

**O‘ZBEKISTON ALOQA VA AXBOROTLASHTIRISH
AGENTLIGI**

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI**

**RADIOTEXNIKA, RADIOALOQA VA
TELERADIOESHITTIRISH FAKULTETI**

Fizika kafedrası

**Fizika fanidan laboratoriya ishlari va
uslubiy ko‘rsatmalar**

I - qism

**Mexanika. Elektrostatika.
Elektromagnetizm**

Toshkent-2005

Ushbu uslubiy qo'llanma fizika fanining "Mexanika, elektr va elektro-magnetizm" bo'limlari bo'yicha bajarilishi lozim bo'lgan to'qqizta laboratoriya ishlari va ularga doir uslubiy ko'rsatmalarni o'z ichiga olgan.

Bu qo'llanma fizika fani bo'yicha "Informatika va axborot texnologiyasi", "Telekommunikatsiya", "Radiotexnika", "Televideniye, radioaloqa va radio-eshittirish", "Axborot xavfsizligi", "Elektron tijorat", "Pochta xizmati", hamda "Kasb ta'limi" yo'nalishlari bo'yicha birinchi bosqich bakalavrlari uchun ishlab chiqilgan ishchi dasturga mos ravishda tayyorlangan.

Unda talabalar o'zlashtirgan nazariy bilimlarni tekshirish uchun nazorat savollari va zaruriy adabiyotlar ro'yxati berilgan.

Mas'ul muharrir fizika-matematika fanlari
doktori, prof. Abduraxmonov Q.P.

Tuzuvchilar: Prof. Abduraxmonov Q.P., prof. Abduqodirov M.A.,
katta o'qit. Ochilova N.X., katta o'qit. Xolmedov H.M.,
assistent Masharipova S.Yu.

**LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISHDA TALABALARNING
VAZIRI**

Fizika fanidan laboratoriya ishlarini bajarishdan maqsad talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, fizika qonunlarini kundalik turmushda hamda ishlab chiqarishda qo'llay bilishlariga zamin tayyorlash, amaliy ko'nikma va o'lchash malakalarini hosil qilishdan iborat. Shuning uchun ham barcha talabalar fizikadan laboratoriya ishlarini bajarishlari zarur! Laboratoriya ishlarini to'liq bajarib, o'qituvchiga hisobot bergan talabalargina fizikadan nazariy kurs bo'yicha oraliq va yakuniy nazoratga qo'yiladilar.

Laboratoriya ishlarini bajarishda quyidagi qoidalarga rioya qilish shart!

1. Laboratoriya ishlari uchun alohida daftar tutish zarur. Talaba laboratoriya darslariga kech qolmasdan, bajaradigan ishga tayyorlangan holda kelishi shart!

2. Talaba bajariladigan ish bo'yicha o'qituvchi bilan suhbatlashgandan so'ng, ruxsat berilsa, laborantdan kerakli asboblarni olib, ish bilan mukammal tanishib chiqadi.

Suhbat vaqtida ishning maqsadini va bajarish tartibini bilmagan talaba ish bajarishga qo'yilmaydi.

3. Tuzilgan elektr zanjir tok manbaiga faqat o'qituvchi yoki laborant ishtirokida ulanadi.

4. Ishni bajarish vaqtida talabalar tinchlikni saqlashi va ish joyini tashlab ketmasligi kerak, zanjirni tok manbaiga ulangan holda qoldirish mumkin emas.

5. Ishni bajarib bo'lgandan so'ng zanjir tokdan uziladi.

6. Olingan ma'lumotlarning bittasi asosida aniqlanishi kerak bo'lgan kattalik hisoblanadi. Natijalar o'qituvchiga ko'rsatiladi va qo'l qo'ydirib olinadi.

