichligi (normal sharoitda)	ρ _{havo}	1,293 kg/m ³

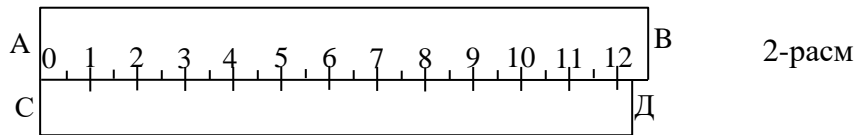
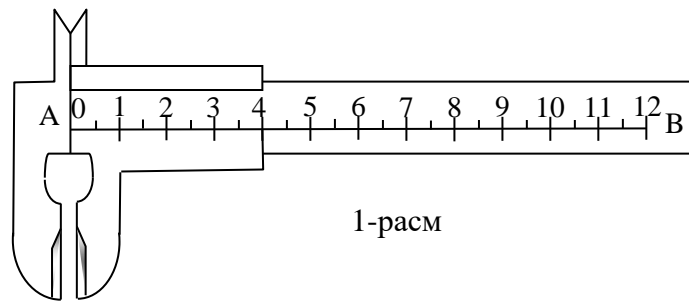
O'LCHOV ASBOBLARI

Fizik kattaliklarni o'lchash, turli asboblari yordamida bajariladi. Masalan masshtabli lineyka yordamida jismlarning chiziqli o'lchami, tarozi yordamida massasi, termometr yordamida harorati, sekundomerda esa vaqt o'lchanadi. Har bir o'lchov asbobi aniqlik darajasi bo'icha farq qiladi.

Biror fizik kattalikni o'lchashda o'lchov asbobini shunday tanlab olinadiki, o'lchashda yo'l qo'yiladigan xato mumkin qadar kam bo'lsin. Buning uchun o'lchov asbobining aniqlik darajasini oshiriladi. Quyida ayrim o'lchov asboblarining tuzilishi, aniqlik darajasini oshirish yo'li va ulardan foydalanish qoidalari ko'rsatiladi.

Ma s s h t a b l i c h i z g` i c h. Jismlarning chiziqli o'lchamlari masshtabli chizg'ich yordamida o'lchanadi. Bundan chizg'ich kichik bo'limining kattaligi, bo'lim qiymati deyiladi. Odatda chizg'ich bir bo'limining qiymati 1 mm ga teng bo'lib, uning yordamida jismning uzunligi 0,5 mm gacha aniqlikda o'lchanadi.

S h t a n g y e n s i r k u l. Shtangensirkul 25-30 sm uzunlikdagi jismlarning uzunligini 0,1 mm o'lchovda o'lchashga imkon beradi. Bu o'lchov asbobi AB masshtabli chizg'ich va CD noniusdan iborat bo'ladi. (I-rasm).



Nonius deb, katta chizg'ich bo'ylab sirpanib yuraoladigan bo'limli kichik chizg'ichni aytiladi. Nonius shkalasi m bo'lakdan iborat bo'lib, har bir bo'limining qiymati X ga teng. Noniusga bo'lim chiziqlari shunday chiziladiki, uning m bo'lagining uzunligi asosiy shkalaning $m-1$ bo'lagining uzunligiga to'g'ri kelsin (2-rasm).

Agar asosiy shkala bo'lagining qiymati U bo'lsa:

$$mx = (m-1)y = my - y$$

$$my - mx = y$$

yoki $y - x = \frac{y}{m}$ $\Delta x = y - x = \frac{y}{m}$ (1)

noniusning aniqligi deb ataladi.

Masalan $u = 1 \text{ mm}$, $m=10$ bo'lsa

$$\Delta x = \frac{1 \text{ mm}}{10} = 0,1 \text{ mm}$$

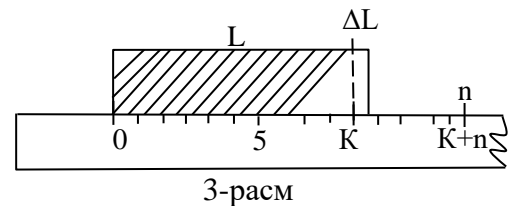
ga teng bo'ladi.

Demak, bunday shtangensirkul yordamida uzunlikni $0,1 \text{ mm}$ gacha aniqlikda o'lchanadi.

Shtangensirkul bilan jismning uzunligi «L» ni aniqlash uchun uning bir uchini asosiy masshtabning nol chizig'iga joylashtiriladi. Faraz qilaylik jismning ikkinchi uchi masshtabdagi «K» bo'lim bilan $K-1$ bo'lim orasida bo'lsin. U holda

$$L = ky + \Delta L$$

deb yozish mumkin, bunda ΔL -masshtabdagi «K» bo'limning hozircha noma'lum bo'lgan ulushidir. Endi «L» kesmaning oxiriga noniusning nol chizig'ini to'g'ri keltirib qo'yamiz. Nonius bo'limlarining uzunligiga



teng bo'lmaganidan noniusda asosiy chiziq masshtabning tegishli $(k+n)$ bo'limiga juda yaqin keladi. 3 - rasmdan ko'rinib turibdiki

$$\Delta L = ny - nx = n(y-x) \quad (2)$$

Yuqoridagi (1)) formulaga binoan:

$$\Delta L = n\Delta x \quad (3)$$

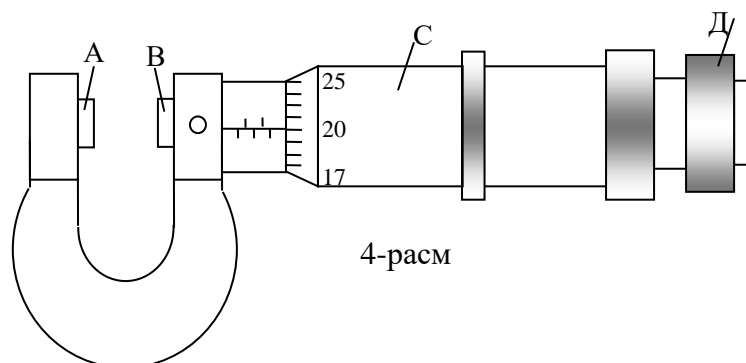
Demak kesmaning butun uzunligi

$$L = ky + n\Delta x \quad \text{Yoki} \quad L = ky + n\frac{y}{m} \quad (4)$$

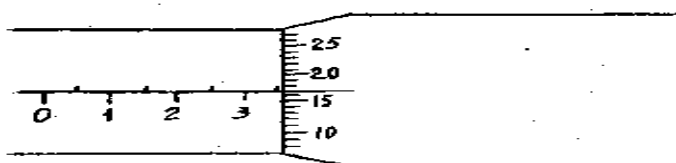
I-rasmda shtangensirkul keltirilgan. Bu asbobning harakatchan qismi ramka shaklidagi noniusdan iborat. Ramkani vint A yordamida maxkamlanadi. O'lchanayotgan jism AA

oyoqchalar orasiga siqib qo`yiladi. Shtangensirkul yordamida jismlarning oralig`i, ichki diametrini o`lchash mumkin.

Mikrometr. Mikrometr yordamida 25-30 mm dan katta bo`lmagan jismlarning chiziqli o`lchamlarini 0,01 mm gacha o`lchovda o`lchanadi. Uning ko`rinishi 4-rasmda ko`rsatilgan. Mikrometrning asosiy qismi mikrovint bo`ylab harakatlanuvchi "S" barabandan iborat. Mikrovint qadami odatda 1 mm yoki 0,5 mm bo`ladi. "S" barabaniqng sirtida 50 yoki 25 bo`limli shkala bor. Bu shkala bo`limining qiymati 0,01



O`lchanadigan buyumni "B" vint bilan uning qarshisidagi "A" tayanch orasiga qo`yib "C" baraban aylantiriladi va vintning uchi predmet sirtiga yaqin keltiriladi. Endi "D" dastakning burash bilan vintni buyumga tegizish kerak. Vint buyum sirtiga tekkanda kuchsiz tovush chiqadi. Bundan keyin "C" barabanini aylantirish taqiqlanadi. Shkalalarga qarab hisob qilinadi: millimetrlar chizig`i shkaladan, millimetr ulushlari barabandagi shkaladan, topiladi.



5 - rasm

5-rasmda 3,67 mm uzunlikka to`g`ri keluvchi barabanning holati keltirilgan.

Havfsizlik texnikasi qoidalari va tajriba xatoliklarini aniqlash

Laboratoriya ishini bajarishda quyidagilarga e'tiborni qaratish lozim:

- Ish jarayonida faqat toza, quruq va butun, ishga yaroqli asbob va jihozlardan foydalanish lozim.
- Asbob va jihozlardan foydalanishdan oldin ularning yo`riqnomasi bilan mukammal tanishib chiqish kerak.
- Elektr o`lchov asboblarini o`qituvchining ruxsatisiz tok manbaiga ulash mumkin emas.
- Laboratoriya ishining elektr sxemasini yig`ishda xatolikka yo`l qo`yib bo`lmaydi, aks holda, asbob ishdan chiqishi va o`qituvchining hayotiga xavf tug`dirishi mumkin.
- Asbob va jihozlarni stolga uning yo`riqnomasida ko`rsatilgandek holatda o`rnatish lozim (yotqizilgan, tik, burchak ostida va h.).
- Har bir laboratoriya ishini yig`ib bo`lgandan so`ng, uni albatta o`qituvchi ko`rib chiqishi va uning ruxsati bilan tok manbaiga ulanishi shart.
- Laboratoriya ishini bajarib bo`lgach, elektr o`lchov asboblarini tok manбайдan uzishni esdan chiqarmaslik zarur.
- Idishlarda suyuqliklarni qizdirish uchun ularning 1/3 qismigacha suyuqlik quyish maqsadga muvofiq.
- Moddalar shisha idishlarda qizdirilganda ularni quruq yonilg`i alangasiga tekkizmaslik kerak (chunki idishga darz ketib sinishi mumkin).

- Quruq yoqilg'ini ishlatib bo'lgach, uni maxsus qopqoq bilan berkitib o'chirish lozim.

Man etiladi:

- Asbob va jihozlarni ularning yo'riqnomasi bilan tanishmasdan ishlatishga urinish.
- Asbob va jihozlarni o'qituvchi yoki laborantning ruxsatisiz olib ishlatish.
- Elektr o'lchov asboblari suv va boshqa suyuqliklar sepish, o'qituvchining ruxsatisiz ularni tok manbaiga ulash va ularning qisqichlarini qo'l bilan ushlash qat'iyan man qilinadi.
- Tajriba jarayonida asbob va jihozlar joylashgan taglikka o'tirish, har xil buyumlar qo'yish va unga kuch bilan zarba berish.
- Asbob va jihozlarni begonalarning foydalanishi uchun berish.
- Asbob va jihozlarni yoki ortiqcha buyumlarni olib ketish.

Tajriba xatoliklarini aniqlash

Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari vaqtida turli xil fizik kattaliklarni o'lchash zarur bo'ladi.

O'lchash deb, o'lchanayotgan kattalikni birligi qilib qabul qilingan qiymati bilan solishtirish jarayoniga aytiladi.

M: laboratoriya xonasining uzunligi 10 m deyilsa, uning uzunligi 1 m dan 10 marta kattaligi tushuniladi.

Talaba fizikadan laboratoriya mashg'ulotlarida bevosita va bilvosita o'lchashlarni bajaradi.

Bevosita o'lchashlarga – o'lchamlarni jihozlar yordamida aniqlash tushiniladi.

M: uzunlik - chizig'ichda, og'irlik – tarozida, tok kuchi ampermetda, va hokazo.....

Bilvosita o'lchash – bevosita o'lchashdan olingan natijalarni biror kerakli formulaga qo'yib hisoblash tushuniladi.

Istalgan kattalikning haqiqiy qiymati va o'lchashdan olingan taqribiy qiymati orasidagi farq (ayirma) o'lchash xatoligi deb yuritiladi.

O'lchashda yo'l qo'yiladigan xatoliklar quyidagi turlarga bo'linadi.

1. Qo'pol xatoliklar yoki yanglishishlar – tajriba olib boruvchining e'tiborsiz ishlashi tufayli (qurilmaning ko'rsatishini noto'g'ri ko'rish) yuzaga keladigan xatolar.
2. Sistematik xatoliklar – biror sabab ta'sirida yuzaga keladigan takrorlanuvchi (tarozida ko'rsatkichining nol' nuqtada turmasligi) xatolar.
3. Tasodifiy xatoliklar – kutilmagan sabablarga ko'ra (bino ichida haroratning ko'tarilib yoki pasayib ketishi) yuzaga keladigan har qaysi o'lchashda turlicha sabablarga ko'ra, yo'l qo'yiladigan xatolar.

Bevosita o'lchashlarning tasodifiy xatoliklarini aniqlash

Ma'lumki, biror kattalikning o'lchangan qiymati, uning haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Biror kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish uchun ayrim o'lchashlarda topilgan natijalarning o'rta arifmetik qiymati hisoblanadi

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1).$$

Har qaysi o'lchash natijasi kattalikning o'rtacha arifmetik qiymatidan farq qiladi. Birorta o'lchash natijasining o'rtacha arifmetik qiymatidan ayirmasi (farqi) shu o'lchashning absolyut xatoligi deyiladi.

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= |x_1 - x_{o'r}| \\ \Delta x_2 &= |x_2 - x_{o'r}| \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

$$\Delta x_n = |x_n - x_{o'r}|$$

$$\Delta x_{o'r} = (|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots + |\Delta x_n|) / n \quad (2).$$

O'lchash xatoligini to'laroq xarakterlash maqsadida nisbiy xatolik tushunchasi kiritiladi. Ayrim o'lchashning nisbiy xatoligi deb shu o'lchash absolyut xatoligi Δx ning , kattalikni o'lchashda topilgan qiymati x ga nisbatiga aytiladi va E_x bilan belgilanadi.

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x_{o'r}}{x_{o'r}} \quad (3).$$

(3) dan ko'rinadiki, o'lchashning nisbiy xatoligi o'lchamsiz sonidir. O'lchashlarning nisbiy xatoligi odatda % larda ifodalanadi.

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x_{o'r}}{x_{o'r}} \cdot 100\% \quad (4).$$

Odatda o'lchashlarning o'rtacha nisbiy xatoligi hisoblanadi. O'rtacha absolyut xatolik $\Delta x_{o'r}$ ning o'lchanayotgan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati $x_{o'r}$ ga nisbatini *o'rtacha nisbiy xatolik* deb ataladi. Juda aniq o'lchash zarur bo'lmagan hollarda 5% gacha nisbiy xatolikka yo'l qo'yish mumkin deb hisoblanadi.

1 – LABORATORIYA ISHI

Erkin tushish tezlanishini aniqlash

Ishning maqsadi: Ma'lum balandlikdan tashlangan jismning tushish vaqtini bilgan holda erkin tushish tezlanishini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1) erkin tushishni o'rganuvchi qurilma; 2) "ishchi jism" - po'lat sharchalar; 3) elektrosekundomer; 4) kalit; 5) masshtabli chizg'ich.

NAZARIY QISM

Ma'lumki massaga ega bo'lgan har qanday jismlar o'zaro tortishadilar. Nyuton Kepler qonunlari va dinamikaning asosiy qonunlari asosida osmon jismlari harakatini o'rganib butun olam tortishish kuchini yaratadi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: massalari m_1 va m_2 bo'lgan va bir-biridan r masofada joylashgan ikkita ixtiyoriy moddiy nuqtalar massalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va oralaridagi masofaning kvadratiga teskari proporsional kuch bilan o'zaro tortishadilar. Bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$F = \gamma m_1 \cdot m_2 / r^2.$$

bu yerda $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ gravitatsiya doimiysi.

Hozirgi zamon tasavvurlariga asosan moddiy nuqtalar orasidagi bu o'zaro ta'sir gravitatsion maydon vositasida amalga oshiriladi. Demak, massaga ega bo'lgan har qanday jism o'z atrofida gravitatsion maydon hosil qiladi. Erning gravitatsion maydon ta'siri doirasida bo'lgan har qanday jismga Er tomonidan tortish kuchi ta'sir qiladi. Boshqa kuchlar ta'sir qilmaganida yoki ularning o'zaro ta'siri kompensatsiyalashganda gravitatsion maydon hosil qilgan tortishish kuchi ta'sirida qiladigan jismning harakatiga *erkin tushish* deyiladi. Nyutonning 2-qonuniga asosan jism erkin tushish paytida ma'lum tezlanish oladi va bu tezlanish og'irlik kuchining tezlanishi yoki *erkin tushish tezlanishi* deyiladi.

Jismlarning gravitatsion jismlarga (masalan, Erga) tortilish kuchiga *og'irlik kuchi* deyiladi va u quyidagicha aniklanadi:

$$P=mg$$

bu yerda g gravitatsion jismning erkin tushish tezlanishi deyiladi. Uning qiymati jism joylashgan nuqtaning vaziyatiga bog'liq. *Og'irlik kuchi* jismning og'irlik (massa) markaziga qo'yilgan bo'lib doimo *Er markaziga* tomon yo'nalgan bo'ladi.

Agar Erning o'z o'qi atrofidagi kundalik aylanishlarini hisobga olmasak og'irlik kuchining qiymatini Er sirtida turgan jismning Erga tortilish kuchi qiymatiga teng deb olish mumkin, yani

$$mg=\gamma mM/R^2, \quad g=\gamma M/R^2$$

bu yerda M va R – mos ravishda Erning massasi va radiusi. Er sirtidan ma'lum h balandlikda joylashgan nuqtadagi g ning qiymati quyidagicha topiladi:

$$g_h=\gamma M/(R+h)^2$$

Og'irlik kuchining tezlanishini *gravitatsion maydon kuchlanganligi* deb ham ataydilar, chunki bu kattalik maydonga kiritilgan moddiy nuqtaning massasiga bog'lik emas va maydonning kuch xarakteristikasi bo'la oladi. Oxirgi ifodadan ko'rinadiki, og'irlik kuchi va uning tezlanishi har xil planetalar uchun har xil qiymatga ega bo'ladi, chunki planetalar massalari va radiuslari har xil qiymatga ega. Planeta sirtidan uzoqdashganda og'irlik kuchi va uning tezlanishining qiymati kamayib boradi.

Og'irlik kuchidan tashqari yana jism og'irligi degan tushuncha ham qabul qilingan. Jismning *og'irligi* deb og'irlik kuchi ta'siri natijasida tayanchga yoki osmaga ko'rsatiladigan ta'sir kuchiga aytiladi. Masalan, tayanchga qo'yilgan m massali jism tayanch bilan birgalikda yuqoriga a tezlanish bilan ko'tarilayotgan bo'lsin. Bu holda jismga ikkita kuch ta'sir kiladi: og'irlik kuchi P va tayanchning reaksiya kuchi N . Jismning og'irligi harakatlanayotgan tayanch bilan bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan jism tinch turgani uchun $P=mg$. Qaralayotgan sistema Er bilan bog'langan sanoq sistemaga nisbatan a tezlanish bilan harakatlanayotganligi uchun u potensial bo'ladi va bu sistemaga Nyutonning ikkinchi qonunini qo'llash uchun jismga ta'sir qilayotgan inersiya kuchini ham hisobga olish kerak. U xolda

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{in}=0 \quad \text{yoki} \quad P-N+F_{in}=0$$

$$P=mg \quad \text{va} \quad F_{in}=ma$$

ekanligini xisobga olsak yuqoridagi ifoda quyidagi ko'rinishga keladi

$$N=m(g+a)$$

Agar qaralayotgan sistema pastga a tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsa,

$$-P+N+F_{in}=0; \quad N=m(g-a)$$

bo'ladi. Demak umumiy holda $N=m(g\pm a)$ bo'ladi. Qaralayotgan hollarda jism og'irligi son jixatdan jismga ta'sir qilayotgan reaksiya kuchiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$P=N \quad \text{va} \quad P=m(g\pm a)$$

Jismning og'irligi uchun yozilgan ifodadan ko'rinib turibdiki, tayanch-jism yoki osma-jism sistemasi Er bilan bog'langan sanoq sistemasiga nisbatan tinch tursa yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lsa jismning og'irligi og'irlik kuchiga son jihatdan teng bo'ladi, yani $a=0$, $P=mg$. a tezlanish bilan harakatlanib Er sirtidan uzoqlashsa jism og'irligi og'irlik kuchidan katta

bo'ladi. Bu hodisaga *yuklanish* (peregruzka) deyiladi. Agar jism a tezlanish bilan Er sirtiga yaqinlashsa jism og'irligi og'irlilik kuchidan kichik bo'ladi. Agar jism bilan bog'liq sistema erkin tushayotgan bo'lsa $a=g$ va $P=0$ bo'ladi. Bu hodisaga *vaznsizlik* deyiladi. Yuklanish va vaznsizlik holatlarini kosmonavtikada hisobga olish kerak bo'ladi. Kosmik raketa a tezlanish bilan Yerdan ko'tarilganda kosmonavtlar yuklanish holatida bo'ladilar, shuning uchun ularning organizmi zo'riqishga chidamli bo'lishi kerak. Kosmik kema turg'un doiraviy orbita bo'ylab birinchi kosmik tezlik bilan harakatlanayotganda markazga intilma tezlanish son jixatdan erkin tushish tezlanishiga teng va u bilan bir yo'nalishda bo'ladi. Natijada kosmik kema ichidagi kosmonavtlar va barcha jismlar vaznsizlik holatida bo'ladilar.

Uslubning nazariyasi

Havoning qarshilik kuchi bo'lmaganda barcha jismlar tortishish kuchi ta'sirida Er sirtiga bir xil tezlanish bilan tushadilar.

Bu tezlanishga erkin tushish tezlanishi yoki tortishish kuchi tezlanishi deyiladi va g harfi bilan belgilanadi. Er bilan bog'langan sanoq sistemasida m massali har qanday jismga og'irlilik kuchi deb ataluvchi $P=mg$ kuch ta'sir qiladi. Undan erkin tushishi tezlanishini topamiz:

$$g=P/m \quad (1.1)$$

Butun olam tortishish qonuniga asosan Er sirti yaqinidagi Erga tortishish kuchi F_0 quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_0=\gamma Mm/R^2 \quad (1.2)$$

bunda R – Erning radiusi; M – Erning massasi; m – jismning massasi.

Agar jism Er sirtidan h balandlikda bo'lsa, (1.2) quyidagi ko'rinishga keladi

$$F_h=\gamma Mm/(R+h)^2. \quad (1.3)$$

Agar $h \ll R$ bo'lsa, (1.3) ni taxminan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$F_h=\gamma Mm/R^2 \quad (1.3a)$$

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki 3 km balandlikda jismning Erga tortishish kuchi Erning sirtidagi tortishish kuchidan 0,1% ga kichik ekan. SHuning uchun Er sirti yaqminidagi tortishish kuchining maydonini bir jinsli deb hisoblasa bo'ladi. U holda uning kuchlanganligi quyidagiga teng buladi:

$$g_0=F_0/m=\gamma M/R^2. \quad (1.4)$$

Er sirtidan h balandlikda esa quyidagicha bo'ladi

$$g_h=\gamma Mm/(R+h)^2. \quad (1.4a)$$

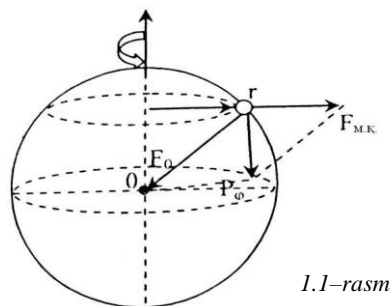
Gravitatsion maydon kuchlanganligi g_0 miqdor jihatdan erkin tushish tezlanishi g ga tahminan tengdir. Nyutonning 2-qonuniga kiruvchi massa (inersion massa) va butun olam tortishish qonuniga kiruvchi massa (gravitatsion massa) bitta fizik kattalikning turli ko'rinishi bo'lganligi uchun, jismning erga tortishish kuchi og'irlilik kuchi deyiladi.

Jismning osma yoki tayanchga ko'rsatadigan ta'siri *jismning og'irligi* deyiladi. Jism bilan tayanch (yoki osma) Erga nisbatan qo'zg'almas bo'lgandagina jismning og'irligi og'irlilik kuchiga teng bo'ladi. Er o'z o'qi atrofida aylanganligi hisobiga, Er bilan bog'langan sanoq sistemasi noinersial bo'lganligi sababli jismning og'irligi og'irlilik kuchidan biroz farq qiladi.

Jismlarning Erga nisbatan harakatini tekshirayotganda, markazdan qochma inersiya kuchining ifodasini nazarga olish kerak:

$$F_{m,q}=m\omega^2 r, \quad (1.5)$$

bu yerda m – jismning massasi, r – Er o‘qidan jismning massalar markazigacha bo‘lgan masofa (1.1-rasm). Jismlarning Er sirtidan balandligi h katta bo‘lmagan hollar bilan chegaralanamiz. $r=R\cos\varphi$ bo‘lganligi uchun (R – Erning radiusi, φ – joyning geografik kengligi) markazdan qochma inersiya kuchining ifodasi quyidagi ko‘rinishga keladi:



1.1-rasm

$$F_{m.q} = m\omega^2 R \cos\varphi. \quad (1.6)$$

Jismlarning Erga nisbatan kuzatiladigan erkin tushish tezlanishi, ikki kuchning ta‘sirida yuzaga keladi: bulardan biri jismning Erga tortishish kuchi F va ikkinchisi markazdan qochma inersiya kuchi $F_{m.q}$. Bu ikki kuchning teng ta‘sir etuvchisi son jihatdan shu φ geografik kenglikdagi jismning og‘irligi P_φ ga teng bo‘ladi (1.1-rasm), ya‘ni

$$P_\varphi = F - F_{m.q} \cos\varphi = \gamma M \cdot m / R^2 - m\omega^2 R \cos^2\varphi. \quad (1.7)$$

(1.7) formuladan ko‘rinadiki, jismning og‘irligi Erning geografik kengligiga bog‘lik ekan. Binobarin jismning og‘irligi qutb ($\varphi=90^\circ$) dan ekvator ($\varphi=0^\circ$) ga kamayib boradi.

(1.1) va (1.7) formulalarga asosan, Erning φ geografik kengligida erkin tushish tezlanishi quyidagiga teng bo‘ladi:

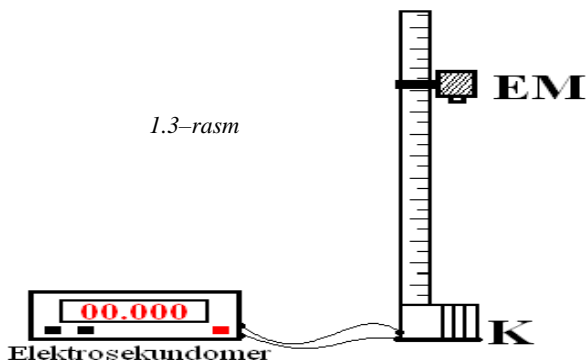
$$g_\varphi = \gamma M / R^2 - \omega^2 R \cos^2\varphi$$

Demak, og‘irlik kuchining tezlanishi ham qutbdan ekvatorga qarab kamayib boradi. To‘g‘ri, bu kamayish shunchalik kichikki (0.5% dan oshmaydi), uni ko‘p amaliy hisoblarda nazarga olinmaydi.

Qurilma va tajribaning tavsifi

Bu tajribada po‘lat sharchaning erkin tushish tezlanishi uning tushish masofasi va shu masofani o‘tish uchun ketgan vaqtni o‘lchash orqali aniqlanadi. Jismlarning erkin tushishini o‘rganish qurilmasi, vertikal ustundan tashkil topgan. Ustunda u bo‘yicha erkin suriladigan ikki halqa bor. YUqoridagi halqaga elektromagnit ”M“ mahkamlangan, pastgi halqaga esa tushgan sharchalarni tutib qoladigan moslama mahkamlangan. Bu moslama ustida K_2 plastinka o‘rnatilgan (1.2-rasm).

Elektromagnitdan o‘tayotgan tok K_1 kalit uzilgan paytda yo‘qolib, elektrosekundometr ishga tushadi va sharcha pastga tushadi. Tushayotgan sharcha K_2 plastinkaga urilganda, u elektr



1.3-rasm

zanjirni uzadi va elektrosekundomerni to'xtatadi.

Real holda sharcha havodan iborat muhitda harakatlanganligi uchun, Stoks kuchi va Arximed kuchi ta'sirida tekis o'zgaruvchan harakatda bo'la olmaydi. Bu kuchlarning sharcha harakatiga ta'siri juda kichik bo'lgani uchun ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. SHuning uchun sharchaning kichik masofalardagi harakati deyarli tekis tezlanuvchan harakat bo'lib, uning tezlanishini aniqlashda tekis tezlanuvchan harakat qonunlaridan foydalanish mumkin. Binobarin, sharchaning harakati boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakatdir. Erkin tushish tezlanishi g quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$g=2h/t^2 \quad (1.8)$$

Ishni bajarish tartibi

1. Halqani yuqoriga surib elektromagnitni K_2 plastinkadan $1,2 \div 2$ metr masofada o'rnatiladi.
2. Elektrosekundomerdagi knopka yordamida uning ko'rsatishi nol holatga keltiriladi.
3. Elektromagnit va elektrosekundomerlar tok manbaiga ulanadi. Po'lat sharcha elektromagnitga yaqin keltirilganda elektromagnit uni "ushlab" qoladi.
4. K_1 kalit yordamida elektromagnit tok manбайдan uziladi. Bu paytda elektrosekundomer ishga tushadi va erkin tushayotgan sharchaning vaqtini qayd qila boshlaydi. Sharcha K_2 plastinkaga kelib urilganda, u egilib elektr zanjirni uzadi va elektrosekundomer o'lchashdan to'xtaydi.
5. Tajribani $5 \div 10$ marta takrorlab, o'lchash natijalarini 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

№	h, m	t, s	t^2, s^2	$g, m/s^2$	$\langle g \rangle m/s^2$	Δg	$\langle \Delta g \rangle$	$\varepsilon, \%$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								

6. Tajribada o'lchangan masofa va vaqtning qiymatlari (1.8) formulaga qo'yilib, erkin tushish tezlanishi aniqlanadi.
7. Tajribani bajarish paytida yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy hatoliklar topiladi.
8. Natija $g=(\langle g \rangle \pm \langle \Delta g \rangle)$ ko'rinishda yoziladi.

Sinov savollari

1. Jismlarning erkin tushishi va erkin tushish tezlanishi deb nimaga aytiladi?
2. Butun olam tortishish qonunini ta'riflang.
3. Og'irlik kuchi va jismning og'irligini ta'riflang. Bu kuchlarning yo'nalishi, hamda qo'yilish nuqtasini ayting.
4. Vaznsizlik va yuklanish holatlarini tushuntirib bering.
5. Erkin tushish tezlanishi h balandlikka va geografik kenglikka qanday bog'langan?

2-LABORATORIYA ISHI

Oberbek mayatnigi yordamida qattiq jismlarni inersiya momentini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1. Oberbek mayatnigi: 2. 100 va 200 gramm massali yuklar. 3. Shtangentsirkul. 4. Sekundomer. 5. Tarozi toshlari bilan.

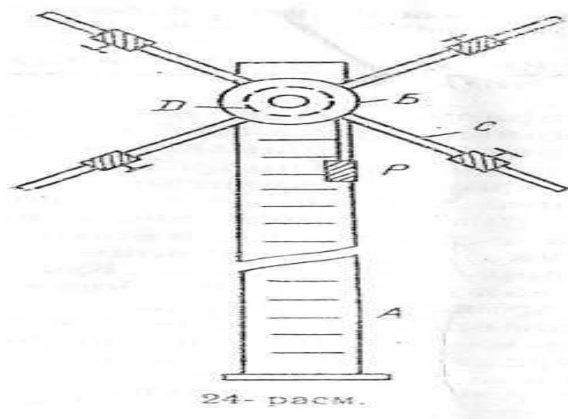
Ishning maqsadi. Oberbek mayatnigi yordamida qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini tajribada tekshirish.

NAZARIY QISM

Agar $I = \text{const}$ bo'lsa, jismga M_1 aylantiruvchi moment bilan ta'sir etib, uning β_1 burchakli tezlanish olishiga, M_2 moment bilan esa uning β_2 burchakli tezlanish olishiga erishish mumkin. U holda

$$I = \frac{M_1}{\beta_1} = \frac{M_2}{\beta_2} = \text{const} \quad \text{yoki} \quad \frac{M_1}{M_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2} \quad (10)$$

tenglik o'rinli bo'ladi. Shuningdek, $M = \text{const}$ bo'lganda $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$ (11) tenglik o'rinlidir.



(10) va (11) tengliklarning o'rinli ekanligini Oberbek mayatnigi yordamida miqdoriy tekshirib ko'rish mumkin.

Oberbek mayatnigi A ustunga o'rnatilgan B gupchakka kirgizilgan va gorizontal o'q atrofida erkin aylana oladigan krest shaklida mahkamlangan

Csterjenlar— krestovinalardan iborat (24- rasm). C sterjenlarga aylanish markazidan bir xil masofada m massali yuklarni o'rnatish mumkin. Yuklarni sterjenlar bo'yicha siljitish orqali mayatnikning inersiya momenti o'zgartiriladi. Krestovinning aylanish o'qiga D chig'iriq o'rnatilgan bo'lib, chig'irigiqqa o'ralgan ipning ikkinchi uchiga P yukcha bog'langan. Yukning og'irligi ta'sirida yuzaga kelgan ipning taranglik kuchi, krestovinaga aylantiruvchi moment ta'sir qilib, uni tekis tezlanuvchan aylanma harakatga keltiradi.

P-yukning kattaligini har xil tanlab, mayatnikka ta'sir etuvchi kuch momentini o'zgartirish mumkin. Krestovina aylanma harakati burchakli tezlanishining kattaligini P yukning t tushish vaqtiga qarab baholash mumkin. Agar yukning A ustun bo'yicha tushish balandligi h va tushish vaqti t bo'lsa, yukning harakat tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{2h}{t^2}$$

a tezlanishni bilgan xolda krestovina o'qiga o'rnatilgan chig'irining r radiusini o'lchab, uning burchakli tezlanishini quyidagicha topish mumkin

$$\beta = \frac{a}{r} = \frac{2h}{rt^2} \quad (12)$$

Ipning taranglik kuchini F bilan belgilasak, u holda krestovinani aylantiruvchi kuch momenti quyidagicha aniqlanadi $M = Fr$

Yuk a tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat qilayotgani uchun ipning taranglik kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi: $F = m(g - a)$. bunda m — yukning massasi.

Demak, yukning tushish vaqtidagi kuch momenti quyidagicha ifodalanadi:

$$M = m \left(g - \frac{2h}{t^2} \right) r \quad (13)$$

(5), (12) va (13) formula yordamida sistemaning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$I = mr^2 t^2 \frac{g - \frac{2h}{t^2}}{2h}$$

Ishni bajarish tartibi

1. Texnik tarozi yordamida P yukning m massasi aniqlanadi.
2. Chig'irining diametrini shtangentsirkul yordamida o'lchanadi va r radiusi topiladi.
3. Avvalo inersiya momentini o'zgartirmay, tajriba o'tkaziladi. Buning uchun krestovina sterjenlaridagi yuklarni aylanish o'qiga nisbatan bir xil uzoqlikka joylashtiriladi.
4. B vilkani shtepselga tiqib, EM elektromagnitni tajriba o'tkazishga tayyorlab qo'yiladi.
5. Harakatga keltiruvchi P yuk bog'langan ipni chig'iriqqa o'rab, yukni maksimal balandlikka ko'tariladi va K tumblarni ulab elektromagnitga «ushlatib» qo'yiladi. Ustundagi shkaladan h balandlik aniqlab olinadi.
6. K tumblarni uzib, P yukning harakatga kelib pastdagi platformaga tushib urilguncha ketgan t vaqt sekundomer yordamida 3—4 marta o'lchab olinadi va vaqtning o'rtacha qiymati topiladi (P yukning tebranmay tushishiga e'tibor bering).
7. (12) formulaga asosan β_2 , (13) formulaga asosan M_1 hisoblanadi.
8. P yukning ustiga qo'shimcha m_1 yukni qo'yib, 6- banddagi topshiriq bajariladi va β_2 , M_2 kattaliklar hisoblanadi, bunda (13) formuladagi m o'rniga $m + m_2$ olinadi.
9. P yukning ustidan P_1 yukni olib, P_2 yuk qo'yiladi va tajriba 3—4 marta takrorlanadi. Bu holdagi burchakli tezlanish β_3 kuch momenti M_3 bilan belgilab olinadi. Hisoblashda m o'rnida $m + m_2$ olinadi.
10. (10) formulaga binoan, $\frac{M_1}{M_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$, $\frac{M_2}{M_3} = \frac{\beta_2}{\beta_3}$, $\frac{M_1}{M_3} = \frac{\beta_1}{\beta_3}$ nisbatlar tskshtiriladi.
11. Endi kuch momentini o'zgartirmay saqlab (ip uchida faqat P yukni qoldirib), tajriba o'tkaziladi. Buning uchun krestovina sterjenlaridagi yuklarni eng chetki vaziyatga qo'yib, P yukning tushish vaqti o'lchanadi va (14) formuladan I_1 ni, (12) formuladan β_1 ni hisoblab topiladi.

12. Krestovina .sterjenlaridagi yuklarni bir bo'limga aylanisho'qigatomonsiljitib, 11-banddakeltirilgantopshiriqbajariladiva β_2 , I_2 kattaliklar hisoblanadi.

13. Yuklarning sterjen bo'yicha yana bir bulimga siljitib, β_3 , I_3 topiladi.

14. (11) formulaga binonan

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\beta_2}{\beta_1}, \quad \frac{I_2}{I_3} = \frac{\beta_3}{\beta_2}, \quad \frac{I_1}{I_3} = \frac{\beta_3}{\beta_1}$$

nisbatlar tekshiriladi.

Savollar

1. Jismning burchakli tezligi, burchakli tezlanishi, aylantiruvchi kuch momenti va inersiya momentlarini ta'riflang. Ular qanday birliklarda o'lchanadi?

2. Qattiq jismining aylanma harakati uchun dinamikaning asosiy qonunini yozib tushuntiring.

3. P yukning harakatini tekis tezlanuvchan harakat deyish mumkinmi?

4. Agar jismning simmetriya o'qiga nisbatan inersiya momenti ma'lum bo'lsa, ixtiyoriy o'qqa nisbatan inersiya momenti qanday aniqlanadi?

5. Pastga harakatlanayotgan yukning tebranishiga nima uchun yo'l qo'yib bo'lmaydi? Bu tebranish tajriba natijasiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

6. Ishni qanday bajarganingizni tushuntirib bering.

7. (9), (13) va (14) formulalarni keltirib chiqaring.

3-LABORATORIYA ISHI

Egilish usuli orqali Yung modulini aniqlash

Kerakli asbob va uskunalar: 1) elastiklik modulini aniqlovchi sterjenlar, 2) 40, 50 sm li yoqoch yoki po'lat chizqich; 3) massalari 2 kg gacha bo'lgan xar xil massali jismlar 4) shtangentsirkul 5) 1 metr uzunlikdagi masshtabli chizqich

Ishning maqsadi: Maxsus qurilma yordamida turli moddalardan yasalgan to'qri to'rtburchak kesimli sterjenlarning yuk ta'sirida egilishini o'lchab, egilish elastiklik modulini aniqlash

NAZARIY QISM

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarrachalarining nisbiy joylashuvidagi har qanday o'zgarish jismning chiziqli o'lchamlarini va shaklini o'zgartiradi, ya'ni jism deformatsiyalanadi. Tashqi kuchlar ta'siri to'xtagandan so'ng deformatsiyalangan qattiq jism o'zining avvalgi holatini tiklay olsa, bunday deformatsiya **elastik deformatsiya** va jism avvalgi holatini tiklay olmasa, bunday deformatsiya **plastik deformatsiya** deyiladi.

Qattiq jism deformatsiyasini cho'zilish yoki siqilish, egilish, buralish, siljish deformatsiyalariga ajratiladi. Barcha turdagi elastik deformatsiyalarda quyidagi qonunlar o'rinli bo'ladi:

1. Deformatsiya kattaligi tashqi kuchning kattaligiga to'qri proporsional bo'ladi.

2. Tashqi kuchning ishorasi o'zgarsa, deformatsiya kattaligining ishorasigina o'zgaradi, ammo absolyut qiymati o'zgarmaydi.

3. Bir qancha tashqi kuchlar ta'sir qilgandagi umumiy deformatsiya har bir kuchning ta'sirida vujudga keladigan deformatsiya yig'indisiga teng bo'ladi.

Kristall jismga bo'lgan har qanday tashqi ta'sir, masalan, mexanik ta'sir kristall panjarasining muvozanat holatini buzadi. Bu ta'sir kristall jism ichidagi zarralarning siljishiga

sabab bo'ladi. Bu esa jismning shakli yoki hajmi o'zgarishiga olib keladi. Tajribalar deformatsiya kattaligi jism o'lchamiga, kuch jismning qaerga ta'sir qilishiga, kuchning yo'nalishiga va jismning qanday materialdan tayyorlanishiga bog'liqligini ko'rsatadi.

Yupqa chizg'ichni o'rtasiga kuch ta'sir qilsa, chizg'ich egiladi. Bunday egilish natijasida chizg'ichning botiq tomoni qisqaradi, qavariq tomoni esa uzayadi. Chizg'ichning o'rtasiga qancha ko'p yuk qo'yilsa, chizqich shuncha ko'p egiladi.

Demak jismning deformatsiyasi qancha katta bo'lsa, elastiklik kuchi ham shuncha katta bo'ladi. Agar to'g'ri elastik sterjenning bir uchini qattiq devorga kirgizib qo'zqalmaydigan qilib mahkamlab, uning ikkinchi uchiga P yuk qo'yilsa, u holda sterjenning bu uchi pasayadi. ya'ni sterjen egiladi. Ravshanki, bu holda sterjenning ustki qatlami cho'ziladi. ostki qatlamlari siqiladi, neytral qatlam deb ataluvchi o'rtadagi biror qatlamning uzunligi o'zgarmaydi, u faqat salgina egiladi.

Sterjen erkin uchining siljishi egilish strelkasi deyiladi, Yuk qanchalik katta bo'lsa, egilish strelkasi ham katta bo'ladi, Bundan tashqari, egilish strelkasi sterjenning shakli va o'lchamiga hamda uning elastiklik moduliga bog'liq bo'lishi kerak. Uzunligi L , eni a va qalinligi b bo'lgan sterjenning egilish strelkasi (masofasi) _

$$\lambda = \frac{4PL^3}{Eab^3} \quad (1)$$

formula bilan ifodalanadi, bu erda E – sterjen materialining Yung moduli, P - sterjenning uchiga qo'yilgan yuk og'irligi.

Chizqich – sterjenning ikkala uchi qattiq tayanchlar ustiga erkin qo'yilgan va P yuk sterjenning o'rtasiga qo'yilgan va egilishning bu holda tayanchlarning har biri sterjenga $P/2$ ga teng aks ta'sir qilsada, sterjenning o'rta qismi gorizontaal vaziyatda qolaveradi. Demak ikkala uchi tayanch ustida yotgan sterjenning egilishi uning o'rtasida mahkamlangan. o'rtada $L/2$ masofada turuvchi har ikki uchiga esa yuqoriga yo'nalgan $P/2$ kuch ta'sir qilayotgan holdagidek bo'ladi. Binobarin, egilish strelkasi (1) formula bo'yicha hisoblanadi.

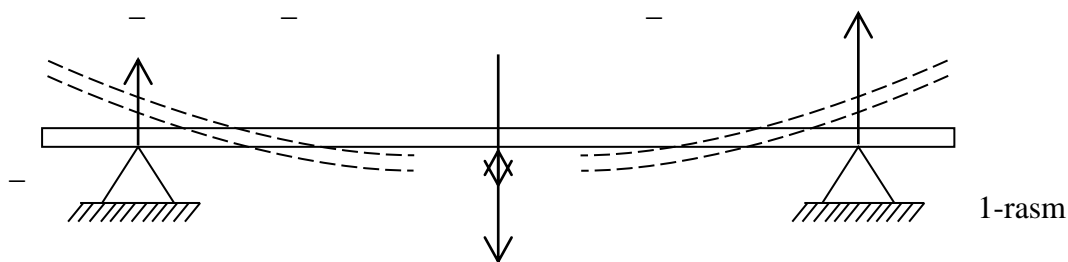
bu holda (1) formuladan

$$E = \frac{mgL^3}{4ab^3\lambda} \quad (2)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Qurilmaga po'lat yoki yoqoch chizqichni mahkamlang (1 - rasm).
2. Chizqichning qalinligi b , eni a , tayanchlar orasidagi masofa L ni o'lchang.



3. Mahkamlangan chizqichning o'rta qismiga m massali yuk qo'yib, egilish masofasi (strelkasi) λ ni mikrometrdagi o'lchang.
4. Yuklar sonini orttirib egilish masofalarini o'lchang.
5. O'lchash va (2) formula bo'yicha hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga yozing.

Tajribalar	m	P	a ,	b ,	λ ,	L ,	E ,	$E_{o'r}$	ΔE	$\Delta E_{o'r}$	$\frac{\langle \Delta E \rangle}{\langle E \rangle} \cdot 100\%$
							H/M^3				

1											
2											
3											

Nazorat uchun savollar

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Uning turlarini ayting.
2. Elastiklik kuchi deb nimaga aytiladi? Cho'zilish deformatsiyasi uchun elastiklik kuchining formulasini yozing.
3. Elastiklik kuchining tabiati qanday ?
4. Yung modulining ma'nosini tushuntirib bering.

4 – LABORATORIYA ISHI

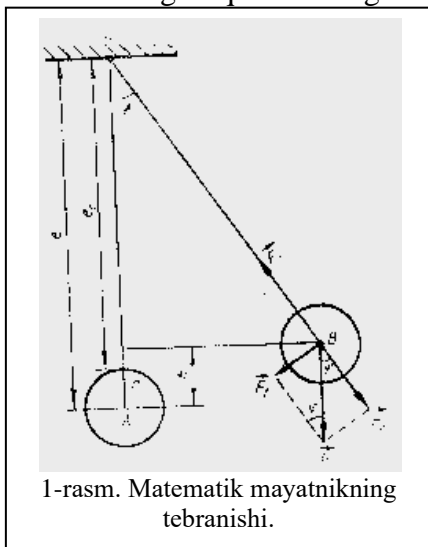
Tebranma harakat qonunlarini o'rganish

Kerakli asbob va materiallar: 1) unchalik katta bo'lmagan metall sharcha; 2) uzunligi 2 m ga yaqin cho'zilmaydigan ip; 3) chizg'ich; 4) shtangentsirkul; 5) sekundomer.

NAZARIY QISM

Kundalik hayotimizda yuqoridan pastga tikkasiga baravar tashlangan bir necha jismlarning har xil vaqtda tushishi hammamizga ayon. Bunga jismlarga Yerning tortish kuchidan tashqari havoning qarshilik kuchi ham ta'sir qilishi sabab bo'ladi.

Jismlarning faqat Yerning tortish kuchi sababli tushishini erkin tushish va shu jismlarning



1-rasm. Matematik mayatnikning tebranishi.

tezlanishi g ni erkin tushish *tezlanishi* deb yuritiladi. Yer sirtining istalgan nuqtasida barcha jismlarning erkin tushish tezlanishi bir xil bo'ladi. Agar jism yotiq tayanchda muvozanat holatda tursa, uning og'irligi o'z navbatida og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Og'irlik kuchi jismlarning o'ziga, xuddi shu jismlarning og'irligi esa tayanchga ta'sir qiladi.

Yerning turli geografik kengliklardagi nuqtalarida erkin tushish tezlanishining qiymati har xil bo'ladi. Masalan, Yer qutbida uning qiymati 983 sm/s^2 , ekvatorida esa 978 sm/s^2 ga teng.

Og'irlik kuchining tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashni ko'rib chiqaylik.

Matematik mayatnik deb, vaznsiz, cho'zilmas ingichka ipga osilgan moddiy nuqtaga aytiladi. Amalda cho'zilmas (aniqrog'i juda ham kam cho'ziladigan) ingichka ipga osilgan

kichkina metall sharchani *matematik mayatnik* deb qarash mumkin.

1-rasmdan quyidagini yozamiz:

$$\frac{F_1}{P} = \sin \varphi \quad \text{bundan} \quad F_1 = P \cdot \sin \varphi$$

yoki $F_1 = mg \cdot \sin \varphi$ ni hosil qilamiz. Kuchning bu tashkil etuvchisi sharchani harakatga keltiradi. Agar F_1 kuchning yo'nalishi sharchaning tebranish yo'nalishiga teskariligini e'tiborga olsak, quyidagini yozish mumkin:

$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi \quad (1)$$

Muvozanat vaziyatdan og'ish burchagi kichik bo'lganda, $\sin\varphi$ ni φ bilan almashtirish, mayatnik harakatlanadigan yoyni esa to'g'ri chiziq kesmasi - siljish kattaligi x deb olish mumkin.

U vaqtda:
$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi = -mg \cdot \frac{x}{\ell} \quad (2)$$

Ma'lumki, F_1 ni qaytaruvchi kuch deb yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan sharchaga tezlanish berayotgan kuchning kattaligi quyidagiga teng:

$$F_1 = m \alpha = -m \omega^2 x \quad (3)$$

(2) va (3) lardan quyidagini yozamiz: $-mg \frac{x}{\ell} = -m\omega^2 x$ bundan $\omega^2 = \frac{g}{\ell}$ yoki $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ga

tengligini eslasak, $\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{\ell}$ bundan quyidagini hosil qilamiz:

$$g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2} \quad (4)$$

Bu erda: ℓ - matematik mayatnik uzunligi, T - mayatnikning to'la tebranish davri.

Mayatnikning uzunligi ℓ , ipning uzunligi ℓ_0 bilan sharcha radiusi r ning yig'indisiga teng:

$$\ell = \ell_0 + r$$

Tajriba vaqtida mayatnikning biror vaqtda tebranishlari soni N dan foydalanib, tebranish davrini quyidagicha topamiz:

$$T = \frac{t}{N}$$

Ishni bajarish tartibi.

1. Chizg'ich yordamida matematik mayatnik ipining tanlab olingan uzunligi ℓ_0 va shtangentsirkul bilan sharcha diametri d lar 3 marta o'lchanadi (bunday holda sharcha radiusi

$r = \frac{d}{2}$ ga teng).

2. Har qaysi o'lchashdagi mayatnikning uzunligi $\ell = \ell_0 + r$ lar hisoblanadi.

3. Mayatnikning biror N marta tebranishi uchun ketgan vaqt ham 5 marta o'lchanadi. Aniqroq natijalarni olish uchun mayatnikni 60-100 marta tebrantirish kerak.

4. Olingan ma'lumotlar asosida ℓ , t , N , g , $g_{o'r}$, Δg , $\Delta g_{o'r}$, E lar hisoblanadi. O'lchash va hisoblashlar natijalari 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari to'ldiriladi.

Tajribalar	ℓ	t	N	T	g	$g_{o'r}$	Δg	$\Delta g_{o'r}$	E
1									
2									
3									

Sinov savollari

1. Jismlarning qanday harakati erkin tushishi deb aytiladi?
2. Erkin tushish tezlanishi g ning qiymatlari geografik koordinatlarga bog`liqmi? Agar bog`liq bo`lsa sababi qanday?
3. Nima uchun mayatnikning tebranish davrini uning ko`p marta tebranishlari asosida topiladi?
4. Matematik mayatnik tebranish davri formulasi qanday chiqariladi?

5 – LABORATORIYA ISHI

Tovushning havoda tarqalish tezligini aniqlash

Ishning maqsadi: Tovush to`lqinlarining elastik muhitda (havoda) tarqalish tezligini akustik rezonans yordamida aniqlashdan iborat.

Kerakli asboblari: tovush generatori (TG), mikrofon, havo-suyuqlik qatlamlarida to`lqinlarning akustik rezonansini vujudga keltiruvchi suyuqlik solingan silindrik shisha idish, chizg`ich.

NAZARIY QISM

Tovush tebranishlari elastik muhitda tarqalganda akustik yoki tovush to`lqinlari hosil bo`ladi. Eshitish organlarmizga ta`sir qilib his uyg`ota oladigan (20 dan 20000 Hz gacha) chastotalarda tebranuvchi elastik to`lqinlar – *tovushlar* deb ataladi. Tebranish chastotasi 20 Hz dan kichik bo`lgan elastik to`lqinlar *infratovushlar*, chastotasi 20000 Hz dan yuqori bo`lgan to`lqinlar *ultratovushlar* deyiladi.

Tebranishlar muhitda tarkalganda tebranaetgan muhit zarrachalari tarkalaetgan jaraen bilan birga ko`chmaydi, balki o`zlarining muvozanat holati atrofida tebranma harakat qiladilar. Agar muhit zarralarining yo`nalishi to`lqinning tarqalish yunalishi bilan mos kelsa *buylama* to`lqinlar, muhit zarralarining tebranish yunalishi to`lqinning tarqalish yo`nalishiga tik bo`lsa *ko`ndalang* to`lqinlar yuzaga keladi.

Bo`ylama va ko`ndalang to`lqinlarning vujudga kelishi muhitning elastik xossalariga to`g`ri keladi. Agar muhitda elastik kuchlar cho`zilish va siqilish deformatsiyasi tufayli vujudga kelsa muhitda (gaz, suyuqlik va qattiq jismlarda) bo`ylama to`lqinlar tarqaladi. Ko`ndalang to`lqinlarning tarqalishi jarayonida muhit qatlamlarining bir-biriga nisbatan siljishi, ya`ni qatlamlarning nisbiy siljishiga qarshilik ko`rsatadigan elastik kuchlar (bu kuchlar tufayli muhit zarralari tebranadi) faqat qattiq jismlarda vujudga keladi, chunki qattiq jismlar o`z shakllarini saqlashga intiladi. Suyuqlik va gazsimon muhitlarda esa, siljish deformatsiyasi sodir bulmaydi. Binobarin, ularda siljishga qarshilik ko`rsatuvchi elastik kuchlar ham vujudga kelmaydi. SHu sababli suyuqlik va gazlarda ko`ndalang to`lqinlar vujudga kelmaydi.

Umuman har qanday muhitda to`lqinlarni uyg`otish uchun tebranuvchi manba mavjud bo`lishi kerak. Bu manba o`zi joylashgan sohadagi muhit zarralarini tebratadi. Natijada elastik kuchlari ta`sirida manba uyg`otgan tebranishlar vaqt davomida boshqa zarralarga ham uzatiladi. Demak, muhit zarralarining tebranishlari, to`lqin manbaining majbur etuvchi kuch chastotasi ta`sirida sodir bo`ladi.