7. Olingan asboblarni laborantga topshiriladi.

8. Bajarilgan ishlar bo'yicha o'qituvchiga hisobot beriladi.

9. Kelgusi darsga vazifa olinadi.

10. Agar dars oxirigacha biroz vaqt qolsa, talabalar mustaqil shug'ullanadilar.

FIZIK KATTALIKLARNI O'LCHASHDAGI XATOLIK TURLARI

Har qanday o'lchashlar hamma vaqt qandaydir xatolik bilan bajariladi. Bu xatoliklar ikki guruhga – sistematik va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

1. Sistematik xatolik – hamma vaqt mavjud bo'ladigan xatolikdir. Asbobning noto'g'ri o'rnatilishidan (asbobni o'lchash aniqligiga bog'liq bo'lgan xatolik) va o'lchash metodining noto'g'ri tanlanishidan kelib chiqadigan xatoliklar sistematik xatolikdir. Bu xatolik ba'zi tashqi omillar ta'sirida, masalan, chizg'ich shkalasining notekis darajalanishi, termometr nolining haqiqiy nol temperaturasiga mos kelmasligi, termometr kapillyari kesim yuzining kapillyar bo'yicha bir xil bo'lmasligi, ampermetrdan elektr tok o'tmagan vaqtda uning strelkasining shkala noliga mos kelmasligi va boshqalar tufayli ham paydo bo'ladi. Suyuqlik va gazning hajmini o'lchashda temperatura o'zgarishi sababli ularning hajmiy kengayishini, massasini o'lchaganda o'lchanayotgan jismga, tarozi toshlariga havo tomonidan itarib chiqarish kuchi ta'sir qilishini va kalorimetrik o'lchashlarda asbobning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishini hisobga olmaslik tufayli sistematik xatolikka yo'l qo'yiladi.

Ba'zi bir fizikaviy kattaliklar qiymatini jadvaldan olganda (zichlik, solishtirma issiqlik sig'imi, elastiklik modullari va boshq.), ularni yaxlitlaganda, shuningdek, formulaga kiruvchi ba'zi doimiylar (π , e – natural logarifmning asosi, g va boshq.)ning taqribiy qiymatlarini olganda sistematik xatolikka yo'l qo'yiladi. Masalan, $\pi=3,14159265$ deb olish o'rniga $\pi=3$; $\pi=3,1$; $\pi=3,142$ deb, suvning sindirish ko'rsatkichi uchun $n=1,333$ deb olish o'rniga $n=1,3$; $n=1,33$ deb olsak ham biz har safar sistematik xatolikka yo'l qo'ygan bo'lamiz. Sistematik xatoliklar aniq sabablar tufayli yuz berib, uning kattaligi takroriy o'lchashlarda o'zgarmay qolishi yoki muayyan qonun bo'yicha o'zgarishi mumkin. O'lchash metodini o'zgartirib, asbobning ko'rsatishlariga tuzatishlar kiritib, sistemali ravishda ta'sir qiluvchi tashqi omillarni hisobga olish bilan bu xatolikni kamaytirish mumkin.

2. Tasodifiy xatolik – oldindan hisobga olinishi qiyin bo'lgan va har bir o'lchashga ta'siri har xil bo'lgan tasodifiy sabablarga ko'ra yuz beradigan xatoliklardir. Masalan, elektr o'lchashlarda elektr tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishi, plastinka qalinligini o'lchaganda qalinlikning

hamma joyda bir xil bo'lmashligi, o'lchashlarda asbob shkalasining yetarlicha yoritilmasligi, asboblarning stol ustida yaxshi joylashtirilmasligi, sezgi organlarimizning tabiiy notakomilligi oqibatida tasodifiy xatolikka yo'l qo'yamiz. Bu xatoliklar tufayli biror fizikaviy kattalikni bir necha marta o'lchaganda har xil qiymat olinadi.

Ayrim o'lchashdagi tasodifiy xatolikni yo'qotib bo'lmashda, tasodifiy hodisalar to'g'risidagi matematik nazariyadan foydalanib, bu xatolikning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish va xatolik kattaligini hisoblash uchun ma'qulroq bo'lgan ifodani aniqlash mumkin. Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun aniqlanayotgan fizikaviy kattalikni bir marta emas, bir necha marta takroriy o'lchash kerak. Agar tasodifiy xatolik sistematik xatolikdan katta bo'lsa, tasodifiy xatolikni kamaytirish va uning asbob xatoligi bilan bir xil darajada bo'lishi uchun o'lchashlar sonini orttirish lozim.