SHunday qilib, to`lqin deganda tebranishlarning elastik muhitda tarqalish jarayonini tushunamiz. To`lqinning tarqalish yo`nalishi *nur* deb ataladi. Ixtieriy *t* vaqtda tebranishlar etib kelgan muhit zarralarining geometrik o`rinlari esa *to`lqin fronti* deyiladi. Binobarin, to`lqin frontini muhitning tebranayotgan zarralarini, tebranishini hali boshlamagan zarralaridan ajratib turuvchi chegaraviy sirt tarzida tasavvur qilish mumkin. To`lqin frontining shakli muhit xossalari, tebranish manbaining shakli va o`lchamlariga bog`liq.

Bir jinsli va izotrop muhitda joylashgan nuqtaviy tebranish manбайдan tarqalaetgan to`lqinlarning fronti sferik shaklda bo`ladi.

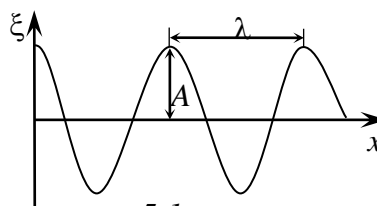
Binobarin mazkur to`lqinlar *sferik to`lqinlar* deyiladi. Agar tebranish manbai tekislik shakliga ega bo`lsa, manbaga yaqin sohalardagi to`lqin fronti ham tekislikdan iborat bo`ladi. Shu

sababli bu to‘lqinlar *yassi to‘lqinlar* deb ataladi.

Yassi to‘lqin tenglamasini yozish uchun, cheksiz elastik muhitning biror 0 nuqtasida tebranuvchi sistema (manba) joylashgan bo‘lsin deb faraz qilaylik. Tebranishlar manbai $t=0$ vaqtdan boshlab

$$\xi = A \cos \omega t \quad (5.1)$$

qonun bo‘yicha garmonik tebranma harakat qilayotgan bo‘lsin (5.1-rasm). Manbaning bunday tebranma harakati tufayli muhit zarralari ham A amplituda va ω chastota bilan tebranadi. Lekin



5.1-rasm

muhit zarralari manbadan qanchalik uzoqroq joylashgan bo‘lsa, ular shunchalik kichikroq tebranma harakatni boshlaydi. Masalan, manbadan x masofa uzoqlikda joylashgan zarra 0 manbaga bevosita qo‘shni bo‘lgan zarraga nisbatan

$$\tau = x/v \quad (5.2)$$

vaqt qadar kechroq tebrana boshlaydi. Bu yerda v to‘lqinning muhitda tarqalish tezligi. SHu 0 nuqtadan x masofa uzoqlikdagi zarraning ixtieriy t vaqtdagi siljishi manbaga bevosita tegib turgan zarraning $(t-x/v)$ vaqtdagi siljishiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$\xi = A \cos \omega(t-x/v) \quad (5.3)$$

Bu ifoda *yuguruvchi yassi to‘lqin tenglamasi* deb ataladi. (5.3) tenglama to‘lqin tarqalayotgan elastik muhitning ixtieriy zarrasining muvozanat vaziyatidan siljishi ξ ni vaqt (t) va zarraning tebranish manбайдan uzoqligi (x) ning funksiyasi tarzida aniqlaydi.

(5.3) tenglamada: A – zarralar tebranishlari amplitudasi bo‘lib, eng katta siljishi masofasi ($A = \xi_{max}$) ga teng bo‘ladi.

$\omega(t-x/v)$ – tebranishlar fazasi, ixtieriy vaqtdagi siljish masofasini bildiradi. Bir xil fazada tebranuvchi ikkita nuqtalar orasidagi eng qisqa masofa yoki bir marta to‘liq tebranish uchun ketgan vaqt (T davr) davomida v tezlik bilan tarqalagan to‘lqin bosib o‘tgan masofa *to‘lqin uzunligi* (λ) deb ataladi va quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\lambda = vT \quad (5.4)$$

v – to‘lqinning tarqalish tezligi yoki fazaviy tezligi deyiladi. U muhitning zichligiga va elastiklik hossalarga bog‘liq bo‘ladi. Bo‘ylama to‘lqinlar uchun:

$$v = \sqrt{E/\rho}$$

Ko‘ndalang to‘lqinlar uchun:

$$v = \sqrt{G/\rho} \quad (5.5)$$

ifodadan aniklanadi. Bu yerda E – elastiklik yoki Yung moduli G – siljish moduli, ρ – muhitning zichligi. Zarraning birlik vaqtdagi to‘la tebranishlar soniga – tebranishlar chastotasi (ν) deyiladi. U tebranishlar davri bilan $\nu = 1/T$ bog‘lanishda bo‘ladi. $\omega = 2\pi \nu$ sek davomidagi to‘la tebranishlar soni *siklik chastota* deyiladi.

$$\omega = 2\pi \nu = 2\pi/T \quad (5.6)$$

(5.4) va (5.6) ifodalar yordamida (5.3) tenglamani o‘zgartirib yozishimiz mumkin:

$$\xi = A \cos(\omega t - \omega \frac{x}{v}) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{x}{v}) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x) \quad (5.7)$$

Bu tenglamadagi $k=2\pi/\lambda$ kattalikni *to'liqin soni* deyiladi. U 2π metr uzunlikdagi kesmada joylashadigan to'liqin uzunliklari sonini ifodalaydi. 0 nuqtadan tarqaluvchi to'liqin tenglamasi:

$$\xi_1 = A \cos(\omega t - kx) \quad \text{yoki} \quad \xi_2 = A \cos(\omega t + kx) \quad (5.8)$$

ko'rinishida bo'ladi. Bunda 2-chi tenglama karama-karshi yo'nalishda (x ning kamayish tomoniga qarab) tarqalagan to'liqinga taaluqlidir.

To'liqinning muhitda tarqalish jarayonida energiyaning tarqalishi ham sodir bo'ladi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Tebranish manbaiga bevosita tegib turgan zarralar manba energiyasi hisobiga tebranadi. Bu zarralar esa o'zidan keyingi zarralarga energiya uzatadi va hokazo. SHu tariqa to'liqin energiya tashuvchi bo'lib xizmat qiladi. Bu energiya zarralar tebranma harakatining kinetik energiyasi (W_k) va elastik deformatsiyalangan muhitning potensial energiyasi (W_n) dan iborat bo'ladi. Muhitning ΔV hajmidagi zarralarning kinetik energiyasi

$$W_k = mv^2/2 = \frac{1}{2} \rho \Delta V \left(\frac{\partial \xi}{\partial t} \right)^2 = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t - kx) \Delta V \quad (5.9)$$

Deformatsiyalangan elastik muhit elementar hajmi (ΔV) ning potensial energiyasi:

$$W_p = \frac{1}{2} \rho v^2 \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \Delta V = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t - kx) \Delta V \quad (5.10)$$

munosabat bilan aniklanadi.

(5.9) va (5.10) ifodalarni taqqoslab, quyidagi xulosaga kelamiz: muhitning tekshirilayotgan hajmida kinetik va potensial energiyalar bir-biriga teng bo'lib, ularning qiymatlari bir xil fazada o'zgaradi. Bu xususiyati bilan to'liqin harakat tebranma harakatdan farqlanadi (ma'lumki tebranma harakatda moddiy nuqtaning kinetik va potensial energiyalari qarama-qarshi fazada o'zgaradi, ya'ni kinetik energiyasi maksimumga erishganda potensial energiyasi minimal bo'lar edi va aksincha). Tekshirilayotgan hajmning to'liq energiyasi:

$$W_T = W_k + W_n = \rho A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t - kx) \Delta V \quad (5.11)$$

ga teng bo'ladi. Bu ifodaning ΔV hajmga nisbati – muhitning birlik hajmida mujassamlashgan energiyasini bildiradi. U *energiya zichligi* deb ataladi:

$$\omega_{zich} = W_T / \Delta V = \rho A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t - kx). \quad (5.12)$$

Sinus kvadratning o'rtacha qiymati $1/2$ ga teng bo'lgani uchun:

$$\omega_{zich(urta)} = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 \quad (5.13)$$

ifoda bilan aniklanadi.

Shunday qilib to'liqin tebranish manбайдan muhitning uzoqrokdagi sohalariga energiya "tashiydi", ko'chiradi. Agar to'liqin yo'liga hayolan biror sirt joylashtirsak, bu sirt orqali to'liqin bilan birgalikda energiya ham o'tadi. To'liqinning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar ravishda joylashtirilgan S – sirt orqali $1s$ davomida ko'chib o'tadigan energiya miqdori bilan xarakterlanuvchi kattalik *energiya oqimi* deb ataladi. To'liqin tarqalishi yunalishiga tik bo'lgan $1m^2$ yuzadan $1s$ da ko'chib o'tgan o'rtacha energiya miqdori *to'liqin intensivligi* deyiladi. U Vt/m^2 hisobida o'lchanadi. (5.4) munosabatdan foydalanib, amalda tovush to'liqinlarining muhitda tarqalish tezligi

$$v = \lambda / T = \lambda \nu \quad (5.14)$$

ni aniqlash mumkin. Bunda λ – to'liqin uzunligini xisoblashda, turg'un to'liqinlar hosil qilishdan foydalaniladi.

Amplitudalari va chastotalari bir xil bo'lgan ikki yassi to'liqin bir-biriga qarab harakatlanganda, ular o'zaro qo'shib turg'un to'liqinni vujudga keltiradi. Turg'un to'liqin tenglamasi:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2. \quad (5.15)$$

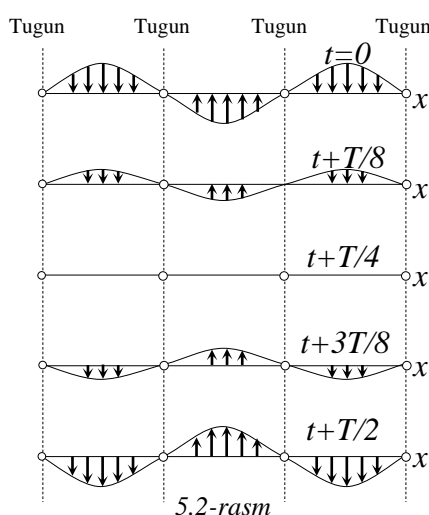
(5.7) ifodani hisobga olsak:

$$\xi = A[\cos(\omega t - kx) + \cos(\omega t + kx)] = A_{tur} \cdot \cos \omega t \quad (5.16)$$

bo'ladi. Turg'un to'liqin tenglamasining grafiqi 5.2-rasmda keltirilgan.

Demak, turg'un to'liqin chastotasi, uchrashuvchi to'liqinlar chastotasiga teng. Amplitudasi esa,

$$A_{tur} = 2A \cdot |\cos kx|$$



5.2-rasm

vaqtga bog'liq emas, lekin muhit zarralarining vaziyatini ifodalovchi x koordinataga bog'liq bo'ladi.

a) $|\cos kx| = 1$ bo'lgan nuqtalarda turg'un to'liqin amplitudasi maksimal kiyamatga $-2A$ ga teng bo'ladi. Bu nuqtalar *do'ngliklar* deb ataladi. Do'ngliklar

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm n\pi \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

shart bajarilgan nuqtalarda hosil bo'ladi. Bundan do'ngliklarning koordinatalarini aniqlasak:

$$x_{max} = \pm n \frac{\lambda}{2} \quad (n=0, 1, 2, \dots) \text{ bo'ladi.}$$

Ikki qo'shni do'nglik orasidagi masofa:

$$x_{n+1} - x_n = (n+1) \frac{\lambda}{2} - n \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2} \text{ bo'ladi.}$$

b) $\cos kx = 0$ bo'lgan nuqtalarda turg'un to'liqin amplitudasi ham nolga teng. Bunday nuqtalarni *tugunlar* deb ataladi. Demak,

tugunlar

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = \pm (2n+1) \frac{\pi}{2}; \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

shart bajarilgan nuqtalarda hosil bo'ladi. Bundan tugunlarning koordinatalarini aniqlasak:

$$x_{min} = \pm (2n+1) \frac{\lambda}{4} \quad (n=0, 1, 2, \dots) \text{ bo'ladi.}$$

Ikki qo'shni tugun orasidagi masofa:

$$x_{n+1} - x_n = [2(n+1)+1] \frac{\lambda}{4} - (2n+1) \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$$

ga teng.

Ixtieriy tugundan eng yaqin do'nglikkacha bo'lgan masofani topaylik:

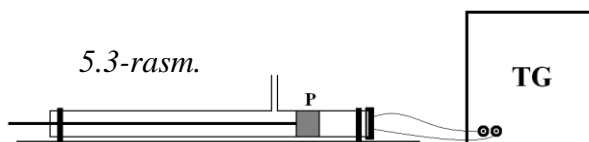
$$2(n+1) \frac{\lambda}{4} - n \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{4};$$

Do'ngliklar va tugunlar bir-biridan $\lambda/4$ qadar masofada joylashar ekan.

Yuguruvchi to'liqindan farqli ravishda turg'un to'liqinning energiya oqimi nolga teng. Chunki to'siqqa tushayotgan va undan qaytayotgan to'liqinlar qarama-qarshi yunalishlarda teng miqdordagi (5.9) va (5.10) energiyalarni ko'chiradi. Binobarin, turg'un to'liqinning tugun nuqtalari oralig'ida mujassamlashgan to'liq energiyasi (5.11) o'zgarmay saqlanadi. Faqat kinetik energiyaning potensial energiyaga va aksincha, potensial energiyaning kinetik energiyaga aylanishlari sodir bo'ladi, ya'ni turg'un nuqtalar orqali energiya ko'chmaydi.

TAJRIBA QISMI

Tovushning xavoda tarqalishi tezligini aniqlash uchun 5.3-rasmda keltirilgan qurilmadan foydalaniladi.



5.3-rasm.

Silindr nayning ochiq uchiga membranasi ma'lum chastotada tebranadigan telefon mahkamlangan. Membrananing tebranishlar chastotasi tovush generatori (TG) yordamida boshqariladi. Tovush generatori 16÷20000 Hz chastotali o'zgaruvchan toklarni hosil qila oladi.

Silindr idishda telefon membranasi tarqatayotgan to'liq va porshen sirtidan qaytaetgan to'liqlar o'zaro qo'shib, havoda interferensiyalanadi. Agar telefon membranasi va porshen oralig'ida toq $\lambda/4$ uzunligiga farq qiluvchi do'ngliklar joylashsa, silindrdagi havoda yuqori balandlikda tovush eshitiladi. Silindrdagi porshenning vaziyatini o'zgartirish orqali tovushning balandligini o'zgartirish mumkin bo'ladi. Porshenning telefon membranasidan $\lambda/2$ masofaga siljishi tovushning yana takroriy kuchayishiga sababchi bo'ladi. Membrana tarqatayotgan tebranishlarning chastotasini bilgan holda, tajribada, turg'un to'liqlarning qo'shni do'ngliklari (yoki tugunlari) orasidagi masofani o'lchab:

$$v=2\Delta l\nu=\lambda\nu \quad (5.17)$$

(Δl – turg'un to'liq uzunligi), formuladan tovush tezligini aniqlash mumkin.

Membrana tebranishlari chastotasi havo ustuni tebranishlarining xususiy chastotasiga mos kelganda *akustik rezonans* hodisasi kuzatiladi, ya'ni bunda silindr trubkasidagi havo ustuni tebranishlari amplitudasi eng katta qiymatga ega bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Tovush generatori tarmoqqa ulanib, muruvvati o'zgartirilib kerakli chastotaga qo'yiladi (5.3-rasm).
2. Tovush yuqori intensivlikda eshitiladigan qilib olinadi.
3. Silindrdagi porshenni siljitish yordamida havoda tovushning kuchayish yoki susayish holatlari l_T chizg'ich yordamida o'lchab olinadi.
4. Bu masofalar tovushning ketma-ket kuchayishlari yoki susayishlar uchun bir necha holatlarda o'lchanadi.
5. Har bir $\nu=500, 1000, 1500, 2000$ Hz chastotalar uchun tovushning kuchayish yoki susayish holatlari kuzatilib, turg'un to'liqlarning (do'ngliklari) orasidagi masofa aniqlanadi.
6. O'lchashlar natijalari jadvalga yoziladi
7. (5.14) va (5.17) formulalardan, har bir chastota uchun, tovush tezligining qiymati hisoblanadi va uning o'rtacha qiymati aniqlanadi.

Jadval

№	ν, Hz	l_T, m	$\Delta l_T, m$	$\lambda=2\Delta l_T, m$	$\nu, m/s$	$\langle \nu \rangle$	$\Delta \nu$	$\langle \Delta \nu \rangle$	$\varepsilon, \%$
1.									
2.									
3.									
1.									
2.									
3.									
1.									
2.									
3.									

8. Natija $\nu=\langle \nu \rangle \pm \langle \Delta \nu \rangle$ ko'rinishda yoziladi.

Sinov savollari

1. To'liq nima? Ularning turlari. Tovush nima?
2. To'liq sirti va to'liq fronti nima?
3. Yassi to'liq tenglamasini yozing va uni tushuntiring.
4. Turg'un to'liq nima va u qanday hosil bo'ladi?

5. Turg'un to'liqindagi tugunlar va do'ngliklar nima va ular qanday hosil bo'ladi?
6. Turg'un to'liqlar yuguruvchi to'liqlardan qanday farqlanadi?
7. Tovush tezligi qanday aniqlanadi va u nimalarga bog'liq?
8. Tovushning intensivligi va balandligi qanday aniqlanadi?

6-LABORATORIYA ISHI

GAZLAR SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMLARINING NISBATINI KLEMAN-DEZORM USULI BILAN ANIQLASH

KERAKLI ASBOBLAR: Shisha balon, nasos va manometr.

ISHNING MAQSADI: Gaz issiqlik sig'imlarining nisbati, ya'ni bosim o'zgarmas bo'lgandagi issiqlik sig'imiga nisbatini Kleman-Dezorm asbobi yordamida aniqlash.

NAZARIY QISM

Biror modda birlik massasining haroratining 1°S oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga shu moddaning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi.

Bir mol moddaning haroratini 1°S ga oshirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga molyar issiqlik sig'imi deyiladi.

$$C = c\mu \quad (I)$$

C - molyar issiqlik sig'im

c- solishtirma issiqlik sig'imi

μ -1 mol gaz massasi

Gazlarda issiqlik sig'imini qiymati isitish vaqtida jarayonning qanday o'tishiga bog'liq bo'ladi.

1. O'zgarmas xajmdagi issiqlik sig'imi C_v izoxorik jarayon:

Bu jarayon vaqtida gazga tashqaridan berilgan issiqlik energiyasi gazning ichki energiyasini oshirish uchun sarf bo'ladi. Shu sababli 1mol gazni bir gradus isitishdagi ichki energiyani o'zgarishi $\Delta u = C_v$ ga teng. Ichki energiyani hisoblash formulasi $u = \frac{i}{2}RT$ ga asosan,

harorat 1° K ko'tarilganda ichki energiyaning ortishi

$$\Delta u = u' - u = \frac{i}{2}R(T+1) - \frac{i}{2}RT = \frac{i}{2}R \quad (2)$$

Bu yerda i- molekularning erkinlik darajasi

R –universal gaz doimiysi

Demak o'zgarmas xajmidagi gazlarning molyar issiqlik sig'imi quyidagiga teng.

$$C_v = \frac{i}{2}R \quad (3)$$

O'zgarmas xajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi esa (1) formulaga asosan tubandagiga tengdir.

$$C_v = \frac{C_v}{\mu} = \frac{i}{2\mu}R \quad (4)$$

2. O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi C_r (izobarik jarayon, $P = \text{const}$)

Bu jarayonda tashqaridan berilgan energiyaning bir qismi ichki energiyasiga aylansa qolgan qismi esa xajm kengayishida bajarilgan ishga sarflanadi. Shu sababli

$$C_r = C_v + \Delta A \quad (5)$$

1 mol gazni 1°S qizdirishda bajarilgan ish $\Delta A = R$ ga teng. U holda

$$C_r = C_v + R \quad (6)$$

(3) ga asosan yoza olamiz

$$C_p = \frac{i}{2}R + R = \frac{i+2}{2}R \quad (7)$$

Bu tenglama o'zgarmas bosimdagi molyar issiqlik sig'imini ifodalaydi. O'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi esa quydagiga teng.

$$C_p = \frac{i+2}{2\mu}R \quad (8)$$

O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imning o'zgarmas xajmdagi issiqlik sig'imiga nisbatini berilgan gaz uchun o'zgarmas miqdoriga teng, ya'ni

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{i+2}{2\mu}R}{\frac{i}{2\mu}R} = \frac{i+2}{i} \quad (9)$$

Bu nisbatni ifodalovchi kattalik γ ni Puasson koeffitsenti deyiladi. Bundan ko'rinib turibdiki, γ qiymati molekula erkinlik darajasining soni bilan aniqlanar ekan. Laboratoriyada γ qiymatini balondagi havoni adeabatik kengaytirish usuli bilan aniqlanadi.

Tashqi muxit bilan issiqlik almashmasdan boradigan jarayonga adiabatik jarayon deyiladi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan gazga berilgan issiqlik miqdori (ΔQ), uning ichki energyasini (ΔU) oshishiga va tashqi kuchni yengib ish (ΔA) bajarishga sarf bo'ladi, ya'ni

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A \quad (10)$$

Adiabatik jarayonda $\Delta Q=0$ bo'lgani uchun termodinamikaning 1-qonuni quydagicha yoziladi

$$\Delta U + \Delta A = 0 \quad \text{bunda} \quad \Delta A = -\Delta U$$

Agar gaz adiabatik kengaysa ($\Delta A > 0$) uning ichki energiyasi kamayadi ($\Delta U < 0$) va gaz harorati pasayadi ($\Delta T < 0$), gaz soviydi. Gaz adiabatik siqilsa, ($\Delta A < 0$) uning ichki energiyasi ortadi ($\Delta U > 0$) natijada gazning harorati ko'tariladi. ($\Delta T > 0$).

Juda qisqa vaqt davom etgan jarayonni adiabatik jarayon deb qarash mumkin, bunda gaz tashqi muxit bilan issiqlik almashtirishga ulgira olmaydi.

Adiabatik jarayonda bir vaqtning o'zida gazning barcha parametrlari (P, V, T) o'zgaradi. Adiabatik jarayonda P va V orasidagi bog'lanish quyidagi Puasson tenglamasi bilan ifodalanadi.

$$PV^\gamma = \text{const} \quad (11)$$

yoki $TV^{\gamma-1} = \text{Const} \quad (12)$

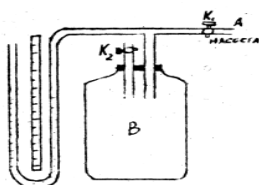
bunda $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Gaz issiqlik sig'imlarining nisbati $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ ni Kleman-Dezorm asbobi yordamida aniqlanadi. Bu asbob ingichka bo'yinli V shisha ballon, havo haydagich A va manometr M dan iborat. Ballon V va manometr M rezina nay orqali havo haydagichga ulanadi.

Bundan tashqari K_2 jumrak bilan berkitilgan tirqish orqali naychaga havo kiritish mumkin (28-rasm). Agar K_2 jumrak ochilsa balondagi bosim atmosfera bosimiga teng bo'ladi va monometrning ikkala naychasidagi suv satxi baravarlashadi. Agarda K_2 jumrakni yopib va K_1 jumrakni ochib balonga havo haydasak idish ichidagi havoni

bosimi ortadi. Ballonga havo qisqa vaqt ichida kiritilgani uchun jarayoni deyarli adiabatik bolib billon ichidagi havo qisman isiydi va uning harorati tashqi havo haroratidan biroz yuqori ko`tariladi. Vaqt o`tishi bilan idish devorining issiqlik o`tkazuvchanligi tufayli ballon ichidagi havo harorati pasayib boradi, natijada manometrdagi suv satxlari farqi ham kichrayib boradi, ya'ni



suvning balandligi o`zgaradi. Ma'lum vaqtdan so`ng ballon ichidagi va tasharidagi haroratlar tenglashadi. Bunday sharoitda manometrdagi suv ustuni o`zgarmay qoladi. Bunda manometrdagi suv satxlarning farqi h_1 bo`lsin.

Agarda jumrak K_2 ni ochsak adiabatik kengayish yuz berib, gaz soviydi, va ballondagi havo bosimi tashqi atmosfera bosimi bilan tenglashadi.

Jumrak K_2 ni ochgan hamon qayta berkitsak 3-5 min.ichida issiqlik o`tkazuvchanlik tufayli ballondagi havoning harorati bilan tenglashadi. Bunda bosim R_2 gacha ko`tarilib, manometrdagi suv satxlari farqi h_2 bo`ladi. Hisoblashlarga ko`ra γ quyidagiga teng

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (13)$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Jumrak K_1 va K_2 larni ochib, manometrni ikkala naychasida suv satxlari bir hil holatga keltiriladi, so`ng jumraklar yopiladi.
2. Jumrak K_1 ochib, havo xaydagich yordamida suv manometr naychalarida satxlar farqi 25-35 sm bo`lguncha ballonga havo kiritiladi.
3. Jumrak K_1 ni yopib, satx farqi h_1 aniqlanadi va jadvalga yoziladi.
4. Jumrak K_2 ni qisqa muddatda ochib yopiladi. Bunda manometrda satxlari tenglashadi.
5. Manometrda satx ayirmasi hosil bo`lishi kuzatiladi. Suyuqlik harakati tugagach h_2 aniqlanib, jadvalga yoziladi.
6. Tajriba eng kamida 5 marta takrorlanib, har bir hol uchun γ (13) formuladan hisoblanadi.

O`lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi:

No	h_1	h_2	γ	$\gamma_{o'r}$	$\Delta\gamma$	$\Delta\gamma_{o'r}$	$\frac{\Delta\gamma_{o'r}}{\gamma_{o'r}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ishning maqsadi nimadan iborat?
2. Solishtirma va molyar issiqlik sig`imlarining ta`rifini va nimalarga bog`liq bo`lishini ayting, formulasini va o`lchov birligini yozing.
3. Gazlar qattiq jism va suyuqliklarning issiqlik sig`imi nima bilan farq qiladi?

4. Termodinamikaning birinchi qonunini ta'riflab. Formulasini yozing.
5. Ideal gazning ichki energiyasi nimalarga bog'liqligini tushuntirib, formulasini yozing.
6. Qanday jarayonlarga izoxorik va izobarik jarayonlar deyiladi? Bu jarayonlarga termodinamikaning birinchi qonunini qo'llang.
7. Izoxorik va izobarik jarayondagi solishtirma issiqlik sig'imlarini ta'riflab, formulalarini yozing.
8. Qanday jaryonga adiabatik jarayon deyiladi? Bu adiabatik jarayonning holat tenglamasini, ya'ni Pausson tenglamasini yozing. Termodinamikaning birinchi qonunini bu jarayonga qo'llang.
9. Mazkur ishda Pausson koeffitsiyenti, ya'ni izobarik va izoxorik molyar issiqlik sig'imlarining nisbati qaysi formula bo'yicha aniqlanadi va bu nisbat nimalarga bog'liq?
10. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

7– LABORATORIYA ISHI

Suyuqliklarning qovushoqlik koeffitsientini stoks usuli bilan aniqlash

Ishning maqsadi: Stoks usulidan foydalanib tajriba yo'li bilan yohishqoq suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va jihozlar: 1) uzunligi 100-150 sm bo'lgan silindrik shisha idish; 2) tekshiriladigan suyuqlik; 3) kichik metall sharchalar; 4) sekundomer; 5) lineyka 6) shtangenserkul

NAZARIY QISM

Suyuqliklarning ichki tuzilishi va ulardagi molekulyar harakatlarga boliq bo'lgan asosiy xossalardan biri-qovushoqoqlik (yopishqoqlik yoki ichki ishqalanish)dir. Barcha real suyuqliklar ozmi-ko'pmi qovushoqlikka egadir. Suyuqlikning biror qatlami uning sirtiga parallel bo'lgan yo'nalishda biror tezlik bilan harakatga keltirilgan bo'lsin. Bu holda harakatlanuvchi qatlamga tegib turgan qatlam ham unga ergashib biror tezlik bilan siljiydi, ammo uning tezligi birinchi qatlamning tezligidan kichik bo'ladi. Bunga sabab ikkinchi qatlamning ko'chishiga unga yondashgan uchunchi qatlam to'sqinlik qiladi. Boshqacha aytganda, qatlamlar molekulari orasida tutinish kuchlari bo'lgani uchun ular bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashadi, ya'ni yuqoridagi qatlamda joylashgan molekula quyi qatlamdagi molekularni o'ziga tortib ergashtirib ketsa, pastdagi qatlamda joylashgan molekula uning o'zi bilan qoldirishga harakat qiladi. Yuqoridagilardan harakatlanuvchi qatlamlar orasida harakatga qarshilik ko'rsatuvchi kuch hosil bo'ladi. Bu kuch ichki ishqalanish kuchi bo'ladi. Ichki ishqalanish kuchining kattaligi N'yuton tomonidan aniqlangan qonun bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$F_i = -\eta \frac{dv}{dx} dS \quad (1)$$

$\frac{dv}{dx}$ -suyuqlik oqimining x o'qi bo'ylab qanchalik tez o'zgarganini ko'rsatadi va tezlik gradient deb ataladi, S- suyuqlik qatlamlarining bir-biriga tegish yuzi, η – suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti bo'lib, u suyuqlikning tabiatiga va haroratiga bog'liq.

Shar shaklidagi qattiq jismlarning harakatiga qovushoq suyuqlik tomonidan ta'sir qiladigan qarshilik kuchining kattaligi, Stoks qonuniga binoan quyidagicha ifodalanadi:

$$F = 6 \pi v r \eta \quad (2)$$

Bunda v -sharchaning barqarorlashgan harakati tezligi, η - muhitning qovushoqlik koeffitsienti r -sharcha radiusi. (2) ifodadagi kattaliklar tajribada etarlicha aniq, o'lganish mumkinligidan suyuqlikning qovushoqlik koeffitsienti η ni aniqlash imkoni kelib chiqadi.

Faraz qilaylik, muayyan r radiusli bir jinsli qattiq sharcha suyuqlik ichida tik tushayotgan bo'lsin. Bu sharchaga $p = \rho Vg$ og'irlik kuchi, suyuqliklarning $F_A = \rho_c Vg$ ko'tarish kuchidan tashqari harakatga qarama-qarshi yo'nalgan $F = 6\pi v r \eta$ Stoks kuchi ham ta'sir qiladi, bunda ρ va ρ_c mos ravishda sharcha tezlanuvchan harakat qiladi, bu harakat davomida sharchaga ta'sir qiluvchi yig'indi kuch kamaya boradi va bir qiymatga erishganda yig'indi kuch nolga teng bo'lib qoladi.

Sharchaning birinchi bosqichidagi harakat tenglamasi, Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, quyidagicha yoziladi.

$$\rho V \frac{dv}{dt} = \rho Vg - \rho_c Vg - 6\pi v r \eta \quad (3) \text{ yoki}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\rho - \rho_c}{\rho} g - \frac{6\pi r \eta v}{\rho V} \quad (4)$$

Barqarorlashgan jarayon holida, ya'ni ikkinchi bosqichda $v = v_0 = \text{const}$ bo'ladi. $\frac{dv}{dt} = 0$ bo'lsa, bu hol uchun (4) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{\rho - \rho_c}{\rho} g - \frac{6\pi r \eta v}{\rho V} \text{ dan } \eta = \frac{\rho - \rho_c}{6\pi v_0 r} g V \quad (5)$$

Bu ifodaga sharcha hajmining qiymati $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ni o'ysak, u holda suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsienti uchun quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\eta = \frac{2(\rho - \rho_c)}{9v_0} g r^2 \quad (6)$$

Bu formuladagi ρ, ρ_c, v_0, r kattaliklarning qiymatini bilgan holda suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsientini hisoblab topish mumkin.

Ichki ishqalanish koeffitsientini Stoks usulida aniqlashda ishlatiladigan qurilma diametri 4-5 sm, uzunligi 100 sm dan kam bo'lmagan silindrsimon shishadan iborat bo'ib, n va k belgilar qo'yilgan. Bu silindrsimon idish taglikka mahkamlanib, u taglik vintlari va shovun yordamida tik o'rnatilgan. Silindr ichiga sig'adigan uzun B ilgak ish bajarilayotganda idish ichiga tushirib qo'yiladi, u sharchalarni qaytarib olishga xizmat qiladi. Suyuqlikning sathi yuqoridagi n belgidan 5-8 sm balandroq bo'lishi kerak.

Ishni bajarish tartibi:

1. Tajrib aboshida tanlab olingan sharchalarning r radiuslarini hamda silindrsimon idishning ichki R radiuslarini shtangentsirkul yordamida o'lchab olinadi.
2. Sharchalarni bitta-bittadan suyuqlikka tashlab, har bir sharchaning ikki (n va k) belgi orasidagi masofani bosib o'tish vaqti t sekundomer yordamida o'lchanadi.
3. Har bir sharcha uchun tajriba kamida 3-4 marta takrorlanib t ning o'rtacha qiymati topiladi.
4. Chizg'ich yordamida n va k belgilar orasidagi L masofa o'lchanadi, va $v_0 = \frac{L}{t}$ formuladan har bir sharchaning barqarorlashgan harakat tezligi hisoblab topiladi.
5. O'lchangan va jadvaldan olingan kattaliklardan foydalanib (6) formula yordamida suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientining qiymatlari hisoblanadi va hisoblangan xatoliklar quyidagi jadvalga yoziladi.

No	g	ρ	ρ_c	r	R	L	t	Δt	v_0	η	$\eta_{o'r}$	$\Delta \eta$	$\Delta \eta_{o'r}$	E
1														
2														
3														

Sinov savollari:

1. Qovushoq muhitda harakatlanuvchi sharchaga qanday kuchlar ta'sir qiladi va bu kuchlar qanday yo'nalgan.
2. Stoks qonunini yozing va tushuntiring
3. (6) formulani keltirib chiqaring.
4. Qurilmaning tuzilishini va ishning bajarilishini tavsiflang.

8-LABORATORIYA ISHI

ELEKTROSTATIK MAYDONNI O'RGANISH

ISHNING MAQSADI: turli shakldagi zaryadlangan elektrodlar hosil qilgan elektrostatik maydonning ekvipotensial sirtlarini aniqlashdan iborat.

KERAKLI ASBOBLAR: O'zgarmas tok manbai (4-12 volt), galvanometr, suv solinadigan elektrodli vanna, reostat, voltmetr, elektrodlar, o'tkazgich simlari.

NAZARIY QISM

Harakatsiz zaryadlangan zarra yoki zaryadlangan jism atrofida elektrostatik maydon deb ataluvchi maydon mavjud bo'lib, zarralar bir-birlari bilan shu maydon orqali ta'sirlashadi.

Elektrostatik maydon boshqa maydonlar (gravitatsion maydon, magnit maydoni) singari materiyaning bir turi bo'lib, bizning ongimizga bog'liq bo'lmagan holda mavjud. Ammo bu maydon bevosita bizning sezgi organlarimizga ta'sir etmaydi. Elektrostatik maydoni mavjudligini uning shu maydonga kiritilgan zaryadga ta'siri orqali bilish mumkin. Maydonni o'rganish uchun kiritilgan bu zaryad "sinov zaryadi" deb ataladi.

Sinov zaryadiga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch - "sinov zaryadi" q_s - bilan maydonni hosil qiluvchi q - zaryadlari orasidagi Kulon kuchidir. Ya'ni

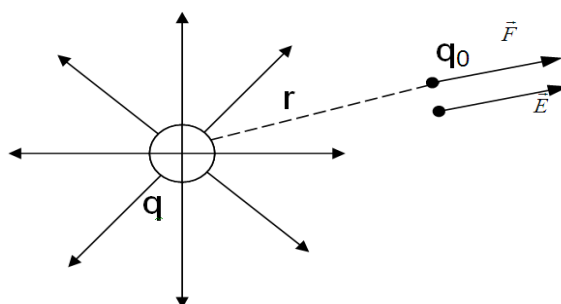
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_c}{r^2} \quad (1)$$

bu formulada q va q_s ta'sirlashayotgan zaryadlarning miqdorlari, r - zaryadlar orasidagi masofa.

1. Maydon kuchlanganligi shu maydonga kiritilgan zaryadga ta'sir etuvchi kuchni xarakterlovchi kattalikdir. Elektrostatik maydonning biror nuqtasining kuchlanganligi (E) deb, shu nuqtaga kiritilgan musbat birlik zaryadga ta'sir etuvchi kuchga son jihatdan teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_c} \quad (2)$$

bu yerda \vec{F} maydonning berilgan nuqtasida q_s zaryadga ta'sir etuvchi kuch. Maydon kuchlanganligi vektorining yo'nalishi qilib, elektr maydonining musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuchining yo'nalishi qabul qilingan (1-rasm).

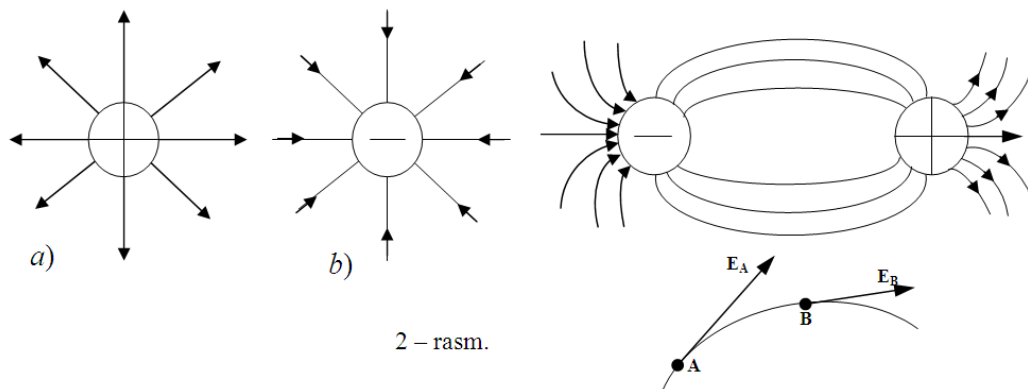


1 - rasm.

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$ elektr doimiysi, ϵ - Muhitning dielektrik kirituvchanligi.

Tenglama (1) ni (2) ga qo'yib nuqtaviy zaryad uchun elektrostatik maydon kuchlanganligining formulasini hosil qilamiz

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \quad (3)$$



Nuqtaviy musbat zaryad maydonining kuch chiziqlari shu zaryaddan chiqib, cheksizlikda tugovchi radial to'g'ri chiziqlardan iborat (2 - rasm).

Elektrostatik maydon potensial maydon bo'lib, bu maydonga kiritilgan zaryad q potensial energiyaga ega bo'ladi.

$$W_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{qq_c}{r} \quad (4)$$

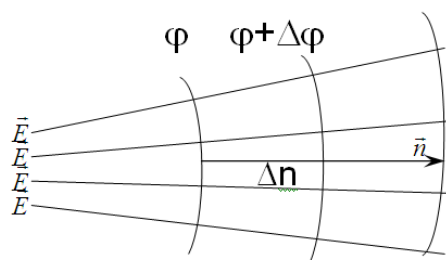
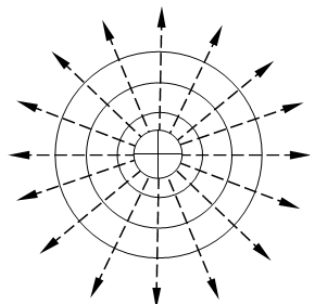
$\frac{W_p}{q_c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$ nisbat maydonning har bir nuqtasini xarakterlovchi kattalik bo'lib maydonning berilgan nuqtadagi potentsiali (φ) deb ataladi.

$$\varphi = \frac{W_p}{q_c} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} \quad (5)$$

Biror bir nuqtadagi maydon potentsiali deb maydonning shu nuqtasiga kiritilgan birlik (+) zaryadning potensial energiyasiga son jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi. Potentsiallari teng bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga ekvipotensial sirt deyiladi.

Masalan, tenglama (5) ga asosan, nuqtaviy zaryaddan bir hil uzoqlikda yotgan nuqtalarning potentsiallari o'zaro teng.

Bunday nuqtalarning geometrik o'rnini sferik sirtni hosil qiladi. Demak, nuqtaviy zaryad maydonidagi ekvipotensial sirtlar konsentrik sferalardan iborat (3 - rasm). Kuch chiziqlari doimo ekvipotensial sirtga tik yo'nalgan bo'ladi.



Elektrostatik maydon kuchlanganligi bilan potentsiali orasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta n} \quad (6)$$

Minus ishora \vec{E} kuchlanganlik n normal yo`nalishiga qarama-qarshi tomonga yo`nalganligini ko`rsatadi (4 – rasm).

Tenglik (6) dagi $\frac{\Delta\varphi}{\Delta n}$ kattalik (potensialning birlik masofadagi o`zgarishi) potensial gradiyenti deyiladi. Shunday qilib, maydon kuchlanganligi teskari ishora bilan olingan potensial gradiyentiga teng ekan.

$$\vec{E} = -grad\bar{\varphi} \quad (7)$$

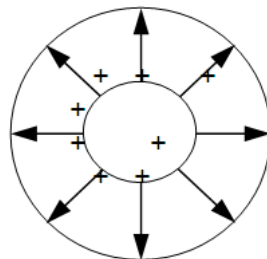
p

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Ma'lumki, elektrostatik maydon kuchlanganlik (E) va potensial (φ) kabi kattaliklar bilan xarakterlanadi. Ammo kuchlanganlik vektor kattalik bo`lganligi uchun unga nisbatan potensialini o`lchash va hisoblash ancha oson. Shuning uchun bu ishda avval maydonning ekvipotensial sirtlari topilib, so`ng (unga tik bo`lgan) elektrostatik maydonning kuch chiziqlari topiladi. Bu ishda elektrostatik maydonning potensialini (ekvipotensial sirtlarni) aniqlash zond usuliga asoslangan. Bu uslubning mohiyati – elektrostatik maydonning potentsiali o`lchanayotgan nuqtalariga qo`shimcha elektrot – zond kiritishdan iborat.

Tajribalarning ko`rsatishicha, ikki elektrot orasidagi elektrostatik maydon potensialining taqsimlanishi shu elektrodlar orasidagi muhit tok o`tkazishi (suv) yoki o`tkazmasligidan (vakuum, dielektrik) qat'iy nazar, bir hil bo`lar ekan.

Misol uchun elektrodlar ikkita konsentrik metall, sferadan iborat bo`lib, ular orasidagi sharoitlarni biror dielektrik bilan to`ldirilgan bo`lsin (1-rasm).

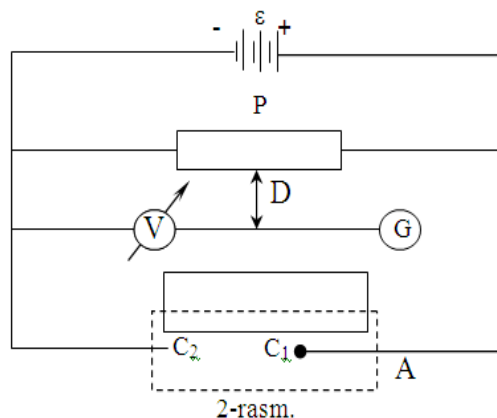


1-rasm.

Agar sferalar zaryadlansa, ichki sfera ularning orasidagi muhitda elektrostatik maydonni hosil qiladi. Bunda sfera sirtlar ekvipotensial sirtidan iborat bo`lib, kuch chiziqlari esa bu sirtga maydonning kuchlanganligiga esa masofaning kvadratiga teskari proporsional ravishda kamayib sferalar orasidagi sharoitlarni

qatlarni bir jinsli (masalan suv) bilan to`ldirib, ularni tok manbaiga ulasak, sferalar orasidagi muhit orqali o`zgarmas tok o`ta boshlaydi. Bu holda sferalar orasida hosil bo`lgan elektr maydoni, ular zaryadlanganda hosil bo`ladigan elektr maydoni kabi bo`ladi.

O`zgarmas tok o`tayotgan muhitdagi potentsiallar taqsimlanishini o`rganish oson bo`lganligi uchun zaryadlangan o`tkazgichlar orasidagi potentsiallar taqsimlanishini aniqlash o`rniga uning aniq va qulay modeli - o`zgarmas tokli muhitning elektr maydoni o`rganiladi. Bu usul quyidagi afzalliklarga ega. Zondda hosil bo`lgan tokni galvanometr bilan o`lchash mumkin, aks holda elektrostatik asbob ishlatishga to`g`ri keladi. Elektrostatik asboblarni tez buziladi. 2-rasmda ish qurilmasining tuzilishi ko`rsatilgan.



Tok oʻtkazmaydigan (masalan, organik shisha) materialdan yasalgan vanna (A) ga ikkita metall C_1 va C_2 elektrod joylashtiriladi. Bu elektrodlar orasidagi hosil boʻlgan elektrostatik maydonni oʻrganish uchun vannaga metallga nisbatan kichikroq oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan elektrolit masalan suv quyiladi.

Suvni shunday quyish kerakki natijada elektrodlar suvning ustidan chiqib tursun. Elektrodga kuchlanish oʻzgarmas tok manbai (ε) dan potensiometr (p) orqali beriladi. Sxemaning oʻlchaydigan qismi galvanometr (G) orqali potensiometr ga ulangan C zond dan va (V) voltmetrdan iborat. Potensiometr orqali zondning potensialini oʻzgartirish mumkin. Agar elektrostatik maydonning zond kiritilgan nuqtasining potentsiali zondning potentsialiga teng boʻlsa, galvanometrdan tok oʻtmaydi. Galvanometr nolni koʻrsatgan nuqtalarning (yaʼni potentsiallari teng boʻlgan nuqtalarning) geometrik oʻrni oʻrganilayotgan elektrostatik maydonning ekvipotensial sirtidan iborat boʻladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Elektrostatik vannaga 2-3 mm qalinlikda suv quyiladi.
2. 2-rasmda koʻrsatilganday qilib elektr sxema yigʻiladi.
3. Potensiometrning D surilgichini surib elektrodlar orasidagi oʻqituvchi tomonidan berilgan potentsiallar ayirmasi hosil qilinadi.
4. Zond C ni vanna ichida surib galvanometrdan tok nolga teng boʻlgan nuqtalar topiladi va bu nuqtalarning X, Y oʻqlariga nisbatan koordinatalari yozib olinadi. Har bir chorakda olingan nuqtalarning soni eng kamida 5-6 ta boʻlishi kerak.
5. Potensiometr surilgichini surib, boshqa bir kuchlanish (potentsiallar ayirmasi) olinadi va yuoridagi tajriba takrorlanadi.
6. Tajribada olingan maʼlumotlar asosida, millimetrli qogʻozda har bir kuchlanish uchun alohida-alohida ekvipotensial sirtlar chiziladi.
7. Tajribani boshqa shakldagi elektrodlar bilan oʻtkazish mumkin.
8. Tajribadan olingan maʼlumotlar quyidagi jadvalga yoziladi.

1-Jadval

№	1- elektrod				2- elektrod			
	φ_1		φ_2		φ_1		φ_2	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1.								
2.								
3.								

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Laboratoriya ishning maqsadi nimadan iborat.
2. Qanday maydonga elektrostatik maydon deyiladi? U qanday fizikaviy kattaliklar bilan harakterlanadi.
3. Elektrostatik maydonning kuchlanganligi va potensialini ta'riflab formulalarini va o'lchov birligini yozing.
4. Kuchlanganlik bilan potensial orasidagi bog'lanishni tushuntiring.
5. Elektrostatik maydonning kuch (kuchlanganlik) chiziqlari deb qanday chiziq'larga aytiladi. Har hil ishorali zaryadlar va zaryadlar tizimining kuchlanganlik chiziqlarini chizib ko'rsating.
6. Qanday sirtga ekvipotensial sirt deyiladi? Bu sirtning shakli nimalarga bog'liq?
7. Kuchlanganlik chiziqlari ekvipotensial sirtga qanday yo'nalgan va ekvipotensial sirt bo'ylab zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?
8. Bu ishda ekvipotensial sirt qaysi uslub bo'yicha aniqlanadi? Bu uslubning mohiyatini tushuntiring.
9. Mazkur ishning elektr zanjirini (sxemasini) chizib ko'rsating.
10. Ishni bajarilish tartibini so'zlab bering.

9-LABORATORIYA ISHI

Kondensator sig'imini Uitston ko'prigi yordamida aniqlash

Kerakli buyumlar: reoxord, o'zgaruvchan tok manbai, ossillograf, kondensatorlar.

Ishni masaqdi: bu ishda noma'lum kondensatorning elektr sig'imi Uitston ko'prigi yordamida aniqlanadi.

Nazariy kirish.

Tajribalarning ko'rsatishicha, turli o'tkazgichlarga bir hil miqdorda zaryad berilsa ularning potentsiallari turlicha o'zgaradi. Demak, o'tkazgichning potentsiali undagi zaryad miqdoridan tashqari o'tkazgichning o'ziga hos bo'lgan yana qandaydir fizik kattalikka ham bog'liq. Bu fizik kattalikka o'tkazgichning elektr sig'imi C deyiladi.

Zaryad miqdori q bilan o'tkazgichning potentsiali φ va sig'imi C orasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$q=C\varphi \quad (1)$$

Tajribalarning ko'rsatishicha, o'tkazgichlarning elektr sig'imi uning shakliga, geometrik o'lchamlariga, o'tkazgich joylashgan muhitning elektr xususiyatiga va uning boshqa o'tkazgichlarga nisbatan joylashishiga bog'liq bo'lib, o'tkazgichning materialiga va agregat holatiga bog'liq emas.

O'tkazgichning sig'imi uning boshqa o'tkazgichlarga nisbatan joylashishiga bog'liq bo'lganligi uchun yuqoridagi mulohazalar yakkalangan o'tkazgichga tegishlidir. /Jismlardan yetarlicha uzoqda joylashgan o'tkazgichni yakkalangan o'tkazgich deb ataymiz/.

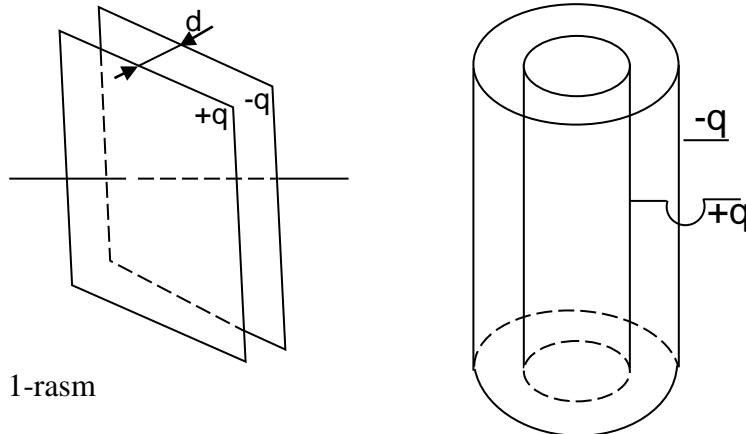
/1/ formulaga asosan yakkalangan o'tkazgichning sig'imi

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (2)$$

Tenglik /2/ ga asosan yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imi uning potentsialini bir birlikka oshirish uchun kerak bo'lgan zaryad miqdori bilan o'lchanadigan fizik kattalik ekan. SI tizimida sig'im birligi ilib, 1 Kulon zaryad berilganda potentsiali 1 voltga o'zgaruvchi o'tkazgichning sig'imi qabul qilingan. Sig'imning bu birligi Farada deb ataladi.

$$1 \quad \Phi = \frac{1K\lambda}{1B}$$

Yakkalangan o'tkazgichlarning sig'imi odatda uncha katta bo'lmaydi. Masalan, yer shariga teng bo'lgan shar o'tkazgichning sig'imi 700 mkF dan oshmaydi. Amalda katta elektr sig'imiga ega bo'lgan ya'ni uncha katta bo'lmagan potensialida o'zida zaryadlarni ko'p to'plash xususiyatiga ega bo'lgan urilmalarga ehtiyoj tug'iladi. Bunday qurilmalar kondensatorlar deyiladi. O'tkazgichga boshqa bir o'tkazgich yaqinlashtirilganda uning sig'imi oshishi aniqlangan. Shuning uchun bir-biriga yaqin joylashgan ikki o'tkazgich kondensatorni hosil qiladi. Bu o'tkazgichlar kondensator qoplamalari deb ataladi. Elektr maydoni esa faqat kondensator qoplamalari orasida hosil bo'ladi, ya'ni elektr maydon kuch chiziqlari kondensatorning bir qoplamasidan boshlanib, ikkinchisida tamom bo'ladi. Qoplamalarning shakliga qarab yassi, silindrik va sferik kondensatorlar bo'lishi mumkin /1-rasm/.



1-rasm

Kondensator zaryadlanganda uning qoplamalari orasida $U = \varphi_1 - \varphi_2$ potentsiallar ayirmasi hosil bo'lib, u qoplamaga berilgan zaryad miqdori bilan quyidagicha bog'langan.

$$q = CU = C(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (3)$$

bu yerda C – kondensatorning sig'imi bo'lib,

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad /4/ \text{ ga teng}$$

Yassi kondensatorning sig'imi qoplamalarining S yuzasiga, qoplamalar orasidagi d masofaga va bu orqaligini to'ldiruvchi muhitning dielektrik kirituvchanligi ϵ ga quyidagicha bog'langandir.

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \quad (5)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{M}$$

bu yerda M elektr doimiysi.

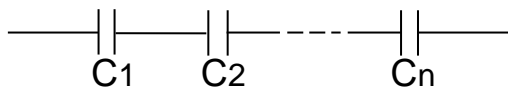
Kondensatorlarni ketma-ket yoki parallel ulab kerakli sig'imni hosil qilish mumkin.

Ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasining umumiy sig'imi quyidagi tenglikdan topiladi. /2-rasm/.