Sistematik va tasodifiy xatoliklardan tashqari yana qo'pol xatoliklar ham bo'ladi. Qo'pol xatolik kuzatish va o'lchashlar noto'g'ri bajarilishi tufayli yuz beradi. Hisoblashda bunday natijalar hisobga olinmasligi kerak. Bu xatolik shkala bo'yicha beparvo hisob olishdan, natijalarni pala-partish yozishdan kelib chiqadi. Bunday qo'pol xatolikni yo'qotish uchun yozilganlarni qayta qarab chiqib, o'lchashlarni qayta bajarish kerak. Har qanday o'lchashda qo'pol xatolikni yo'qotishning birdan-bir yo'li - o'lchashni juda puxtalik va e'tibor bilan qayta bajarishdir.

BEVOSITA O'LCHASH NATIJALARINING XATOLIGI. FIZIK KATTALIKLARNING O'RTACHA QIYMATI, O'LCHASHNING MUTLAQ (ABSOLYUT) VA NISBIY XATOLIKLARI

O'lchash davomida o'lchash asbobi beradigan xatolikdan boshqa har xil sistematik xatoliklar va qo'pol xatoliklar yo'qotilgan deb faraz qilib, bevosita o'lchash xatoliklari nazariyasining asosiy qoidalarini qarab chiqamiz. Quyida keltiriladigan xatoliklar nazariyasida tasodifiy xatoliklar son qiymat jihatdan sistematik xatoliklardan katta deb faraz qilingan.

Biror fizikaviy kattalikning o'lchashlar natijasida topilgan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ qiymatlari ichida haqiqiy qiymatga eng yaqini ushbu

$$\bar{x} = \langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

ifodadan aniqlanadi, bu yerda n -o'lchashlar soni.

1. O'lchash vaqtida topilgan qiymatlar bir-biridan farqli bo'lib, ularning o'rtacha qiymatdan farqi ayrim o'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligi deyiladi

$$\Delta x = |\langle x \rangle - x_i|.$$

Qaysi o'lchashning mutlaq xatoligi kichik bo'lsa, shu o'lchash aniqroq bajarilgan deb hisoblanadi. O'rtacha qiymatdan katta farq qiluvchi qo'pol xatoliklar xatolikni hisoblash vaqtida tushirib qoldiriladi.

Agar n ta takroriy o'lchash natijasida $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3 \dots \Delta x_n$ mutlaq xatoliklar yuz bergan bo'lsa, o'lchashlarning o'rtacha mutlaq xatoligi shu xatoliklar mutlaq qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymatiga tengdir

$$\langle \Delta x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n}. \quad (2)$$

Tabiiyki, fizikaviy kattalikning haqiqiy qiymati topilgan o'rtacha qiymatdan $\pm \langle \Delta x \rangle$ qadar farq qiladi, ya'ni $x = \langle x \rangle \pm \langle \Delta x \rangle$.

2. Agar tajriba vaqtida bir qator fizikaviy kattaliklarni o'lchash zarur bo'lsa, ularning har biri uchun o'lchash xatoligini aniqlash kerak bo'ladi. Biroq har bir kattalikka oid mutlaq (absolyut) xatolikni bilganimiz holda kattaliklar bir jinsli bo'lmaganligi sababli ularni o'zaro solishtirish mumkin emas. Bunday hollarda xatolikning nisbiy qiymati bilan ish ko'rish lozim. Biror kattalikning o'lchashlar natijasida topilgan o'rtacha qiymati $\langle x \rangle$, mutlaq (absolyut) xatolikning o'rtacha qiymati

$\langle \Delta x \rangle$ bo'lsa, nisbiy xatolik $E = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle}$ yoki foizlarda ifodalasak,

$$E = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle} \cdot 100 \%$$

bo'ladi.