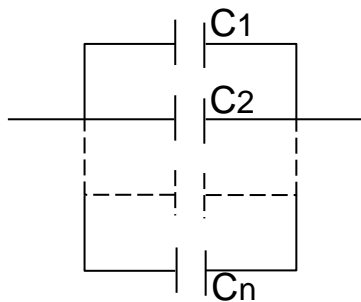
$$\frac{1}{C_{um}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (6)$$

Parallel ulangan kondensatorlar batareyasining umumiy sig'imi esa

$$C_{um} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (7) \text{ ga teng. (3-rasm).}$$



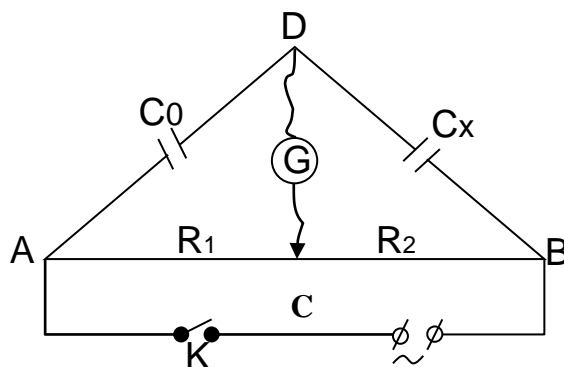
2- rasm



3-rasm

ISH QURILMASINING TUZILISHI VA O'LCHASH USLUBI

Noma'lum sig'imni o'lchash uchun ko'prik sxemasidan foydalaniladi. Bu sxemaning afzalligi sig'implarni bevosita o'lchash o'rniga, ularni solishtirishdan iborat. Ko'prik sxemaning yelkalaridan biriga sig'imi C_0 ma'lum bo'lgan kondensator ikkinchi yelkasiga esa noma'lum C_x sig'imli kondensator ulanadi. Ya'ni C_0 , C_x sig'imli kondensatorlar va R_1, R_2 , qarshilikli o'tkazgichlar to'rtburchak shaklida ulanadi. To'rtburchakning AB diagonaliga o'zgaruvchan tok detektor (telefon yoki otsillograf) ulanadi (1-rasm). Ko'prikni muvozanatlashtirish uchun DC qismdan o'tuvchi tok nolga tenglashtiriladi. Buning uchun r_{c0} , r_{cx} , R_1 va R_2 larni shunday



1-rasm.

tanlash kerakki, natijada DC qismdagi potensial tushish (U_{dc}) nolga teng bo'lsin. Bu shart bajarilishi uchun

$$\frac{r_{cx}}{r_c} = \frac{R_2}{R_1} \quad (8)$$

bu yerda r_{c0}, r_{cx} lar kondensatorlarning o'zgaruvchan tokka nisbatan sig'im qarshiliklari bo'lib, ular o'zgaruvchan tokning aylanma chastotalari (ω) bilan quyidagicha bog'lanishdadir.

$$\left. \begin{aligned} r_{c0} &= \frac{1}{\omega C_0} \\ r_{cx} &= \frac{1}{\omega C_x} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Shuningdek $R = \rho \frac{l}{S}$ bo'lgani uchun $\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1}$ (10) bo'ladi.

Tenglik (9) va (10) ni (8) ga qo'yib, noma'lum sig'imni hisoblash uchun quyidagi formulani hosil qilamiz.

$$C_x = C_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (11)$$

Bu yerda l_1 va l_2 lar detektor orali o'tuvchi tok nolga teng bo'lgan holdagi reaxord yelkalarining uzunliklari.

Ishni bajarish tartibi

1. Rasmdagi sxema asosida zanjir tuziladi. Zanjirga sig'imni noma'lum bo'lgan C_1x kondensator ulanadi.
2. Sxema o'qituvchi yoki laborant tomonidan tekshirilgach qo'zg'aluvchi kontakti reaxord bo'ylab surib, telefondagi tovush kuzatib boriladi. Telefonda tovush yo'qolishi bilan kontakti

surish to'xtatiladi va shu nuqtaga nisbatan reoxordning yelkalari I1 va I2 yozib olinadi. Tajriba uch marta takrorlanadi.

3. Tajribada topilgan I1 va I2 larning qiymati (4) formulaga qo'yib nomalum sig'im C1x hisoblanadi.

4. Kondensator C1x o'rniga sig'imi C11x noma'lum bo'lgan ikkinchi kondensator ulanadi va tajriba avvalgidek takrorlanadi.

5. Sig'implari noma'lum bo'lgan kondensatorlarni avval ketma-ket, so'ngra parallel ulab, tajriba takrorlanadi. Kondensatorlar batareyasining umumiy sig'implari hisoblanadi.

6. Kondensator sig'implari C1x, C11x larning qiymatini ketma-ket va parallel ulash formulalariga qo'yib, umumiy sig'im hisoblanadi. Hisoblash natijalari tajriba natijalari bilan taqqoslanadi.

7. Tajriba va hisoblashda topilgan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

	n	C0	I1	I2	Cx	Cxo`r	ΔCx	ΔCxo`r	$\frac{\Delta C_{o`r}}{C_{o`r}} \cdot 100\%$
C1x	1								
	2								
	3								
C11x	1								
	2								
	3								
Ketma-ket ulash	1								
	2								
	3								
Parallel ulash	1								
	2								
	3								

Sinov savollar

1. Yakkalangan o'tkazgich deb qanday o'tkazgichga aytiladi?
2. Yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imi deb nimaga aytiladi?
3. Sig'im qanday birlikda o'lchanadi?
4. Kondensator nima?
5. Kondensatorlarning qanday turlarini bilasiz? Chizib ko'rsating.
6. Yassi kondensatorning sig'imi formulasini yozing.
7. Kondensatorlar ketma-ket va parallel ulanganda umumiy sig'imni formulalarini yozing.
8. Ishning sxemasini chizib, noma'lum sig'imni topish formulasini keltirib chiqaring.
9. Uitston ko'prigi zanjirini chizib, uni ishlash prinsipini tushuntiring.
10. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

10-LABORATORIYA ISHI

Otkazgichning qarshiligini o'zgarmas tok ko'prigi yordamida aniqlash

ISHNING MAQSADI: Bu ishda o'tkazgichning qarshiligi o'zgarmas tok ko'prigi usuli bilan aniqlanadi.

KERAKLI ASBOBLAR: reoxord, sim tortilgan masshtabli lineyka, galvanometr, qarshilik magazini

NAZARIY QISM

1. Elektr toki va uning xarakteristikalarini. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni.

Elektr zaryadlarining tartibli harakati elektr toki deyiladi. Tokning mavjud bo'lishi uchun tok o'tuvchi muhitda erkin harakat qila oluvchi zaryadlangan zarralarning, hamda elektr maydonining bo'lishi shart. Tokning yo'nalishi qilib shartli ravishda musbat zaryadli zarralarning harakat yo'nalishi qabul qilingan. Elektr toki tok kuchi deb ataluvchi skalyar kattalik bilan xarakterlanadi. O'tkazgichning ko'ndalang kesmidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryad miqdoriga teng bo'lgan fizikaviy kattalik tokning kuchi (I) deyiladi. Agar o'tkazgichning ko'ndalang kesmidan dt vaqt ichida dq zaryad miqdori o'tgan bo'lsa, ta'rifga ko'ra tokning kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Yo'nalishi va kattaligi vaqt davomida o'zgarmaydigan tok o'zgarmas elektr toki deyiladi. Tok kuchining birligi qilib 1 Amper (A) qabul qilingan. Tenglik (1) ga asosan $1A = \frac{1C}{1s}$

Vakuumba bir-biridan bir metr masofada joylashgan juda kichik kesim yuzali ikkita parallel cheksiz uzun o'tkazgichlardan o'tganda, ularning har bir metrida o'zaro ta'sir kuchi hosil qiluvchi tokning kuchi 1 A deb qabul qilingan.

Nemis olimi G. Om /1787-1854/ tajribada bir jinsli metal o'tkazgichdan o'tayotgan tokning kuchi doim uning uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional bo'lishini aniqlangan, ya'ni:

$$I = GU \quad (2)$$

Bu yerda G o'tkazgichning turiga, geometrik o'lchamlariga va haroratiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, o'tkazgichning o'tkazuvchanligi

$$\text{deyiladi. O'tkazuvchanlikka teskari bo'lgan} \quad R = \frac{1}{G} \quad (3)$$

kattalik esa o'tkazgichning qarshiligi deyiladi. Tenglik /3/ ni /2/ ga qo'yib, zanjirning bir qismi uchun Om onunini hosil qilamiz:

$$I = \frac{U}{R} \quad (4)$$

SI tizimida qarshilik Om da o'lchanadi. Bir amper tok o'tayotganda uchlarida bir volt kuchlanish hosil bo'luvchi o'tkazgichning qarshiligi 1 Om ga teng bo'ladi. $1Om = \frac{1B}{1A}$ O'tkazgichlarning

qarshiligi doim o'tkazgichning geometrik o'lchamlariga, shakliga hamda materialiga bog'liq bo'ladi. Silindrik o'tkazgichning qarshiligi uzunligiga to'g'ri, ko'ndalang, kesim yuzasiga teskari proporsional. $R = \rho \frac{l}{S}$ (5) Bu yerda ρ o'tkazgichning materialini xarakterlovchi proporsionallik

koeffitsiyenti bo'lib, solishtirma qarshilik deyiladi. Solishtirma qarshilik berilgan o'tkazgichdan yasalgan va tomonlari 1 birlikka /1 m ga/ teng bo'lgan kub shaklidagi o'tkazgichning qarshiligiga teng bo'lib, Om.m da o'lchanadi.

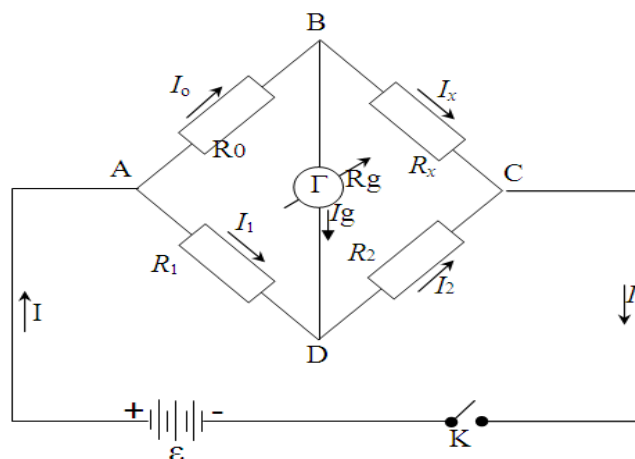
Metallarning qarshiligi haroratga (t) chiziqli bog'lanishda o'zgarishi tajribada aniqlangan.

$$R = R_0(1 + \alpha t) \quad (6)$$

Bu yerda R_0 - o'tkazgichning 0^0S dagi, R esa t^0S dagi qarshiligi bo'lib,

$$\alpha = \frac{1}{273} \text{ qarshilikning harorat}$$

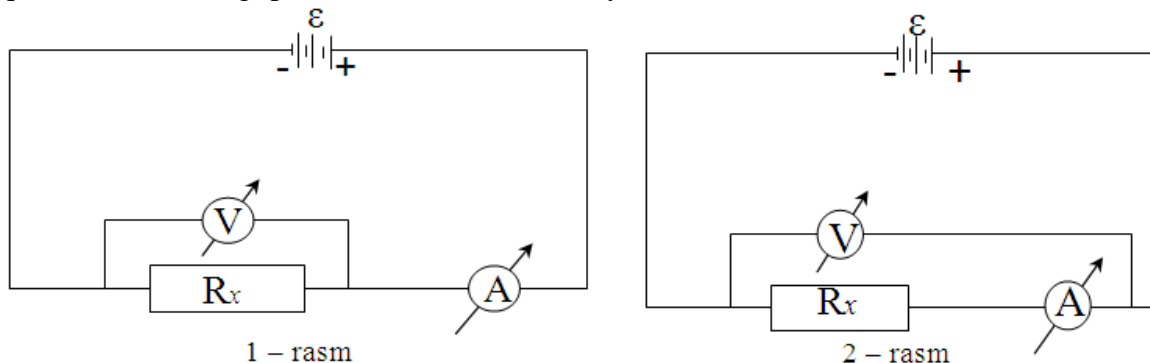
koeffitsiyenti deyiladi. Yarim o'tkazgichlar qizdirilganda qarshiligi kamayadi. Elektr qarshilikni o'lchashning bir ancha



metodlari mavjud boʻlib, ulardan biri qarshilikdan oʻtuvchi tokni va uning uchlaridagi kuchlanishni bilgan holda Om qonuniga asosan qarshilikni hisoblashdan iborat, yaʼni

$$R_x = \frac{U}{I} \quad (7)$$

Ammo bu metod soddaga boʻlgani bilan qarshilik, voltmeter va ampermetrlarni oʻzaro qanday ulamaylik (1 va 2 rasm) R_x ni aniq oʻlchashga imkon bermaydi. Chunki 1- rasmda ampermetr qarshilikdan hamda voltmeterdan oʻtayotgan tokni oʻlchasa, 2- rasmda esa voltmeter ampermetr va qarshilik uchlaridagi potensial tushishini oʻlchaydi.



Qarshiliklarni aniq oʻlchash metodlaridan biri Uitstonning koʻpriki sxemasidir. Bu metod qarshiliklarni solishtirishga asoslangan boʻlib, tok kuchi va kuchlanishlarni oʻlchashga ehtiyoj tugʻdirmaydi. Uitston koʻprigining prinsipial sxemasi 3 - rasmda koʻrsatilgan.

Uitston koʻprigi R_0 , R_1 , R_2 , R_x qarshiliklardan tuzilgan yopiq toʻrtburchakli zanjirdan iborat boʻlib, uning diagonallaridan biriga (AB) tok manbai ulangan. Toʻrtburchakning ikkinchi diagonaliga (BD) esa sezgir galvanometr ulangan boʻlib, sxemaning bu diagonali koʻpriki vazifasini bajaradi. Zanjirning R_0 , R_1 , R_2 , R_x qarshiliklar ulangan qismlari koʻpriki yelkalari deb ataladi. Bu sxemaning ishlash prinsipi koʻprikdan oʻtuvchi tokning (I_g) nolga teng boʻlish shartiga asoslangan. Yaʼni ishlash jarayonida R_1 va R_2 qarshiliklarni shunday tanlab olish kerakki, natijada koʻprikdan oʻtuvchi tok nolga teng boʻlsin. Buning uchun zanjirning (BD) qismidagi potensial tushishi nolga teng, yaʼni B va D nuqtalarning potentsiallari bir-biriga teng boʻlishi kerak. Koʻpriki zanjirning bu holati muvozanat holat, bu holatdagi zanjir esa muvozanatlashtirilgan zanjir deyiladi. Muvozanat shartini Kirxgofning ikkinchi qoidasiga binoan zanjirning ABDA va BCDB konturlari uchun quyidagi tenglamalarni yozish mumkin.

$$\left. \begin{aligned} I_0 R_0 + I_g R_g - I_1 R_1 &= 0 \\ I_x R_x - I_2 R_2 - I_g R_g &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Zanjirning muvozanat holatida galvanometrda oʻtuvchi tok nolga tengligini eʼtiborga olsak (8) va (9) tenglamalar tizimi quyidagi koʻrinishga keladi.

$$\left. \begin{aligned} I_0 &= I_x \\ I_1 &= I_2 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$I_0 R_0 = I_1 R_1 \quad (11)$$

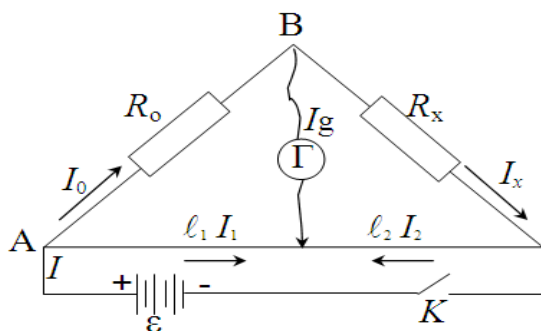
$$I_x R_x = I_2 R_2 \quad (12)$$

Tenglik (10) ni eʼtiborga olib, (12) ni (11) ga hamda-had boʻlsak, quyidagi ifoda hosil boʻladi.

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_2}{R_1} \quad (13)$$

Demak, R_0 , R_1 , R_2 , R_x qarshiliklar (13) tenglamani qanoatlantirsa, koʻpriki muvozanat holatda boʻladi. (13) tenglikdan foydalanib, nomaʼlum qarshilikning qiymatini topish mumkin.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI



1 – rasm.

Noma'lum qarshilikni ko'prik usuli bilan aniqlash uchun 1- rasmdagi elektr zanjiri tuziladi. Bu ko'prik zanjirining yelkalaridan biriga noma'lum qarshilik (R_x^I) ikkinchi yelkasiga esa qarshiliklar magazini R_0 ulanadi. R_1 va R_2 qarshiliklar o'rniga esa, uzunligi bir jinsli o'tkazgichning (reoxordning) o'zg'aluvchi kontakt D bilan bo'lingan qismlari AD, DC larning qarshiliklar olinadi. O'zg'aluvchi kontaktning ikkinchi uchi galvanometrqa ulanadi.

Reoxordning o'zg'aluvchi kontakt bilan ajratilgan I_1 va I_2 qismlarning qarshiliklari mos ravishda quyidagilarga teng.

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S} \quad (14)$$

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{S} \quad (15)$$

bu yerda ρ - reoxord materialining solishtirma qarshiligi C – reoxord simining ko'ndalang kesimi.

Tenglik (15) ni (14) ga xadma-xad bo'lib,
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1} \quad (16)$$

ifodani hosil qilamiz.

Ko'prik muvozanatlik sharti $\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_2}{R_1}$ va (16) ifodadan noma'lum qarshilikni aniqlash

formulasini keltirib chiqaramiz:
$$R_x = R_0 \frac{l_2}{l_1} \quad (17)$$

(R), o'zgarmas tok manbai (ϵ), kalit (K), qarshiliklari o'lchanishi kerak bo'lgan ikkita noma'lum qarshilik (R_x^I, R_x^{II}).

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Noma'lum qarshiliklardan birini (R_x^I) – sxemaga ulab, elektr zanjiri yig'iladi.
2. Zanjir o'qituvchi yoki laborant tomonidan tekshirilgan, tok manbaiga ulanadi.
3. Surgich D ni reoxord o'rtasiga qo'yib, qarshiliklar magazinidan shunday R_0 qarshilik tanlanadiki, natijada galvanometrning strelkasi nolga yaqinlashsin. Keyin surgich D ni surish bilan galvanometrning strelkasi nolga keltirib, reoxord yelkalarining l_1 va l_2 uzunliklari yozib olinadi.
4. Qarshilik R_0 ni o'zgartirib (oshirib yoki kamaytirib) tajriba 3 marta takrorlanadi. Uchchala o'lchashlar asosida R_x^I ning o'rtacha qiymati va o'lchashdagi hatoliklar hisoblanadi.
5. Ikkinchi noma'lum qarshilikni R_x^{II} zanjirga ulab, yuqoridagi usulda tajriba 3 marta qaytariladi.
6. Qarshilik R_x^I va R_x^{II} larni avval ketma-ket keyin parrallel ulab, yuqoridagi usul bilan har bir hol uchun umumiy qarshilik topiladi.

Tajriba natijalari nazariy yo'l bilan hisoblangan

$$R_{kk} = R_x^I + R_x^{II} \quad \text{va} \quad R_{nap} = \frac{R_x^I R_x^{II}}{R_x^I + R_x^{II}} \quad \text{qiymatlari bilan solishtiriladi.}$$

7. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

Noma'lum qarshilik	№	R ₀	I ₁	I ₂	R _x	R _{xo'r}	Δ R _x	Δ R _{xo'r}	$\frac{\Delta R_{xo'r}}{R_{xo'r}} \cdot 100\%$
1- nchi qarshilik (R ^I _x)	1								
	2								
	3								
2-nchi qarshilik (R ^{II} _x)	1								
	2								
	3								
Ketma-ket ulash.	1								
	2								
	3								
Parallel ulash.	1								
	2								
	3								

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ishning maqsadi nimadan iborat.
2. O`tkazuvchanlikning elektron nazariyasi asosida elektr qarshilikning hosil bo`lish sabablarni tushuntiring.
3. O`tkazuvchanlikning elektron nazariyasiga asosan metallarning qarshiligi, nimalarga bog`liq.
4. Om qonunini yozing qarshilik qanday birlikda o`lchanadi?.
5. Uitstonning ko`prik sxemasini chizib, uning ishlash prinsipini tushuntiring.
6. Ko`prik sxemasi muvozanat holatda, bo`lishi uchun uning yelkalariga ulangan qarshiliklar orasida qanday bog`lanish bo`lishi kerak? Isbotlang.
7. Qarshiliklarni ketma-ket ulaganda umumiy qarshilik qanday topiladi?.
8. Nima uchun metallarning qarshiliklari Om qonunidan foydalanib aniqlanadi?.
9. Qarshilikni parallel ulaganda umumiy qarshilik qanday topiladi?.
10. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

11-LABORATORIYA ISHI

G`ALTAKNING INDUKTIVLIGI, KUCHLANISH VA TOK ORASIDAGI FAZA SILJISHINI, HAMDA MUHITNING MAGNIT SINGDIRUVCHANLIGINI ANIQLASH

ISHNING MAQSADI: bu ishda g`altakning induktivligi, kuchlanish va tok orasidagi faza siljishi aniqlanadi.

KERAKLI ASBOBLAR: induktiv g`altak, ampermetr, voltmeter o`zgarmas va o`zgaruvchan tok manbalari, reostat, kalit

NAZARIY QISM

Berk konturni kesib o`tayotgan magnit oqimi har qanday yo`l bilan o`zgarganda konturda tok hosil bo`lish hodisasi elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi. Bu hodisani birinchi marta buyuk ingliz olimi M.Faradey 1831 yili kashf etgan.

Elektromagnit induksiya hodisasida yuzaga kelgan tok induksion tok deyilib, uni yuzaga keltirgan elektr yurituvchi kuch esa induksiya elektr yurituvchi kuchi ($\epsilon\mu$) deb ataladi. Faradeyning tajribalariga asosan induksiya e.yu.k. ning kattaligi konturni kesib o`tuvchi magnit oqimining o`zgarish tezligiga $(\frac{d\Phi}{dt})$ ga to`g`ri proporsionaldir. $\epsilon_u = -\frac{d\Phi}{dt}$ (1) Formuladagi

manfiy ishora induksion tokning yo`nalishi bilan bog`langandir. Induksion tokning yo`nalishi esa Lens qoidasiga asosan topiladi. Bu qoidaga ko`ra berk konturda hosil bo`lgan induksion tok shunday yo`nalishga egaki, uning magnit maydoni induksion tokni hosil qiluvchi magnit oqimining o`zgarishiga qarshilik ko`rsatadi. Tajribalarning ko`rsatishicha, istalgan konturdan elektr toki o`tayotganda uning atrofida magnit oqimini vujudga keltiradi. Bunda hosil bo`lgan to`liq magnit oqimi F konturdan o`tayotgan tokning kuchiga to`g`ri proporsionaldir, ya`ni $\Phi=LI$ (2)

Bu yerda L - konturning shakliga, geometrik o`lchamlariga va o`tkazgichga joylashgan muhitning magnit hususiyatiga bog`liq bo`lgan proporsionallik koeffitsiyenti bo`lib, konturning induktivligi deyiladi.

Agar konturdan o`tayotgan I tok o`zgarsa, uning hosil qilayotgan magnit oqimi ham o`zgaradi. Konturdagi magnit oqimining o`zgarishi esa shu konturda induksion tokni hosil qiladi. Shuning uchun bu hodisa o`zinduksiya hodisasi deyiladi. O`zinduksiya hodisasi ham elektromagnit induksiyaning bir ko`rinishidir. Shuning uchun o`zinduksiya e.yu.k. ning kattaligi ($\epsilon_{o\cdot z}$) ham Faradey qonuni $/1/$ ga asosan topiladi. Buning uchun $/2/-$ nchi ifodani $/1/$ ga o`yamiz.

$$\epsilon_{o\cdot z} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

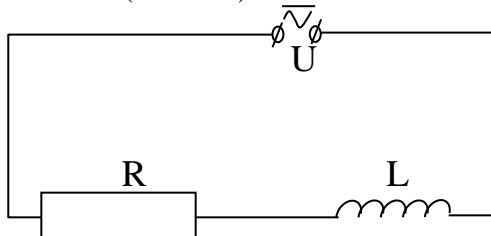
$$\epsilon_{o\cdot z} = -L\frac{dI}{dt} \quad (3)$$

Demak, o`zinduksiya elektr yurituvchi kuchining kattaligi konturdan o`tayotgan tok kuchining o`zgarish tezligi $\frac{dI}{dt} = I$ ga teng bo`lsa, $\epsilon_{o\cdot z}=1V$ ga teng bo`ladi. Bunga asosan induktivlikni quyidagicha ta`riflash mumkin. Induktivlik konturdagi tok kuchi bir sekunnda bir birlikka o`zgarganda hosil bo`ladigan o`zinduksiya e.yu.k. ga son jihatidan teng bo`lgan fizik kattalik ekan. SI birliklari tizimida induktivlik birligi qilib Genri /qisqacha: Gn/ olingan. Tenglik $/3/$ ga asosan Genrini quyidagicha ta`riflash mumkin. Tok kuchi 1 sekunnda 1 Amperga o`zgarganda 1 Volt o`zinduksiya elektr yurituvchi kuchi hosil bo`ladigan konturning induktivligi I Gn ga teng bo`ladi, ya`ni $1Gn = 1\frac{B \cdot s}{A}$

Agar konturdan o`zgaruvchan tok o`tayotgan bo`lsa, o`zinduksiya hodisasi sodir bo`ladi. Lens qoidasiga asosan induksion tok zanjirdagi asosiy tokning o`zgarishiga to`sqinlik qiladi. Bu esa zanjirga qo`shimcha qarshilik ulangan bilan barobardir. Yuzaga kelgan bu qo`shimcha qarshilik induktiv qarshilik (R_2) deyiladi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Aktiv qarshilik R bilan induktivligi L bo`lgan g`altak ketma-ket ulangan zanjir bilan tanishamiz (1 - rasm).



1-rasm.

Zanjirdagi tok sinusoida qonuni asosida o`zgaruvchi bo`lsin, ya`ni $I=I_0 \sin\omega t$ (4), bunda I - tokning oniy I_0 esa amplituda qiymati bo`lib, ω - tokning aylanma chastotasidir. Bu tok g`altakda quyidagi o`zinduksiya E.Yu.K. hosil qiladi.

$$\epsilon_{o\cdot z} = L\frac{dI}{dt} \quad (5)$$

O`zgaruvchan tokning oniy qiymati uchun Om onunini quyidagicha yozish mumkin:

$$I = \frac{U - L\frac{dI}{dt}}{R}$$

bunda U o'zgaruvchan tok manbaidagi kuchlanish bo'lib, $U = IR + L \frac{dI}{dt}$ (6)

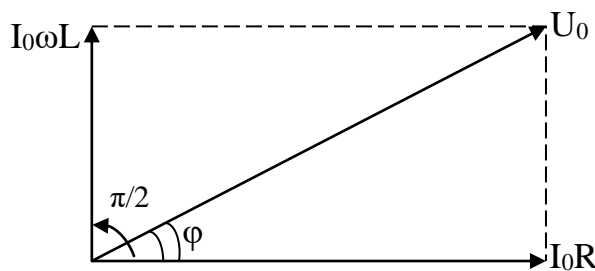
ga teng. Tenglama (6) ni (4) ga asosan quyidagicha yozish mumkin.

$$U = I_0 R \sin \omega t + I_0 L \omega \cos \omega t \quad (7)$$

$$\cos \omega t = \sin \omega t + \frac{\pi}{2}, \text{ bo'lgani uchun } U = I_0 R \sin \omega t + I_0 L \omega \sin \omega t + \frac{\pi}{2} \quad (8)$$

Bunda $I_0 R \sin \omega t = UR$ – zanjirning aktiv qarshiligidagi potensialning pasayishi $I_0 L \omega \sin \omega t + \frac{\pi}{2} = U_L$ induktiv g'altakdagi potensialning pasayishi, $I_0 L \omega = U_{OL}$ ko'paytma g'altakdagi induktiv kuchlanishning maksimal ya'ni amplituda qiymati.