O'lchashlar soni n yetarlicha katta bo'lganda ayrim o'lchashlar mutlaq (absolyut) xatoligining $\langle \Delta x \rangle$ o'rtacha mutlaq (absolyut)

xatolikka ta'siri juda kichik bo'ladi. Shunday sharoit uchun Δx ning taqsimoti quyidagi qonun ko'rinishida ifodalanishi mumkin:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{<x>}} \lambda - \frac{(\Delta x)^2}{2\sigma_{<x>}^2}, \quad (3)$$

$$\sigma_{<x>}^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n (<x> - x_i)^2}{n(n-1)} \quad \text{bundan,}$$

$$\sigma_{<x>} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (<x> - x_i)^2}{n(n-1)}}; \quad (4)$$

$\sigma_{<x>}$ -kattalik o'rtacha xatolik yoki o'rtacha arifmetik qiymatning o'rtacha kvadratik xatoligi deb ataladi.

Turli sabablarga ko'ra o'lchashlar sonini juda katta qilib ($n \geq 15$) olishning imkoniyati bo'lmaydi. O'lchashlar soni chekli bo'lganda ishonch intervalining chegaraviy qiymatini belgilovchi Gosset tomonidan 1908 yilda kiritilgan va Styudent koeffitsiyenti deb ataluvchi $t_{\alpha}(n)$ koeffitsiyent qo'llaniladi. Bu koeffitsiyentlar o'lchashlar soni va ishonchlilik intervali bilan quyidagicha bog'langan

$$t_{\alpha}(n) = \frac{\Delta x}{S_{<x>}}; \quad \text{bu yerda,} \quad (5)$$

$$S_{<x>} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (<x> - x_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (6)$$

(6) kattalik n ta o'lchash uchun o'rtacha kvadratik xatolikdan iborat bo'lib, u taqriban $\sigma_{<x>}$ ga teng. (5) va (6) lar asosida o'lchashlarning mutloq (absolyut) xatoligi uchun

$$\Delta x = t_{\alpha}(n) \cdot S_{<x>} = t_{\alpha}(n) \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (<x> - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

ifoda kelib chiqadi.

O'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligini (7) formula bo'yicha hisoblash uchun, odatda Styudent koeffitsiyentlari jadvalidan foydalaniladi. Quyidagi jadvalda o'lchashlar soni va ishonchlilik uchun Styudent koeffitsiyentlari qiymatlari keltirilgan.

Styudent koeffitsiyentlari

N _o													
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
2	0,16	0,33	0,52	0,73	1,00	1,38	2,0	3,1	6,3	12,7	31,8	63,7	636,8
3	14	29	45	62	0,82	1,06	1,3	1,9	2,9	4,3	7,0	9,9	31,6
4	14	28	42	58	77	0,96	1,3	1,6	2,4	3,2	4,5	5,8	12,9
5	13	27	41	57	74	94	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	4,6	8,6
6	13	27	41	56	73	92	1,2	1,5	2,0	2,6	3,4	4,0	6,9
7	13	27	40	55	72	90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,1	3,7	6,0
8	13	26	40	55	71	90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	5,4
9	13	26	40	54	71	90	1,1	1,4	1,9	2,3	2,9	3,4	5,0
10	13	26	40	54	70	88	1,1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	4,8
11	13	26	40	54	70	88	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,2	4,6
12	13	26	40	54	70	87	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,1	4,5
13	13	26	40	54	70	87	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,1	4,3
14	13	26	39	54	69	87	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,0	4,2
15	13	26	39	54	69	87	1,1	1,3	1,8	2,1	2,6	3,0	4,1

1-laboratoriya ishi

ATVUD MASHINASIDA KINEMATIKA VA DINAMIKA QONUNLARINI O'RGANISH

Kerakli asboblari: Atvud mashinasi, qo'shimcha yukchalar, sekundomer.