Demak, g'altakning induktiv qarshiligi o'zgaruvchan tokning aylanma chastotasiga va g'altakning induktivligiga proporsional ekan.



2 – rasm.

Tenglama (7) ga asosan induktiv g'altakdagi kuchlanishning fazasi aktiv qarshilikdagi kuchlanishning fazasidan farq qilishi ko'rinadi. Bir – birlaridan fazalari farq qiluvchi kuchlanishlarni vektorlar diogrammasi asosida qo'shish qulay.

Agar aktiv qarshilikdagi kuchlanishning qiymati gorizontal o'qqa joylashtirilsa induktiv g'altakdagi kuchlanishning qiymatini vertikal o'qqa joylashtiriladi, chunki u 90° fazaga farq qiladi.

Umumiy kuchlanish U_0 bu vektorning vektor yig'indisiga teng bo'ladi. Shakldan Pifagor teoremasiga asosan $U_0 = \sqrt{(I_0 R)^2 + (I_0 \omega L)^2}$ ni yozish mumkin, bundan $I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ (9)

bo'ladi.

Elektr o'lchov asboblari tok kuchi va kuchlanishning maksimal (amplituda) qiymatini o'lchamay uni effektiv qiymatini o'lchaydi. Tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymati maksimal

qiymati bilan quyidagicha bog'langan, ya'ni $I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$, $U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ tenglama

(9) ga I_0 va U_0 larning qiymatlarini o'ysak

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{\sqrt{(R + (\omega L)^2)}} \quad \text{bu yerda} \quad \frac{U_{ef}}{I_{ef}} = Z$$

Zanjirning umumiy qarshiligidir, u vaqtda

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (10)$$

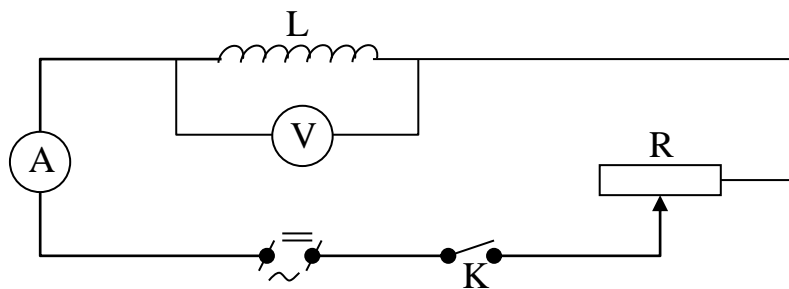
$$\text{Bundan, g'altakning induktivligi } L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} \quad (11)$$

Bundan $\omega = 2\pi\nu$; shahar elektr tarmog'ining chastotasi $\nu = 50$ Gs ga teng. Umumiy kuchlanish U_0 bilan tok kuchi orasidagi faza siljishi, (2 - rasmdan) $\text{tg } \varphi = \frac{I_0 \omega L}{I_0 R} = \frac{\omega L}{R}$ (12) ga

teng.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Quyidagi sxema asosida elektr zanjir tuziladi.



3 – rasm.

2. Zanjir o'zgarmas tok manbaiga ulanadi. G'altakdagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchab, (kuchlanishning qiymatini o'qituvchi beradi). G'altakning aktiv qarshiligi quyidagi tenglikdan aniqlanadi. $R = \frac{U}{I}$

Tajriba har hil kuchlanishlarda qaytariladi.

3. Zanjirni o'zgaruvchan tok manbaiga ulab, tok va kuchlanishlarning effektiv qiymati o'lchanadi va g'altakning umumiy qarshiligi $Z = \frac{U_{ef}}{I_{ef}}$ tenglamadan topiladi.
4. Kuchlanishni o'zgartirib tajriba bir necha marta takrorlanadi. qarshilik R va Z larning o'rtacha qiymatini (11) formulaga qo'yib g'altakning induktivligi topiladi.
5. Formula (12) yordamida $tg\varphi$ ni hisoblab tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljishi φ aniqlanadi.

O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	O'zgarmas tok				O'zgaruvchan tok				L	tgφ	φ
	I	U	R	R	I	U	Z	Z			
1											
2											
3											

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ishning maqsadi nimadan iborat?
2. Induktivlik deb nimaga aytiladi? U qanday birlikda o'lchanadi, nimalarga bog'liq?
3. Elektromagnit induksiya hodisasini ta'riflab, induksiya elektr yurituvchi kuchi formulasini yozing.
4. O'zinduksiya hodisasini ta'riflab, o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchini formulasini yozib tushuntiring.
5. G'altakning induktiv qarshiligi va to'liq qarshiligi formulalarini yozing va ularni izohlang.
6. O'zgaruvchan tok kuchi bilan kuchlanishning effektiv qiymati ularning amplituda qiymatlari bilan qanday bog'liq?
7. Bu ishda g'altakning aktiv qarshiligi qanday aniqlanadi?
8. Mazkur ishda elektr g'altakning induktivligini topish formulasini keltirib chiqaring.
9. Ishning elektr zanjirini chizing.
10. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

12-LABORATORIYA ISHI

YER MAGNIT MAYDONI KUCHLANGANLIGINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH

ISHNING MAQSADI: Yer magnit maydoni kuchlanganligini gorizonttal tashkil etuvchisini tangens – galvanometr yordamida anilqash

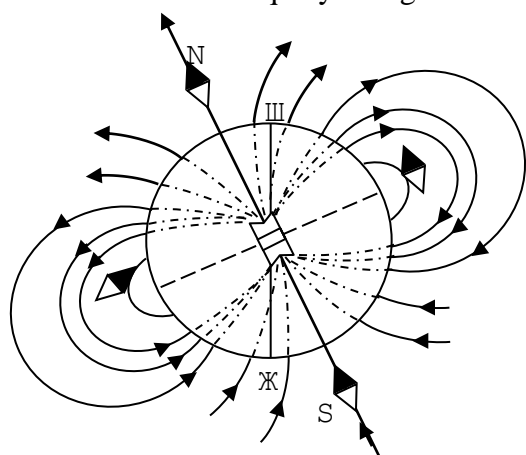
KERAKLI ASBOBLAR: Tangens – galvanometr (tangens-bussol) ampermetr, reostat, o`zgarmas tok manbai, kalit

NAZARIY QISM

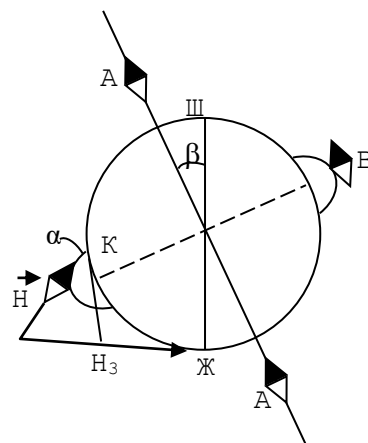
Yer planetasi juda katta shar shaklidagi magnitdan iborat bo`lib, uning qutblari N-S Yerning geografik qutblariga yaqin joylashgan. Xususan yerning shimoliy geografik qutbi yaqinida /300 km/ Yer magnit maydonining janubiy qutbi /N/ va janubiy geografik qutbi yaqinida, magnit maydonining shimoliy qutbi /S/ joylashgandir /1-rasm/.

Yer planetasining magnit maydoni yerning markaziga joylashtirilgan o`zgarmas magnitning maydoniga mos keladi.(1-Rasm)

Yerning magnit maydoni uning magnit ekvatorida gorizonttal /B nuqta/, magnit qutblarida esa vertikal /A nuqta/ yo`nalishiga ega. Yer sirtining boshqa nuqtalarida magnit maydoni ma`lum burchak ostida /K nuqta/ yo`nalgan bo`ladi. (2-Rasm).



1- rasm



2-rasm

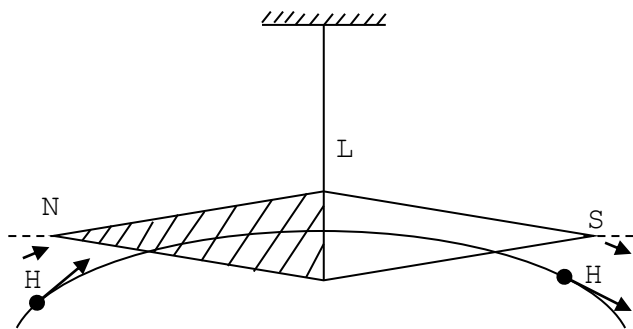
Magnit maydon kuchlanganligining gorizonttal tekislikka proyeksiyasi Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisi deyiladi va uning yo`nalishi magnit meridiani yo`nalishi deb qabul qilingan. Undan o`tuvchi vertikal tekislik esa magnit meridian tekisligi deb ataladi.

Yer magnit maydonining qutblari uning geografik qutblari bilan mos tushmaganligi uchun Yer sirtining ixtiyoriy nuqtasidan o`tgan magnit meridian tekisligiga mos kelmaydi.

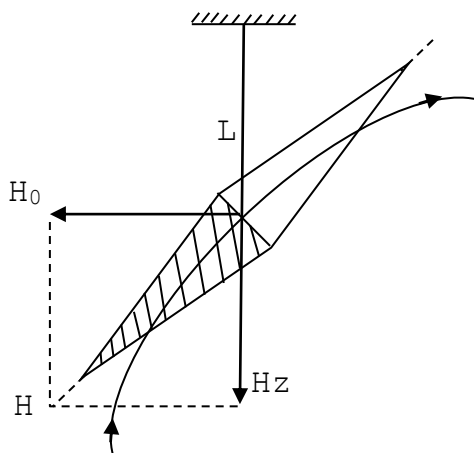
Geografik va magnit meridianlari yo`nalishlari orasidagi burchak α - og`ish burchagi deyiladi /2-rasm/. Berilgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganlik vektori yo`nalishi bilan gorizonttal tekislik orasidagi burchak β - egilish burchagi deyiladi

/2-rasm/. Agar magnit strelkasi o`rtasidan ipga osib qo`yilsa, strelka yerning shu nuqtasidagi magnit maydoni kuchlanganlik vektori /H/ bo`ylab yo`naladi /3rasm /. Agar vertikal o`q atrofida erkin aylanishi mumkin bo`lgan magnit strelkasi gorizonttal tekislikka joylashtirilsa, unga faqat Yer magnit maydonining gorizonttal tashkil etuvchisi /H₀/ ta`sir etadi

/4rasm /.



3 - rasm



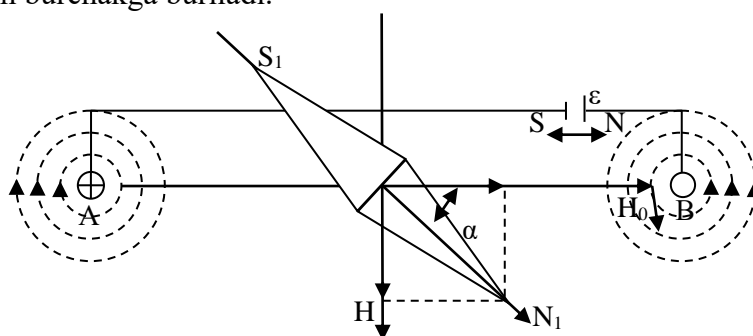
4 – rasm

Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi H_0 ni aniqlashda tangens-galvanometrda foydalaniladi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Tangens - bussol r radiusli ma'lum o'ramlar soniga ega bo'lgan yassi vertikal g'altakdan iborat bo'lib uning markazida, gorizontal tekislikda kompas joylashgan (5 - rasm).

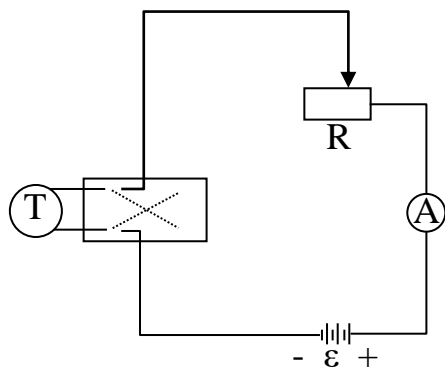
G'altakda tok bo'lmagan holda kompas strelkasi Yerning magnit meridiani N S bo'ylab joylashgan. Vertikal o'q atrofida g'altakni burib, g'altak tekisligini magnit meridiani tekisligiga moslaymiz. Undan so'ng g'altakdan tok o'tkazilsa magnit strelkasi tokning magnit maydoni ta'siri ostida ma'lum burchakga buriladi.



5 – rasm.

Magnit strelkasining bu holati unga ta'sir etuvchi ikki magnit maydon: Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi (H_0) va tok magnit maydonining (H) ta'siri bilan aniqlanadi. Magnit strelkasi 2 tomondan ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi bo'ylab joylashadi.

5- rasmda tangens – galvanometrning gorizontal tekislik bilan kesimi va g'altakdagi tokning magnit maydoni kuch chiziqlari keltirilgan bo'lib, N S – Yer magnit meridianining yo'nalishi; A va B – g'altakning gorizontal tekislikdagi kesimlari. A nuqtada g'altakdan o'tuvchi tok krest bilan ko'rsatilgan bo'lib bizdan ortga yo'nalgan, B nuqtada esa ortdan bizga qarab yo'nalgan bo'lib, nuqta bilan ko'rsatilgan.



6 – rasm

N S – kompasning magnit strelkasi;
 H_0 - Yer magnit maydoni kuchlanganligi vektorning gorizont talashkil etuvchisi.
 H - saltakdan o`tuvchi aylanma tok hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi vektori 5- rasmdan

$$H = H_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Aylanma tokning markazidagi magnit maydonning kuchlanganligi Bio – Savar - Laplas qonuniga asosan

$$H = \frac{In}{2r} \quad (2)$$

(1) va (2) ga asosan

$$\frac{In}{2r} = H_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

bu yerda, I - g`altakdan o`tuvchi tok; n - g`altakdagi o`ramlar soni; r - g`altak radiusi.

Tenglik (3) dan Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizont talashkil etuvchisini (H_0) topamiz.

$$H_0 = \frac{In}{2r \operatorname{tg} \alpha} \quad (4)$$

SI tizimida magnit maydon kuchlanganligi A/m da o`lchanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Tangens - galvanometr T, ampermetr A, reostat R va ε tok manбайдan iborat elektr zanjiri tuziladi (6 - rasm).
2. Tangens - galvanometrni burib, g`altak tekisligi magnit meridiani tekisligida joylashtiriladi, bunda strelkaning bir uchi 0 ni ko`rsatadi.
3. Reostat surgichni surib, qarshilik eng katta qiymatga keltiriladi. Zanjir tok manbaiga ulanib, tok kuchi 0,1 amperga keltiriladi.
4. Tangens - galvanometr strelkasining ikkala uchi ko`rsatilgan burchaklar α_1 va α_2 yozib olinadi.
5. Tok kuchini o`zgartirmay kalit bilan tokning yo`nalishini o`zgartirib strelkaning burilish burchaklari α_3 va α_4 yozib olinadi.
6. Quyidagi formuladan foydalanib o`rtacha burilish burchagi topiladi.

$$\alpha_{yp} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

7. Tajriba tok kuchi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 A bo`lgan hollar uchun qaytariladi.
8. Tok kuchi I va $\operatorname{tg} \alpha$ ning qiymatlarini (4) formulaga o`yib H_0 ning qiymati hisoblanadi.
9. O`lchash va hisoblash quyidagi jadvalga yoziladi.

№	Strelkaning otsishi						$\operatorname{tg} \alpha$	H_0	$H_{0o'r}$	ΔH_0	$\Delta H_{0o'r}$	$\frac{\Delta H_{o'r}}{H_{0o'r}} \cdot 100\%$
	I	α_1	α_2	α_3	α_4	$\alpha_{o'r}$						
1												
2												
3												

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Ishning maqsadi nimadan iborat?
2. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi va u nimaga bog`liq?
3. Yer xosil qilgan magnit maydoni induksiya chiziqlarini chizib ko`rsating?
4. Magnit maydonining induksiyasi deb nimaga aytiladi va u qanday birlikda o`lchanadi?
5. Magnit maydon induksiyasi uning kuchlanganligi bilan qanday bog`langan?
6. Bio-Savar-Laplas qonuni umumiy holda yozib ta`rifini ayting?
7. Tangens-galvonometrning tuzilishini tushuntiring?
8. Mazkur ishda Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisini topish formulasini keltirib chiqaring va magnit maydoni kuchlanganligining o`lchov birligining hosil qiling?
9. Ishning elektr zanjirini chizing?
10. Ishni bajarish tartibini so`zlab bering?

13-LABORATORIYA ISHI

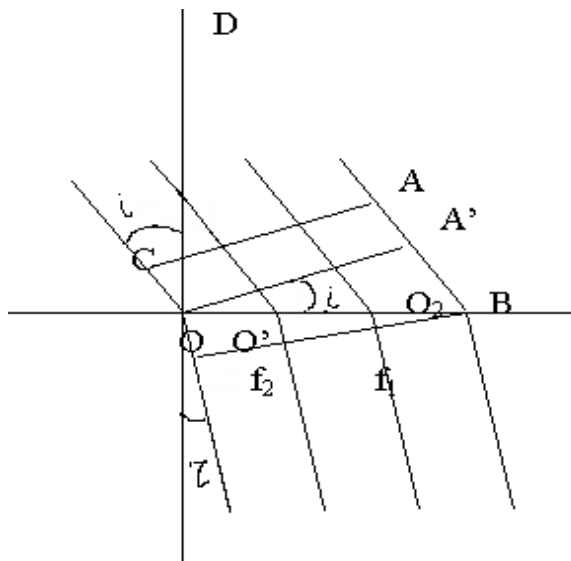
Mikroskop yordami bilan shisha plastinkasining sindirish ko`rsatkichini aniqlash

Kerakli asboblari: mikroskop, mikrometr, shtrixli shaffof plastinkalar.

Ishni bajarishdan maqsad yorug`lik nurining sinish qonunlarini o`rganishdir. Bu qonunlarni Gyuygens printsipiga asosan tushuntirish mumkin. **Gyuygens tamoil printsipi:** yorug`lik ta`sir qilayotgan har bir nuqta o`z navbatida ikkinchi to`lqin manbai hisoblanadi, bu to`lqinlarni o`rovchi yuza egriligi to`lqin frontining holatini ko`rsatadi. Bu tamoil printsip geometrik optikaning qo`llanish chegaralarida, ya`ni yorug`lik to`lqin uzunligi to`lqin frontiga nisbatan kichik bo`lgan holatlardagina o`z kuchini saqlaydi.

Yassi to`lqinning ikki muhit chegarasida sinishini kuzataylik, birinchi muhitda to`lqin tarqalish tezligi V_1 , ikkinchisida esa V_2 bo`lsin.

1-rasmda i tushuvchi nur OC va sindiruvchi muhit yuzasiga o`tkazilgan normal OD orasidagi burchak bo`lsin.



Vaqt $t=0$ bo`lganda to`lqin frontining C nuqtasi muhit chegarasidagi O nuqtasiga etsin, bunda frontning A nuqtasi A' nuqtasiga etadi. A' nuqtasi ikkinchi muhitga B nuqtaga/ etish uchun t vaqt ketadi. Bu vaqt ichida markazi O nuqtada bo`lgan ikkilamchi to`lqin fronti ma`lum $O f_2$, masofani bosib o`tadi. Markazlari O_1, O_2 nuqtalarda bo`lgan to`lqinlar ham ikkinchi sferik to`lqinlarni tarqatadi. Gyuygens printsipiga asosan yangi to`lqin fronti chegarasini e`lementlar to`lqinlar e`griligi, ya`ni B, f_1, f_2 tekisligi belgilaydi.

1-rasmdan quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$OB = \frac{Of_2}{\sin r} = \frac{A'B}{\sin i} \quad (1)$$

(1) ifodada $A'B = V_1 t$, $Of_2 = V_2 t$ almashtirishni o'tkazsak

$V_1 \sin r = V_2 \sin i$ yoki $\sin i / \sin r = V_1 / V_2 = n$ ni hosil qilamiz. Bu yerda n ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi bo'ladi. Agar birinchi muhit vakuum bo'lsa, u holda biz ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichiga e'ga bo'lamiz. Agar bir muhitning sindirish ko'rsatkichi n_1 , ikkinchi muhitning sindirish ko'rsatkichi n_2 ga teng bo'lsa, unda sindirish qonunini matematik jihatdan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\sin i / \sin r = n_2 / n_1 \quad \text{yoki} \quad n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (2)$$

Maksvell o'zining e'lektromagnit maydon nazariyasiga asoslanib, yorug'lik e'lektromagnit to'liqin e'kan degan xulosaga keldi va quyidagi bog'lanishni kiritdi,

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon \mu} = n \quad (3)$$

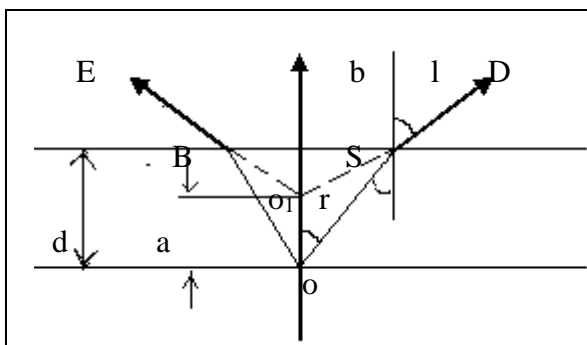
bu erda c yorug'likning vakuumdagi tezligi, v yorug'likning muhitdagi tezligi, ϵ muhitning die'lektrik kirituvchanligi va μ muhitning magnit kirituvchanligi. $c/v = n$; demak $n = \sqrt{\epsilon \mu}$ e'kan. Yuqoridagi (3) tenglik moddaning optik, e'lektrik va magnit doimiylari o'rasidagi munosabatini ko'rsatadi.

USULNING NAZARIYASI VA ISHNI BAJARISH TARTIBI.

Yassi parallel shaffof plastinka orq'ali q'aralganda qorilayotgan buyum yaq'inroq joylashganday tuyuladi. Yassi parallel shisha plastinka orq'ali O nuq'tani kuzataylik (2-rasm). O nuq'ta orq'ali OB va OS nurlarini o'tkazamiz, ular sinib SD va VE yo'nalishlar bo'ylab ketadi. Yuqoridan q'arasak O nuqtani O_1B va O_1S nurlari kesishgan O_1 da ko'ramiz. Shunday q'ilib O nuq'ta $a = OO_1$ masofaga siljiganday tuyuladi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi n va qalinligi d orasidagi bog'lanishni topamiz. 2-rasmdan $d = ctg r$; $b / (d-a) = tgi$ bularni ko'paytirib

$$d / (d - a) = \frac{\sin i \cos r}{\sin r \cos i} \quad \text{ni hosil qilamiz.} \quad \frac{\sin i}{\sin r} = n \quad \text{deb olib sodda}$$

matematik o'zgarishdan keyin $d / (d - a) = \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}$ ni hosil qilamiz.



Agar $i=0$ bo'lsa, $d / (d-a) = n$ bo'ladi. Demak, yuq'oridan tik ravishda kuzatilayotgan shaffof plastinka uchun $n = d / (d-a)$ munosabat o'rinalidir. Bu usul bilan shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniq'lash mumkin.

Ishni bajarish tartibi:

1. Mikraskopning obektivi qarshisidagi buyum stolchasiga ikki tomoni tirlangan shisha plastinka qo'yiladi. Kremalyar vint yordamida mikraskopning ko'rish maydonida plastinaning ustki tirlangan chizig'i yaxshi ko'ringuncha harakatlantirib, noniusdan N_1 aniqlanadi.
2. Xuddi shuningdek, plastinaning pastki tirlangan chizig'i yaxshi ko'rinadigan holatdagi N_2 aniqlanadi va plastinkaning mavhum qalinligi $N=N_1-N_2$ hisoblanadi.
3. Shtangensirkul yoki mikrometr bilan plastinaning haqiqiy qalinligi d o'lchanadi.
4. Bu o'lchashlar har xil qalinlikdagi boshqa shisha plastinkalar uchun takrorlanadi va $n = \frac{d}{N}$ formuladan foydalanib, ularning sindirish ko'rsatkichlari aniqlanadi. O'lchashlar uch martadan takrorlanadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

N	d	N_1	N_2	N	n	n	$ \Delta n $	Δn	Σ

Sinov savollari

1. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlarining ta'rifini ayting va fizik ma'nosini tushuntiring.
2. To'la ichki qaytish hodisasi deb nimaga aytiladi.
3. Linzada tasvir yasang va linza formulasini yozing.
4. Ishni bajarish metodini tushuntirib bering.
5. Mikrasko'pda nurlar yo'lini chizing.

14-LABORATORIYA ISHI

YORUG`LIKNING SUYUQLIKLARDA YUTILISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

ISHNING MAQSADI: Fotoelement yordamida rangli suyuqlikning yorug`likni integral yutish ko'effitsiyentini aniqlashdan iborat

KERAKLI ASBOBLAR: yoritgich, silindrik shisha idish, fotoelement, milliampermetr.

NAZARIY QISM

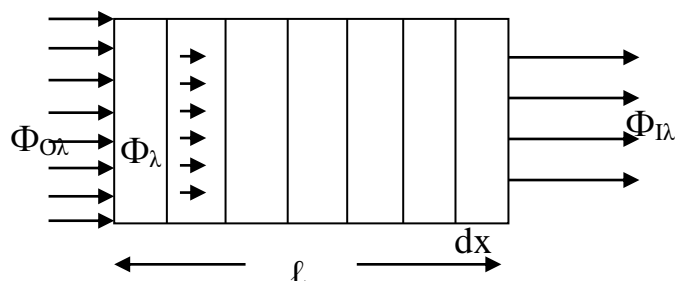
Shaffof muhitga yorug`lik tushganda yorug`lik energiyasining muhit sirtidan qaytish va muhit ichida yutilish hodisalari kuzatiladi. Muhitdan o'tayotgan yorug`lik energiyasining bir qismi boshqa tur energiyalarga aylanishi tufayli yorug`lik intensivligining kamayishi hodisasi yorug`likning yutilishi deyiladi.

Muhitdan o'tayotgan yorug`lik asosan quyidagi sabablarga ko'ra yutiladi.

1. Tushayotgan yorug`likning o'zgaruvchan elektromagnit maydoni ta'sirida muhit atomlari tarkibidagi elektronlar majburiy tebranma harakatga keladi. Natijada yorug`lik energiyasining bir qismi elektronlarning majburiy tebranma harakat energiyasiga aylanadi. Bu elektronlar ham o'z navbatida hamma tomonga ikkilamchi elektromagnit to'lqinlar tarqatadi. Ikkilamchi to'lqinlar energiyasining bir (muhitga tushayotgan yorug`lik to'lqini yo'nalishda tarqatilayotgan qismi) qismi tushayotgan yorug`lik energiyasiga qo'shiladi. Qolgan qismi esa yon tomonlarga sochilib, yorug`likning muhitda yutilishini hosil qiladi.

2. Tushayotgan yorug'likning bir qismi muhit atomlarni harakatga keltirib, moddaning ichki ya'ni issiqlik energiyasiga ham aylanadi. Natijada yorug'lik o'tkazayotgan jism qiziydi.

Muhitdan o'tayotgan yorug'lik intensivligi kamayishi ya'ni yorug'likning yutilish qonunini aniqlaylik. Buning uchun ℓ qalinlikdagi biror muhitga monoxromatik yorug'lik oqimi Φ_0 tik tushayapti deb faraz qilaylik. Muhit qalinligini dx qalinlikdagi qatlamchalarga ajratib chiqamiz. (1-rasm).



1-rasm

Ixtiyoriy dx qalinlikka ega bo'lgan muhitda yorug'lik oqimining susayishi $d\Phi_\lambda$ tushayotgan yorug'likning oqimi Φ_λ ga va qatlam qalinligi dx ga to'g'ri proporsional bo'lib, suyuqlikning turiga, yorug'likning to'qlin uzunligiga ham bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$d\Phi_\lambda = -m_\lambda \Phi_\lambda dx \quad (1)$$

$$m_\lambda = -(d\Phi_\lambda / \Phi_\lambda dx) \quad (2)$$

bu yerda m_λ muhitning turiga va yorug'likning to'qlin uzunligiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti bo'lib, suyuqlikning yorug'likni yutish koeffitsiyenti deyiladi. Tenglik (2) dan yutish koeffitsiyentning quyidagi ta'rifi kelib chiqadi. Qalinligi bir birlikka teng bo'lgan muhitdan o'tgan yorug'lik oqimining nisbiy kamayishiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik yutish koeffitsiyenti deyiladi. Yutish koeffitsiyenti SI birliklar tizimida m^{-1} da o'lchanadi.

Tenglama (1) ning ikkala tomonini Φ_λ ga bo'lib, shaklda ko'rsatilgan chegaralar bo'yicha integrallaymiz.

$$\int \frac{d\Phi_{3\lambda}}{\Phi_\lambda} = -m_\lambda \int_0^\ell dx \quad \ln \frac{\Phi_{3\lambda}}{\Phi_{0\lambda}} = -m_\lambda \ell \quad (3)$$

bu ifodani potensirlasak

$$\Phi_{1\lambda} = \Phi_{0\lambda} e^{-m_\lambda \ell} \quad (4) \text{ kelib chiadi}$$

Bu yerda $e=2,71$ natural logarifm asosi.

(4) Buger qonunini ifoda etadi, ya'ni muhitning qalinligi ortishi bilan undan o'tayotgan yorug'likning oqimi (intensivligi) eksponensial qonun bo'yicha kamayadi. Tajriba asosida ℓ , $\Phi_{1\lambda}$ va $\Phi_{0\lambda}$ larni o'lchab, tenglik (3) dan muhitning yorug'likni yutish koeffitsiyenti m_λ ni aniqlash mumkin. Hisoblarni soddalashtirish uchun natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tamiz. Buning uchun Buger qonunini

$$\Phi_{1\lambda} = \Phi_{0\lambda} 10^{-K_\lambda \ell} \quad (5)$$

ko'rinishda yozamiz. Bu yerda K_λ ham muhitning yutish hususiyatini harakterlovchi kattalik bo'lib, u m_λ bilan quyidagicha bog'langan.

$$10^{-K_\lambda \ell} = e^{-m_\lambda \ell} \quad (6)$$

tenglik (6) ni logarifmlab

$$K_\lambda = m_\lambda \lg e = 0,4343 m_\lambda \quad (7)$$

ni hosil qilamiz. Bundan $m_\lambda = (K_\lambda / 0,4343)$ (8)

Bu ishda suyuqlikning integral yutish koeffitsiyenti, ya'ni oq yorug'likni yutish koeffitsiyenti aniqlanadi. Oq yorug'lik yetti xil rangdagi (7 xil to'qlin uzunlikdagi) nurlarning yig'indisidan iborat.

Yutish koeffitsiyentini aniqlash uchun suyuqlik silindrik shisha idishga qo'yiladi. Yorug'lik idishdagi suyuqlikdan o'tayotganda u suyuqlikda yutilishi bilan bir qatorda, suyuqlik

sirtidan qaytish, idish tubidan qaytish va yutilishi hodisalari kuzatiladi. Bu jarayonlarni ham hisobga olib, Buger qonunini

$$\Phi_{i\lambda} = \Phi_{0\lambda} 10^{-(k_m + \gamma)} \quad (9)$$

ko`rinishida yozamiz.

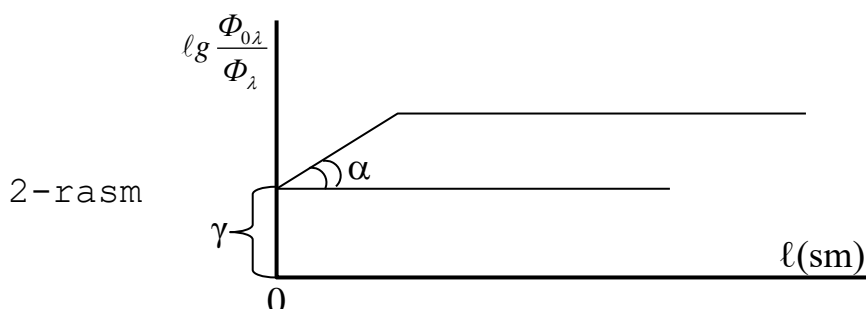
Bu yerda γ yuqoridagi jarayonlarni hisobga oluvchi va suyuqlikning qalinligiga bog`liq bo`lmagan koeffitsiyent. Demak, yutish koeffitsiyentini aniq o`lchash uchun γ ni o`lchash kerak. Buning uchun (9) tenglamaning logarifmik grafigidan foydalaniladi. Tenglik (9) ni

$$\frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{i\lambda}} = 10^{(k_\lambda \ell + \gamma)} \quad (9)$$

ko`rinishida yozib logarifmlaymiz

$$\lg \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{L\lambda}} = K_\lambda \ell + \gamma \quad (10)$$

Bu ordinata o`qidan γ ga teng kesma kesuvchi to`g`ri chiziqning tenglamasidir (2-rasm). Hosil bo`lgan to`g`ri chiziqning burchak koeffitsiyenti esa K_λ ga teng bo`ladi, ya`ni



$$K_\lambda = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{3\lambda}} - \lg \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{1\lambda}}}{\ell_2 - \ell_1} \quad (11)$$

Tenglik (8) ni e`tiborga olsak, yutish koeffitsiyenti hisoblash uchun

$$m_\lambda = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{2\lambda}} - \lg \frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{1\lambda}}}{0,4343 (\ell_2 - \ell_1)} \quad (12)$$

formulani hosil qilamiz.

Bu ishda yorug`lik oqimlari fotoelement yordamida o`lchanadi. Stoletov qonuniga ko`ra to`yinish fototoki fotoelementga tushayotgan yorug`likning oqimga to`g`ri proporsionaldir.

$$I = C \Phi \quad (13)$$

Bu yerda C fotoelement sezgirligi. Fototokni o`lchayotgan milliampermetr bo`limining qiymati I ga teng bo`lsa

$$I = i n \quad (14) \quad \text{bo`ladi.}$$

Bu yerda n tok o`tayotgan milliampermetr strelkasining ko`rsatishi. Bu tengliklarni hisobga olib, (12) chi tenglikdagi oqimlari nisbatini galvanometr strelkasi ko`rsatgan bo`limlari soni nisbati bilan almashtirish mumkin.

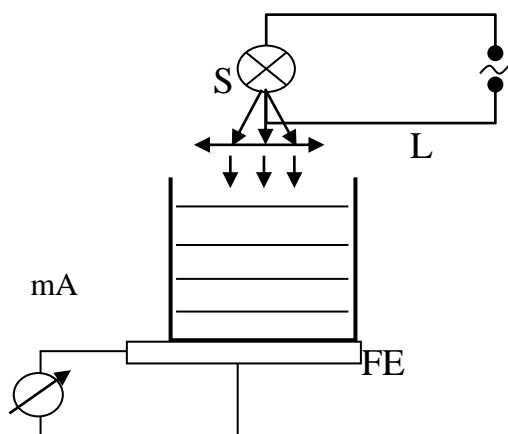
$$\frac{\Phi_{0\lambda}}{\Phi_{i\lambda}} = \frac{n_0}{n_1} \quad (15)$$

Tenglik (15) ni (12) ga qo`yib yutilish koeffitsiyenti hisoblash uchun

$$m_\lambda = \frac{\lg \frac{n_0}{n_2} - \lg \frac{n_0}{n_1}}{0,4343 (\ell_2 - \ell_1)} \quad (16)$$

formulani hosil qilamiz.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI



3-rasm

S lampaning va L linza yordamida parallel nurlar oqimi silindrik idishdagi suyuqlikka tushadi. Idish tagiga milliampermetr ulangan fotoelement FE joylashtirilgan (3-rasm). Fotoelement suyuqlikdan o'tgan yorug'lik oqimini o'lchaydi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Yoritish lampasini tok manbaiga ulab, undan chiqayotgan nurlar suyuqlikdan o'tib, fotoelementni bir tekis yoritadigan holatga keltiriladi.
2. Diafragma yordamida suyuqlisiz idishdan o'tayotgan yorug'lik oqimi shunday tanlab olinadiki, milliampermetr strelkasi shkaladan tashqariga chiqib ketmasin. Strelkaning n_0 ko'rsatishi yozib olinadi.
3. Idishga 1 sm qalqnlkda suyuqlik qo'yib, fotoelement ustiga o'rnatiladi va milliampermetrning n_1 ko'rsatishi yozib olinadi.
4. Idishga 2,3,4 sm qalqnlkda suyuqliklar qo'yib, milliampermetrning $n_1 n_2$ ko'rsatishlari yoziladi.
5. O'lchash natijalari asosida $\lg \frac{n_0}{n} = f(\ell)$ funksiyaning grafigi chiziladi.
6. Tenglik (16) dan foydalanib, suyuqlikning yorug'likni yutish koeffitsiyenti m_λ hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	n_0	ℓ (sm)	n	n_0/n	m_λ	$m_{\lambda_0 r}$

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Moddalarning yorug'lik yutish sababini tushuntiring.
2. Yutish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog'liq? Yutish koeffitsiyenti qanday birlikda o'lchanadi?
3. Yutish koeffitsiyenti hisoblash formulasini yozing?
4. Buger qonunini keltirib chiqaring va ta'riflang.
5. Ish qurilmasini chizib, fotoelementning vazifasini tushuntiring.
6. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

15-LABORATORIYA ISHI

DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG`LIKNING TO`LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

ISHNING MAQSADI: difraksiyon panjara yordamida monoxromatik yorug`likning to`lqin uzunligini aniqlash.

KERAKLI ASBOBLAR: Yorug`lik manbai, difraksiyon panjara, rangli filtr, tirishli ekran.

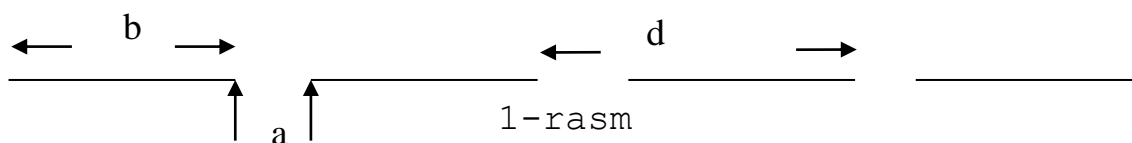
NAZARIY QISM

Yorug`likning to`qlin hususiyatini tasdiqlaydigan hodisalardan biri yorug`lik difraksiyasidir. Yorug`lik nurining to`g`ri chiziq bo`ylab tarqalish qonunining buzilib, kichik to`siqlardan (tirishdan) o`tayotganda geometrik soya sohasiga o`g`ishi hodisasi yorug`lik difraksiyasi deyiladi.

Bu hodisa amalda kuzatilishi uchun nurning yo`liga qo`yilgan to`siqning (tirqishning) o`lchami d yorug`lik nurining to`qlin uzunligi λ ga yain, ya`ni $d \approx \lambda$ bo`lishi kerak.

Difraksiya hodisasini Gyuygens-Frenel prinsipiga asosan tushuntirish mumkin. Bu prinsipga ko`ra to`qlin fronti yetib kelgan har bir nuqta ikkilamchi to`qlin manbaiga aylanib, o`zidan kogerent to`qlinlar tarqatadi. Chastotalari teng va fazalar farqi vaqt davomida o`zgarmas bo`lgan to`lqinlar kogerent to`lqinlar deyiladi. Gyuygens-Frenel prinsipiga ko`ra fazoning ixtiyoriy nuqtasidagi yorug`likning intensivligi ikkilamchi manbalardan chiqib, shu nutaga yetib kelgan yorug`lik to`lqinlari interferensiyasining natijasidan iborat bo`ladi.

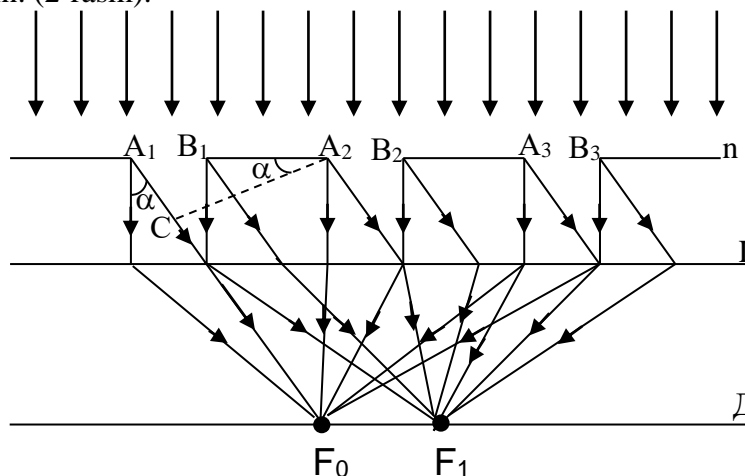
Bu ishda difraksiya hodisasi difraksiyon panjara yordamida kuzatiladi. Difraksiyon panjara bir-biriga yaqin joylashtirilgan parallel tirqishlar tizimidan iborat. (1-rasm).



Bunda a tirqishning, b esa to`siqning o`lchami.

Difraksiyon panjaraning kengligi $d=a+b$ ga esa difraksiyon panjaraning davri deyiladi. Oddiy difraksiyon panjara shisha plastinkaning yuziga o`tkir olmos bilan parallel chiziqlar chizish orqali hosil qilinadi. Yorug`lik uchun chiziqlar to`siq, chizilar orasi esa tirish vazifasini bajaradi.

Faraz qilaylik, monoxromatik parallel nurlar dastasi difraksiyon panjaraga tik tushayotgan bo`lsin. (2-rasm).



2-rasm

Gyuygens-Frenel prinsipiga ko`ra tirqishning har bir nuqtasi ikkilamchi yorug`lik manbalaridan iborat bo`lib, ulardan barcha yo`nalishlarda kogerent yoruqlik to`lqinlari tarqaladi. Agar bu nurlarning yo`liga L yig`uvchi linza qo`yilsa, uning fokal tekisligiga joylashtirilgan ekranda almashinib keluvchi yorug` va soya sohalari hosil bo`ladi. Kuzatilgan manzaraning hosil bo`lish sababini tushuntirish uchun ikkilamchi manbadan chiqayotgan nurlarning ikkitasining

yo`lini kuzatamiz. Ulardan biri dastlabki yo`nalishda, ikkinchisi esa unga nisbatan α burchak ostida yo`nalgan bo`lsin. Dastlabki yo`nalishdagi nurlar linzadan o`tgach ekranning F_0 nutqasida yig`ilib, yorug` sohalarning nolinci maksimumini hosil qiladi. Bu nurlar orasidagi fazalar farqi nolga teng bo`lganligi uchun ularning interferensiyasi yuz bermaydi, ular oddiy qo`shiladi xolos. Shuning uchun F_0 nuqta hamma vatq yorug` bo`ladi (nolinci maksimum).

Dastlabki yo`nalishga nisbatan α burchak ostida yo`nalgan nurlar esa F_1 nuqtada yig`ilib optik yo`llari ($L=nS$) farqiga qarab bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi mumkin.

Agar difraksion panjara monoxromatik nur bilan yoritilsa, ekranda nolinci maksimumning chap va o`ng tomonlarida ketma-ket almashinib keluvchi qorong`i va yorug` sohalari hosil bo`ladi.

Agar difraksion panjara oq nur bilan yoritilsa, ekranda ketma-ket keluvchi spektrlardan iborat sohalari hosil bo`ladi. Chunki oq nur yetti xil rangdagi nurlarning yig`indisidan iborat bo`lib, har xil rangdagi nurlar har xil burchakka o`g`adi.

Ekranning berilgan nuqtasidan maksimum yoki minimum yoritilganlik kuzatilishi bu nuqtaga har bir tirqishning mos nuqtalari A_1 va A_2 dan kelib tushayotgan nurlarning $A_1C = \Delta L$ optik yo`llari farqiga bog`liq bo`ladi. Interferensiya nazariyasiga asosan qo`shiluvchi to`lqinlar optik yo`llari farqi $\Delta L = A_1C$ butun marta olingan yorug`likning to`lqin uzunligiga teng bo`lgan nuqtalarda maksimum yoritilganlik kuzatiladi, ya`ni

$$\Delta L = \pm m\lambda \quad (1)$$

bu yerda $m=0,1,2,\dots$ butun sonlar difraksion maksimumning tartib raqami. Shuningdek optik yo`llari farqi toq marta olingan yorug`likning yarim to`lqin uzunligiga teng bo`lgan nurlar o`shilgan nuqtalarda minimum yoritilganlik kuzatiladi, ya`ni

$$\Delta L = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Uchburchak A_1CA_2 dan

$$\Delta L = A_1C = A_1A_2 \sin \alpha = d \sin \alpha$$

$$\Delta L = d \sin \alpha \quad (3)$$

ekanligi ko`rinib turibdi. Bu yerda difraksion panjaraning davri. Tenglik (3)ni (1) va (2) ga qo`yib.

$$d \sin \alpha = m\lambda \quad (4)$$

$$d \sin \alpha = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

ni hosil qilamiz, yoki (4) dan

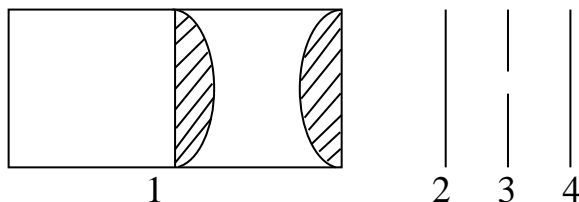
$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{m} \quad (6)$$

(4) va (5) tengliklar difraksion panjaradan o`tgan nurlar interferensiyasining maksimum va minimum shartini ifodalaydi. Bu tenglikdan foydalanib, α -ni tajribada o`lchab yorug`likning to`lqin uzunligini topish mumkin. Biz yuqorida ikkita tirish uchun yuritilgan mulohaza bir nechta tirqishli difraksion panjara uchun ham to`g`ridir. Ammo tirqishlar soni oshib borishi bilan difraksion maksimumlarini ham intensivligi oshib boradi.

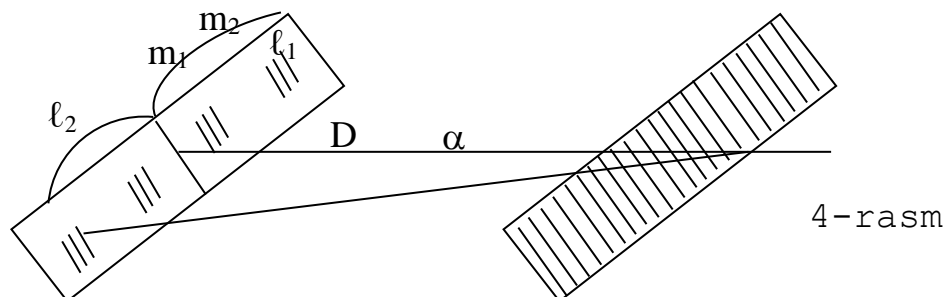
ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Bu ishda difraksiya hodisasi optik taglikka mahkamlangan quyidagi qurilmada kuzatiladi (3-rasm). Bu rasmda 1-yoruqlik manbai, 2-rangli filtr, 3-tirqish va shkalali ekran, 4-difraksion panjaradan iborat.

3-rasm



Agar difraksiyon panjara orqali oq yoki monoxromatik nur chiqayotgan tirqishga qaralsa, ekranda difraksiyon maksimumlar kuzatiladi. (4-rasm).



Bu yerda D ekrandan difraksiyon panjaragacha bo'lgan masofa l_1 va l_2 lar esa tirqishdan biror tartibli maksimumlargacha bo'lgan masofalar. Shakldan $\text{tg}\alpha = l/D$ ekanligi ko'rinib turibdi. Tajriba shartiga ko'ra α juda kichik bo'lganligi uchun ($D \gg l$) $\text{tg}\alpha \approx \sin\alpha$; $\sin\alpha = l/D$ (7) deb yozish mumkin.

Nihoyat, (7) tenglikni (5) ga qo'ysak, to'lqin uzunligini hisoblash uchun

$$\lambda = \frac{d l}{m D} \quad (8)$$

formulani hosil qilamiz.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Difraksiyon panjara tirqishli ekrandan 50-60 sm uzoqlikda optik taglikka o'rnatiladi.
2. Yorug'lik manbaini tokka ulab, difraksiyon panjara orqali difraksiyon manzara kuzatiladi.
3. Yorug'lik manbai oldiga filtrlardan biri o'rnatilib, shkaladan difraksiyon maksimumlarning tirqishdan l_1 va l_2 uzoqliklari o'lchanadi. Uning $l_{o'r} = \frac{l_1 + l_2}{2}$ o'rtacha qiymati hisoblanadi.
4. $l_{o'r}$ ning qiymatini (8)- nchi tenglikka qo'yib, to'lqin uzunligi hisoblanadi.
5. O'lchashlar har bir filtrda 1 va 2 - nchi maksimumlar uchun bajariladi. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, har bir rangdagi nurning o'rtacha to'lqin uzunligi va o'lchash hatoliklari hisoblanadi.

No	Nurning rangi	D (m)	m	l_1 (m)	l_2 (m)	$l_{o'r}$ (m)	λ (m)	$\lambda_{o'r}$ (m)	$\Delta\lambda$

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Yorug'likning to'lqin uzunligi deb nimaga aytiladi?
2. Yorug'likning to'lqin uzunligi bilan tarqalish tezligi orasida qanday bog'lanish bor?
3. Yorug'lik to'lqinini chizib ko'rsating?
4. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi? Qanday shart bajarilganda yorug'lik difraksiyasini kuzatish mumkin?
5. Difraksiyon panjara qanday tuzilgan va unda difraksiya qanday hosil bo'ladi?
6. Interferensiya maksimum va minimum shartlarini ta'riflang.
7. Ish formulasini keltirib chiqaring.

16-LABORATORIYA ISHI

QUTBLANGAN NURLARNING XOSSALARINI O'RGANISH

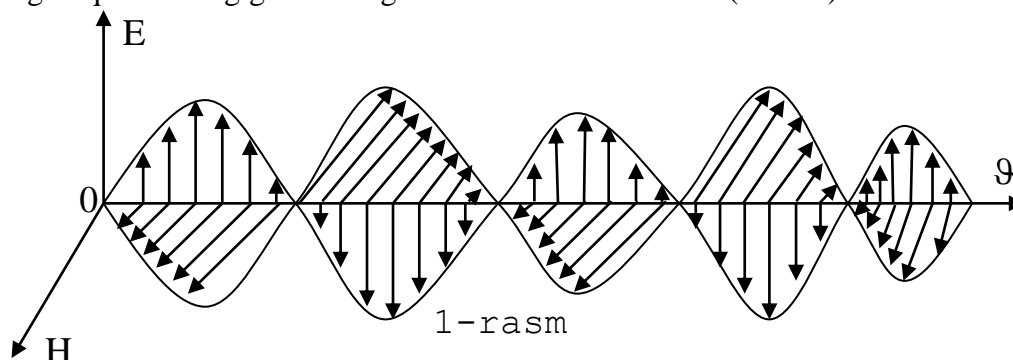
Malyus qonunini tekshirish

ISHNING MAQSADI: Malyus qonunini fotoelement yordamida tekshirish

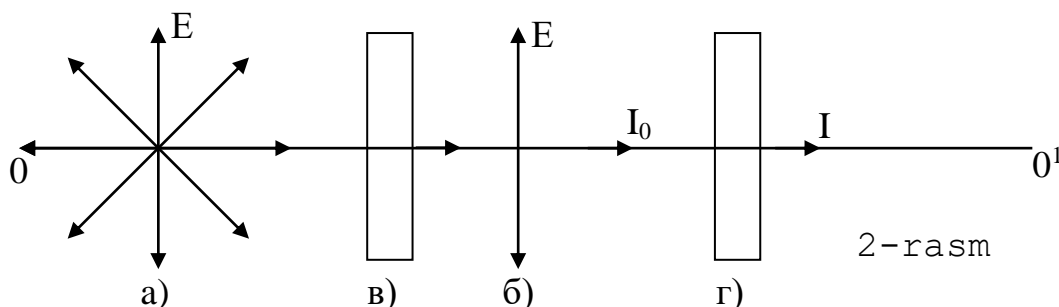
KERAKLI ASBOBLAR: Yorug'lik manbai, polyarizator va analizator, fotoelement, galvanometr

NAZARIY QISM

Maksvellning elektromagnit to'liqin nazariyasiga ko'ra yorug'lik ko'ndalang elektromagnit to'liqinlardan iborat. Chunki elektromagnit to'liqindagi elektr va magnit maydon kuchlanganligi vektorlari o'zaro tik bo'lib, bir vaqtning o'zida fazoning har bir nuqtasida to'liqinning tarqalish tezligiga tik bo'lgan tekisliklarda tebranadi (1-rasm).



Yorug'likning asosiy xossalarini E vektorning tebranishlari hosil qilganligi uchun yorug'lik to'liqinining tebranish tekisligi deganda elektr vektorining tebranish tekisligi tushuniladi. Elektr maydon kuchlanganligi vektori bir vaqtning o'zida har xil tekisliklarda tebranadigan nur qutblanmagan yoki tabiiy nur deyiladi. (2a-rasm). Tabiiy va sun'iy manbalardan (quyosh, olov va cho'g'lanish lampasi) tarqaluvchi yorug'lik qutblanmagan yorug'likdir.



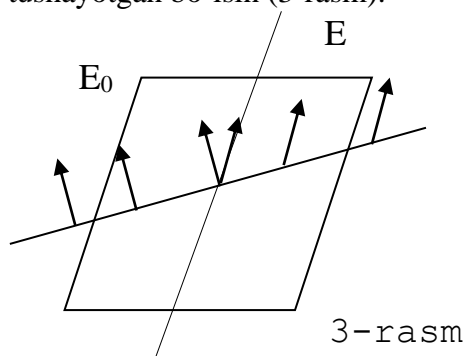
Elektr maydon kuchlanganligi vektori ayni bir tekislikda tebranadigan yorug'lik nuri qutblangan nur deyiladi (2b-rasm). Qutblangan nurda elektr vektori tebranayotgan tekislikka tik bo'lgan tekislik qutblanish tekisligi deyiladi. Agar tabiiy nurni ba'zi anizotron (fizikaviy hossalari har xil yo'nalishlarda har xil jismlardan kvarts, islandiya shpati va boshqalar) o'tkazsak elektr vektori ayni bir tekislikda tebranadigan ya'ni qutblangan nur hosil bo'ladi.