Ishning maqsadi

Talaba ishni bajarish mobaynida «tezlik», «tezlanish», «massa», «kuch», «impuls» kabi fizik kattaliklarning ma'nosini, Nyutonning uchta qonunining mazmunini bilishi hamda bog'langan yuklar tizimi harakatini ifodalovchi oddiy o'lchashlarni bajarib, ushbu harakatlarni tavsiflashda kinematika va dinamika qonunlarini tadbqiq eta olishi kerak.

Topshiriq

1. Atvud mashinasining tuzilishini va o'lchash usulini o'rganish.
2. Yo'l qonunini tekshirish.
3. Tezlik qonunini tekshirish.
4. Nyutonning 2- qonunini tekshirish.
5. O'lchash natijalarining aniqligini tekshirish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan ko'chishiga mexanik harakat deyiladi. Jismlarning mexanik harakatini o'rganishda mutlaq (absolyut) qattiq jism va moddiy nuqta tushunchalaridan keng foydalaniladi. Ixtiyoriy ikki nuqtasi orasidagi masofa doimo o'zgarishsiz qoladigan jism mutlaq qattiq jism deyiladi. Moddiy nuqta deb esa o'lchamlari va shakli qaralayotgan masofaga nisbatan hisobga olinmasa ham bo'ladigan jismga aytiladi.

Jism ilgari harakat qilganda uning ikkita nuqtasini birlashtiruvchi to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladi. Moddiy nuqtaning mexanik harakati davomida bosib o'tgan nuqtalarining geometrik o'rnini harakat trayektoriyasi deyiladi. Harakat trayektoriyasining uzunligi bosib o'tilgan yo'lni beradi. Moddiy nuqtaning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlarini tutashtiruvchi, yo'nalishga ega

bo'lgan to'g'ri chiziq kesmasiga moddiy nuqtaning ko'chishi deyiladi. Ko'chish vektor kattalik, yo'l esa skalyar kattalikdir.

Jismlarning tezligi vaqt davomida o'zgarib tursa, bunday harakat o'zgaruvchan harakat deyiladi. Bunda tezlanish

$$a = \frac{g - g_0}{t}$$

ifoda orqali aniqlanadi. a tezlanish bilan harakatlanayotgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi va bosib o'tgan yo'li tekis tezlanuvchan harakatda

$$g = g_0 + at, \quad S = g_0 t + \frac{at^2}{2}$$

tekis sekinlanuvchan harakatda esa

$$g = g_0 - at, \quad S = g_0 t - \frac{at^2}{2}$$

ifodalar orqali topiladi.

Tekis tezlanuvchan harakatda tezlik vektorining yo'nalishi bilan tezlanish vektorining yo'nalishi bir xil, sekinlanuvchan harakatda esa qarama-qarshi bo'ladi.

To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda koordinataning vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalovchi tenglamaga harakat tenglamasi deyiladi

$$x = x_0 + g_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Jism tezligining kattaligi va yo'nalishi bu jismga boshqa jismlarning ko'rsatadigan ta'siri natijasida o'zgaradi. Jism tezligining o'zgarishiga, ya'ni tezlanish olishiga yoki uning deformatsiyalanishiga sababchi bo'lgan ta'sirni tavsiflovchi kattalikka kuch deyiladi.

Jismning olgan tezlanishi unga ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri, jismning massasiga esa teskari proporsionaldir. Bu xulosa Nyutonning 2-chi qonunini ifodalaydi:

$$\frac{P}{F} = m \cdot \frac{P}{a} \quad \frac{P}{a} = \frac{F}{m}$$

Nyutonning ikkinchi qonuni faqat inersial sanoq sistemalari uchun o'rinlidir. Ushbu qonunni jismning impulsi ($\frac{P}{P} = m \frac{P}{g}$) orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d}{dt}(m \overset{P}{g}) = \overset{P}{F} \quad \text{yoki} \quad \frac{d\overset{P}{P}}{dt} = \overset{P}{F}$$

Bu Nyuton 2-chi qonunining umumiyroq ko'rinishdagi ifodasi bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi: moddiy nuqta impulsining o'zgarish tezligi unga ta'sir etayotgan kuchga teng.