Tabiiy nurni qutblantirib beruvchi asbob (2b-rasm) polyarizator deyiladi. Agar polyarizatorni 00^1 o'q atrofida aylantirsak, undan o'tayotgan yorug'likning intensivligi o'zgarmaydi. Endi polyarizatoridan chiqayotgan qutblangan nurni boshqa polyarizatorga (2r-rasm) tushiraylik. Bu polyarizatorni 00^1 o'q atrofida aylantirsak, undan chiqayotgan yorug'lik intensivligining o'zgarishini ko'ramiz. Ikkala polyarizatoridan chiqayotgan yorug'likning intensivligi unga tushayotgan yorug'likning intensivligiga teng bo'ladi. Ikkinchi polyarizator yordamida unga tushayotgan yorug'likning qutblangan yoki qutblanmaganligi aniqlash, ya'ni

nurni analiz qilish mumkin bo'lganligi uchun u analizator deyiladi. Analizator ham polarizatorning o'zginasidan iborat bo'lganligi uchun ularni o'rnini almashtirish mumkin.

1811 yili fransuz fizigi Malyus yorug'likning qutblanish hodisasini tajribada tekshirib quyidagi qonunni topgan. Analizatoridan chiqayotgan yorug'likning intensivligi (I) unga tushayotgan yorug'likning intensivligi (I_0) bilan polarizator va analizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak (φ) kosinusi kvadratining ko'paytmasiga teng. $I=I_0\cos^2\varphi$ (1)

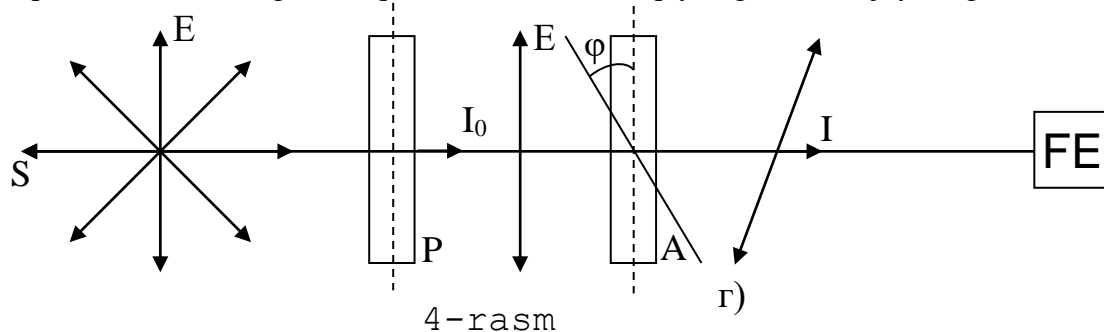
Bu hulosa Malyus qonuni deb yuritiladi. Malyus qonuni quyidagicha keltirib chiqariladi. Intensivligi I_0 va tebranish amplitudasi E_0 bo'lgan qutblangan nur analizatorga tushayotgan bo'lsin (3-rasm).



Tebranishlarning amplitudasi $E=E \cos\varphi$ (2) ga teng bo'lgan tashkil etuvchisi analizatoridan o'tadi. Bu yerda φ analizator bilan polarizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak. Tenglik (2) ning ikkala tomonini kvadratinga ko'tarib $I=E^2$ ekanligini hisobga olsak $I=I_0\cos^2\varphi$ ya'ni Malyus qonuni kelib chiqadi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

Malyus qonunini tekshiradigan ish qurilmasida asboblari quyidagi tartibda joylashgan (4-rasm).



Bu yerda S-tabiiy yorug'lik manbai, P-polarizator, A- analizator, fe-yorug'lik oqimini tokga aylantirib beruvchi fotoelement. Fototokning qiymatini (i) yorug'likning (I) intensivligiga to'g'ri proporsional bo'lganligi uchun $I=n$ bo'ladi. Bu yerda n-galvanometr strelkasining ko'rsatishi. Shuning uchun Malyus qonunini $n=n_0\cos^2\varphi$ ko'rinishda yozish mumkin.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Yoritish lampasi tok manbaiga ulanadi.
2. Analizatorni burib analizator va polarizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak 0^0 ga keltiriladi va fototokning n_0 maksimal qiymati yozib olinadi.
3. Analizatorni burib, 10^0 dan keyingi ($10^0, 20^0, 90^0$) holatlariga mos keluvchi fototokning n qiymatlari yozib boriladi.
4. har bir burchak uchun $\cos^2\varphi$ jadvaldan foydalanib hisoblanadi.
5. Hisoblash va o'lchash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, n ning $\cos^2\varphi$ ga bog'lanish grafigi chiziladi.

φ	$\cos\varphi$	$\cos^2\varphi$	n_0	n	n/n_0
0^0					
10^0					
.					
.					

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Tabiiy va qutblangan nur deb qanday nurlarga aytiladi?
2. Qutblangan nurlar qanday hosil bo'ladi?
3. Analizator va polyarizatorning vazifalari nimadan iborat?
4. Malyus qonunini ta'riflang?
5. Ish qurilmasi qanday tuzilgan?
6. Ishni bajarish tartibini tushuntirib bering?
7. Fotoelementning vazifasi nimadan iborat?

17- Laboratoriya ishi**STEFAN-BOLTSMAN DOIMIYSINI ANIQLASH.**

Ishni bajarishdan maqsad issiqlik nurlanish qonunlaridan biri Stefan-Boltsman qonunining qo'llanilishini o'rganish.

Jismni qizdirish orqali vujudga kelgan nurlanish issiqlik /yoki temperaturaviy/ nurlanish deb yuritiladi. Bu nurlanish 2 asosiy kattalik bilan xarakterlanadi:

1. Nurlanishning integral sezgirliги R vaqt birligida bir birlik yuzasidan to'lqin uzunligining barcha intervallarida vaqt birligida nurlanayotgan energiyadir: $R = E / S$ (1)

2. Nurlanishning monoxromatik differentsial intensivligi biror to'lqin uzunligi intervalida vaqt birligida birlik yuzadan nurlanayotgan energiyadir:

$$r_{\lambda} = \frac{dE_{\lambda}}{S} \quad (2)$$

Ba'zan bu kattalikni nur chiqarish qobiliyati deb ataladi. Ta'riflarga asosan nurlanishning integral va monoxromatik intensivliklari orasida quyidagi munosabat mavjiddir:

$$R = \int_0^{\infty} r_{\lambda} d\lambda \quad (3)$$

Jismga $\lambda, \lambda+d\lambda$ to'lqin uzunliklar intervalida tushayotgan nur energiyasi E_{λ} bo'lsin, bunda E'_{λ} yutilgan va E''_{λ} qaytgan nur energiyasi hisoblansa, energiyaning saqlanish qonuniga asosan $E_{\lambda} = E'_{\lambda} + E''_{\lambda}$ (4)

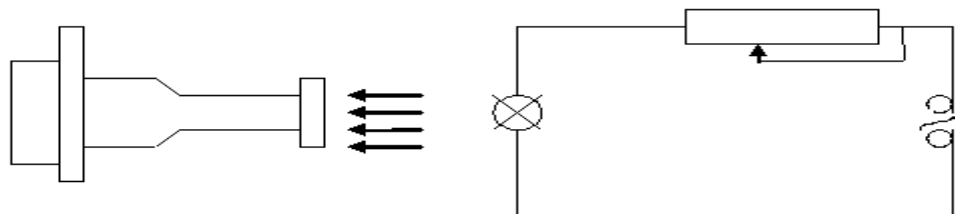
/4/ tenglamaning ikkala tomonini E_{λ} ga bo'lib

$$\frac{E'_{\lambda}}{E_{\lambda}} + \frac{E''_{\lambda}}{E_{\lambda}} = 1 \quad (5) \text{ ni hosil qilamiz.}$$

$E' / E_{\lambda} = \alpha(\lambda, T)$ kattalik jismning nur yutilish qobiliyati bo'lib $\lambda-\lambda+ d\lambda$ to'lqin uzunliklari intervalida tushgan nurning qancha qismi yutilganligini ko'rsatadi.

Boshqa jismlarning nurlanishi ham birxil to'lqin uzunligidagi nur uchun absolyut qora jism nurlanishidan A marta kichik bo'lib shunday qonunga buy sunadi: $R = A\sigma T^4$ (9), A- modda doimiysi.

Absolyut qora jism uchun Stefan-Boltsman doimiysini aniqlash uchun quyidagi /1-rasm/ sxemadan foydalaniladi.



Rasm1

Cho'g'lanma lampa tolasining birlik sirtiga berilayotgan e'nergiya

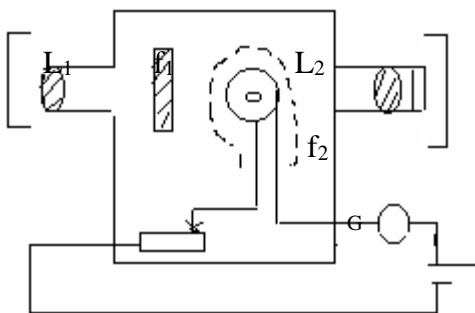
$$N = R = J^2 R_0 / S \quad (10)$$

J- tok kuchi, R_0 – qarshilik, S- tola sirti

/8/ va /10/ ifodalarni solishtirib quyidagini hosil qilamiz.

$$\sigma = (R_0 J^2) / AS(T_1^4 - T_2^4) \quad (11)$$

Sxemasi 2-rasmda keltirilgan pirometrdan foydalanib, T_1 - temperatura o'lchanadi.



Rasm -2

L_1 -linza temperaturasi o'lchanayotgan sirtning tasvirini lampa tolasini joylashgan tekislikka tushiradi. L_2 – linza e'sa tasvirni kattalashtirib kuzatuvchiga yo'naltirib beradi. Temperaturani o'lchash tekshirilayotgan yuza bilan lampochka tolasini nurlanishini taqqoslash yo'li bilan bajariladi. Bu asbob bilan $7000 \div 1200^0$ C temperaturani o'lchash mumkin. Sxemadagi galvanometr temperaturaga darajalab qo'yilgan.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tajriba qurilmasi va optik pirometrning tuzilishi bilan tanishiladi.
2. Pirometr volfram tola haroratini o'lchash uchun tayyorlanadi.
Buning uchun:
 - a) Pirometr tok manbaiga ulanadi.
 - b) Okulyarni siljitib kiyslov chirog'i tolasining aniq ko'rinishiga erishiladi.
3. Tekshirilayotgan cho'g'lanma chiroqqa ma'lum kuchlanish beriladi.
4. Obeyktiv cho'g'lanma chiroq tolasiga to'g'irlanib, har ikki chiroqlar tolasining aniq tasviri hosil qilinadi.
5. Kiyslov chirog'i tolasining cho'g'lanishi o'zgartirilib, uning ravshanligi cho'g'lanma chiroq tolasining ravshanligi bilan tenglashtiriladi.
6. Cho'g'lanma chiroq tolasining harorati pirometrning galvanometri yrdamida aniqlanib, Kelvin shkalasiga o'tkaziladi: $T = t + 273$. Hona harorati o'lchanadi: $T_0 = t_0 + 273$.
7. Cho'g'lanma chiroq zanjiridagi ampermetr va qarshilik ko'rsatishlari yozib olinadi (0 dan 100 Om gacha).

8. $\sigma = \frac{J^2 R}{A \cdot S(T^4 - T_0^4)}$ ifodadan foydalanib Stefan-Boltsman doimiysi hisoblanadi. Bu yerda

$A=0,45$ va $S=28 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ deb olinadi.

9. Tajriba tekshirilayotgan chiroq tolasidan o'tayotgan tok kuchining bir nycha qiymatlari uchun takrorlanadi.

10. Natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

№	J (A)	R (Om)	T_0 (K)	T (K)	$\delta = \left(\frac{B_T}{M^2 \cdot K^4}\right)$	$\delta_{o'r}$	$ \Delta\delta $	$\Delta\delta_{o'r}$	$\frac{\Delta\delta_{yp}}{\delta_{yp}} \cdot 100$

Sinov savollari:

1. Issiqlik nurlanishi va uning asosiy xarakteristikalarini tushuntiring.
2. Absolyut qora jism deb nimaga aytiladi?
3. Stefan-Boltsman qonunini keltirib chiqaring.
4. σ ning fizikaviy ma'nosi nima?
5. Kirxgof qonunini ta'riflang.

Adabiyot:

Savelyev I.V. Umumiy fizika kursi. T.3, Ush bob.

18--LABORATORIYA ISHI

FOTOEFFEKT QONUNLARINI O'RGANISH.

ISHNING MAQSADI: Vakuimli fotoelementning volt-amper xarakteristikasini o'lchash va A.G. Stoletov qonunini tekshirishdan iborat

KERAKLI ASBOBLAR: Vakuimli fotoelement, optik taglik, etalon lampa, reostat, milliampermetr, voltmeter, chizg'ich

NAZARIY QISM

Yorug'lik ta'sirida moddalardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasi tashqi fotoelektrik effekt yoki qisqacha fotoeffekt deyiladi.

Agar yorug'lik ta'sirida ajralgan elektronlar moddaning ichida qolib, uning o'tkazuvchanligini oshirsa, ichki fotoeffekt deyiladi. Yorug'lik ta'sirida moddadan ajralgan elektronlar fotoelektronlar deyiladi.

Rus olimi A.G. Stoletov 1888-1890 yillari tashqi fotoeffekt hodisasini mukammal tekshirdi. Tajribalar asosida fotoeffektning quyidagi uchta qonunini aniqlang.

1. Bir birlik vaqt ichida moddadan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar (to'yinish fototoki) soni unga tushayotgan yorug'likning oqimiga to'g'ri proporsional (Stoletov qonuni).
2. Har bir modda uchun shunday eng kichik yorug'lik chastotasi mavjudki, modda undan kichik chastotali yorug'lik bilan yoritilganda fotoeffekt hodisasi kuzatilmaydi. Ana shu eng kichik ν_0 chastota yoki unga mos keluvchi yorug'likning λ_0 to'qlin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. ν_0 ning qiymati moddaning turiga va sirtining holatiga bog'liq bo'ladi.

3. Moddadan chiyyotgan fotoelektronning maksimal boshlang'ich kinetik energiyasi faqat yorug'lik chastotasiga bog'liq bo'lib, yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.
4. Fotoeffekt hodisasi batamom inersiyasiz bo'lib, moddadagi yorug'lik tushishi bilan oq kuzatiladi.

Fotoeffekt hodisasi qonunlarini yorug'likning elektromagnit to'liqini nazariyasiga ko'ra tushuntirib bo'lmaydi. Chunki bu nazariyaga asosan fotoelektronlarning tezligi yorug'likning chastotasiga emas, balki yorug'lik to'liqining amplitudasiga ya'ni yorug'likning intensivligiga bog'liq bo'lishi kerak.

Bu hodisa Plank va Eynshteyn tomonidan yaratilgan yorug'likning kvant nazariyasi asosidagina tushuntirish mumkin. Bu nazariyaga asosan, moddaning atom va molekulari yorug'likning uzluksiz oqimi holida emas, balki ayrim porsiyalari holida yutadi va chiyaradi. Yorug'likning ana shu ayrim porsiyalari kvantlari yoki fotonlar deb ataladi. Kvant nazariyasiga binoan fotonning energiyasi yorug'likning chastotasiga proporsional.

$$\epsilon = h\nu \quad (1)$$

$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ – Plank doimiysi.

Eynshteyn nazariyasiga ko'ra har bir yorug'lik kvanti faqat bittadan elektronda yutiladi. Yutilgan fotonning energiyasi ($h\nu$) moddadan elektroni tashqariga uzib chiyarishda A chiyqish ishini bajarishga va unga kinetik energiya berishga sarf bo'ladi. ya'ni

$$h\nu = A + (m\vartheta^2/2) \quad (2)$$

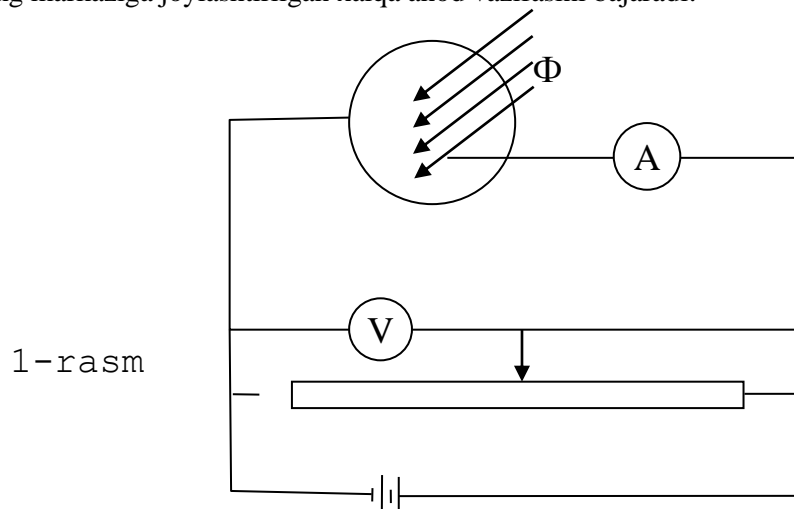
bu tenglik Eynshteyn tenglamasi bo'lib, fotoeffekt uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Bu tenglamadan quyidagi hulosalar kelib chiyadi.

1. $h\nu > A$, bo'lganda yorug'lik kvanti moddadan elektroni tashqariga uzib chiyarishga yetarli bo'lganligi uchun fotoeffekt kuzatiladi.
2. $h\nu > A$, bo'lganda yorug'lik kvanti elektroni metallan tashqariga uzib chiyarishga yetarli emas, shuning uchun fotoeffekt kuzatilmaydi.
3. Agar $A = h\nu_0$ bo'lsa, elektronlar metall sirtiga $\vartheta = 0$ tezlik bilan chiyqadi. ν_0 chastota fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. Chunki ko'pchilik moddalar uchun ν qizil nurlar sohasiga to'g'ri keladi. Ishoriy metallar uchun esa qizil chegara yorug'lik spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida bo'ladi.

Ishlash prinsipi tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslangan, ya'ni yorug'lik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beruvchi asboblar fotoelementlar deyiladi. Texnikada asosan vakuumli va gaz to'ldirilgan fotoelementlar ishlatiladi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHLASHI USULI

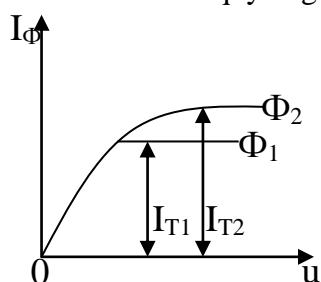
Bu ishda o'rganiladigan vakuumli fotoelement havosi so'rib olingan shisha ballondan iborat bo'lib, katod vazifasini balonning ichki sirtiga surkalgan ishqoriy modda (sur'ma, seziy) qatlami bajaradi. Ballonning markaziga joylashtirilgan xalqa anod vazifasini bajaradi.



Quyidagi sxema (1-rasm) yordamida fotoeffektning barcha qonuniyatlarini o'rganish mumkin. Agar katod bilan anod orasiga kuchlanish berib fotokatodni o'zgaras yorug'lik oqimi bilan yoritilsa, fotoelektronlar musbat anodga tortilib, fototokni hosil qiladi.

Past kuchlanishlarda fotoelektronlarning faqat bir qismi anodga kelib tushadi, chunki katod bilan anod orasida hosil bo'lgan elektr maydoni barcha elektronlari anod tomon harakatlantirishga yetarli emas. Elektronlarning qolgan qismi katod atrofida to'planib elektron bulutni hosil qiladi. Agar anod kuchlanishini oshirsak, katod bilan anod orasida hosil bo'lgan elektr maydonning kuchlanganligi ham oshadi. Natijada anod tomon harakatlanayotgan elektronlar soni, ya'ni anod toki ham oshib boradi, elektron bulutning miqdori esa kamayib boradi. Anod kuchlanishi ma'lum qiymatga yetgach, fotokatoddan chiqayotgan elektronlarning hammasi (katod atrofida yitsilmasdan) to'g'ridan-to'g'ri anodga kelib tusha boshlaydi. Shundan keyin anod toki kuchlanishga bog'liq bo'lmay qoladi. Chunki fotokatoddan bir birlik vaqtda uchib chiqayotgan elektronlar soni faqat unga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional. Hosil bo'lgan maksimal tok to'yinish fototoki deyiladi.

Fotoelementga tushayotgan yorug'lik oqimi o'zgaras bo'lganda fototok bilan anod kuchlanishi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi chiziq fotoelementning volt-ampere harakteristikasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi (2-rasm).



2-rasm

Stoletov qonuniga ko'ra to'yinish fototoki fotokatodga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional, ya'ni

$$I_f = \gamma F$$

Bu yerda γ fototokning tabiatiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti

bo'lib, fotoelementning sezgirligi deyiladi. Sezgirlik qiymat jihatidan bir birlik yorug'lik oqimi hosil qiladigan to'yinish fototokiga teng va A/lyumen o'lchanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1 – Vazifa. Fotoelementning volt-ampere harakteristikasini olish:

1. Elektr zanjiri 1-rasm asosida tuziladi.
2. Fotoelement yoritish lampasidan 20 sm masofada joylashtiriladi.
3. Sxema o'qituvchi yoki laborant tomonidan tekshirilgach, tok manbaiga ulanadi.
4. Reostat yordamida anod kuchlanishini 0 dan 120 V gacha 10 V dan oshirib, har bir kuchlanishga mos keluvchi fototokning qiymati quyidagi jadvalga yozib boriladi.

U (B)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I _a (A)													

5. O'lchash natijalari asosida $I_a = f(u)$ funksiyaning grafigi ya'ni volt-ampere xarakteristika chiziladi.

2- Vazifa. Stoletov qonuni tekshirish va fotoelementning sezgirligini aniqlash.

1. Zanjirni tok manbaiga ulab anod kuchlanishi 100 V qilib olinadi.
2. Fotoelement bilan lampa orasidagi ℓ masofani 20 sm dan 50 sm gacha oshira borib, har 5 sm dan keyingi fototokning I_a qiymati yozib boriladi.
3. Har bir masofa uchun fotoelementga tushayotgan yorug'lik oqimi $\Phi = IS/\ell^2$ formula yordamida hisoblanadi bu yerda I=100 Kd (kandela) lampaning yorug'lik kuchi, S=4 sm² fotokatodning yuzasi.
4. Har bir holat uchun fotoelementning sezgirligi $\gamma = I_a/\Phi$ formuladan aniqlanadi.

5. O`lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, $I_a=f(\Phi)$ funksiyaning grafigi chiziladi.

No	l_{sm}	F	I_a	γ	$\gamma_{o'r}$	$\gamma_{o'r}$	$\gamma_{o'r}/\gamma_{o'r} \cdot 100\%$

3-vazifa. Fotokatod moddasi uchun fotoeffektning qizil chegarasini aniqlash.

1. Fotoelementga to`yinish fototoki hosil qiladigan kuchlanish beriladi.
2. Yorug`lik filtrlari yordamida fotokatod sirtiga tushuvchi yorug`lik spektrni o`zgartirib, mikroampermetrning ko`rsatishi quyidagi jadvalga yoziladi.

Nurning rangi			
I_f			

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Fotoeffekt hodisasi deb nimaga aytiladi?
2. Fotoeffekt qonunlarini ta`riflang.
3. Eynshteyn tenglamasini yozib tushuntiring.
4. Fotoeffekt qonunlarini kvant nazariyasi asosida tushuntiring.
5. Fotoeffektning qizil chegarasi deb nimaga aytiladi?
6. Fotoeffektning sezgirligi deb nimaga aytiladi va u nimaga bog`liq?
7. Fotoelementning volt-amper xarakteristikasini tushuntiring.
8. Ish bajarish tartibini gapirib bering.
9. Ish qilmasining sxemasini chizib bering.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Под редакцией Гольдина Л.Л. Руководство к лабораторным занятиям по физике. М., «Наука», 1973.
2. Yusupov A. va boshqalar. Fizikadan praktikum ishlari. T., «O‘qituvchi», 1992.
3. Isroilov A. Fizikadan laboratoriya ishlari. T., «O‘qituvchi», 1990.
4. Kamolov J. va boshqalar. Fizikadan praktikum. Elektr va optika. T., «O‘qituvchi», 1982.
5. Teshaboev Q.T. Atom va yadro fizikasidan laboratoriya ishlari to‘plami. T., «Universitet», 1993.
6. Жуковский Ю.Г. и др. Практикум по ядерной физике. М., «Высшая школа», 1995.
7. Prof. Iveronova V.I. tahriri ostida. Fizikadan praktikum. T., «O‘qituvchi», 1973.
8. Сквайре Д.Ж. Практическая физика. М, 1971.
9. Xudayberganov A.M., Tursunmetov K.A. va boshqalar. Fizika. I qism. Ma’ruzalar matni. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. T., «O‘qituvchi», 2002.
10. Xudayberganov A.M., Tursunmetov K.A. va boshqalar. Fizika. III qism. Ma’ruzalar matni. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma. T., «O‘qituvchi», 2001.
11. Savelyev I.V. Umumiy fizika kursi

MUNDARIJA

FIZIK O‘LCHASH VA UNING NATAJALARINI HISOBLASH	3-9 bet
1 – LABORATORIYA ISHI. Erkin tushish tezlanishini aniqlash	9-13 bet
2 – LABORATORIYA ISHI. Oberbek mayatnigi yordamida qattiq jismlarning inersiya momentini aniqlash	14-16 bet
3 – LABORATORIYA ISHI. Egilish usuli orqalu Yung modulini aniqlash.....	16-18 bet
4 – LABORATORIYA ISHI. Tebranma harakat qonunlarini o‘rganish	18-20 bet
5 – LABORATORIYA ISHI. Tovushning havoda tarqalish tezligini aniqlash.....	20-25 bet
6 – LABORATORIYA ISHI. Gazlar solisjtirma issiqlik sig‘imlari nisbatini Kleman –Dezorm usuli bilan aniqlash.....	25-28 bet
7 – LABORATORIYA ISHI. Suyuqliklarning ichki ishqlanish koeffitsiyentini Stoks usulida aniqlash	28-30 bet
8 – LABORATORIYA ISHI. Elektrostatik maydonni o‘rganish.....	30-34 bet
9 – LABORATORIYA ISHI. Kondensatorning sig‘imini Uitston ko‘prigi yordamida aniqlash	34-37 bet
10 – LABORATORIYA ISHI. O‘tkazgichning qarshiligini o‘zgarmas tok ko‘prigi yordamida o‘lchash	37-41 bet
11 – LABORATORIYA ISHI. G‘altakning induktivligini, to‘la kuchlanish vat ok orasidagi faza siljishini, hamda muhitning magnit singdiruvchanligini aniqlash.....	41-44 bet
12 – LABORATORIYA ISHI. Yerning magnit maydon kuchlanganligi gorizonta tashkil etuvchisini Tangens galvanometer yordamida aniqlash.....	45-48 bet
13 – LABORATORIYA ISHI. Mikroskop yordamida shisha plastinkaning sindirish ko‘rsatkichini aniqlash.....	48-50 bet
14 – LABORATORIYA ISHI. Yorug‘likning suyuqliklarda yutilish koeffitsiyentini aniqlash.....	50-53 bet
15 – LABORATORIYA ISHI. Difraksion panjara yordamida yorug‘likning to‘lqin uzunligini aniqlash.....	54-56 bet
16 – LABORATORIYA ISHI. Malyus qonunini o‘rganish	57-59 bet
17 – LABORATORIYA ISHI. Stefan-Bolsman doimiysini aniqlash.....	59-61 bet
18 – LABORATORIYA ISHI. Fotoeffekt qonunlarini tekshirish.....	61-64 bet
Foydalanilgan adabiyotlar	65 bet