Agar jismga bir nechta kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, unda Nyutonning 2-chi qonunining matematik ifodasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$m \overset{P}{a} = \overset{P}{F}_1 + \overset{P}{F}_2 + \dots + \overset{P}{F}_n = \sum_{i=1}^n \overset{P}{F}_i = \overset{P}{F}$$

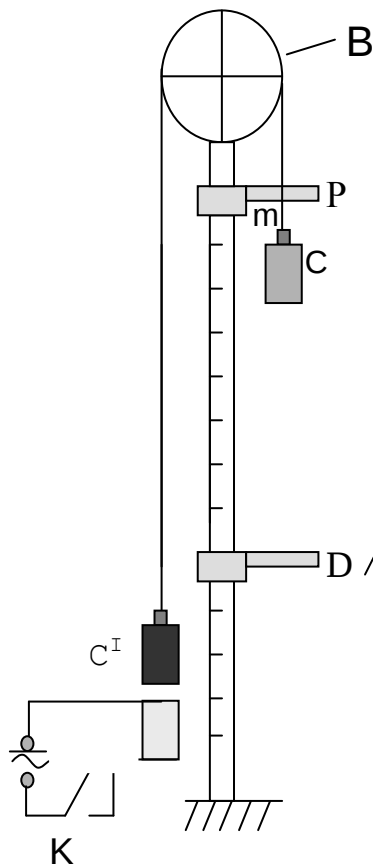
$\overset{P}{F}$ - jismga ta'sir etayotgan hamma kuchlarning natijalovchisidir. U jismga qo'yilgan barcha kuchlarning vector yig'indisiga teng.

Qurilmaning tavsifi va o'lchash usuli

Qurilma - Atvud mashinasi (1-rasm) vertikal holatda o'rnatilgan **A** sterjendan iborat bo'lib, bu sterjenda santimetrlarga bo'lingan shkala mavjud. Sterjenning yuqori qismiga kam ishqalanish bilan aylana oladigan yengil **B** blok mahkamlangan. Blok orqali uchlariga bir xil massali **C** va **C^I** yuk osilgan ingichka ip o'tkazib qo'yilgan. **C^I** yukni **M** elektromagnit ushlab tura oladi. **C** yuk bemalol o'tishi uchun halqasimon **P** platforma va pastki **D** platforma **A** sterjenga o'rnatiladi. Ishni bajarishda bir-biridan farq qiluvchi **m₁** va **m₂** massali yukchalar va sekundomer kerak bo'ladi. Agar **C** yuk ustiga og'ir yukchani, **C^I** yuk ustiga yengil yukchani qo'yib, elektromagnit bilan ushlab turib, keyin qo'yib yuborilsa, ta'sir etuvchi kuchlar o'zgarmas bo'lgani uchun, sistema tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Tekis harakatni kuzatish uchun yukchalarni faqat **C** yuk ustiga qo'yish kerak. Shunda yukchalarni halqasimon **P** platforma ushlab qolib, **D** platformaga urilguncha sistema tekis harakat qiladi. Agar yengil yukcha **C^I** yuk ustiga qo'yilsa, **C** yuk ustidagi yukchani halqasimon **P** platforma ushlab qoladi va harakat tekis sekinlanuvchan bo'ladi.

A

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, moddiy nuqtaning tezlanishi barcha ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisiga to'g'ri proporsional, massaga esa teskari proporsionaldir. Yukchalar



1-rasm

ilgarilanma harakat qilgani uchun ularni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin. Agar **B** blok vaznsiz holatda deb faraz qilinsa, ipning tarangligi o'ng va chap tomonda bir xil bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1-vazifa. Jism tinch holatdan boshlab tekis tezlanuvchan harakat qilgandagi yo'l qonunini tekshirish

1. **C** yukning ustiga m_1 massali yukcha qo'yilib **M** elektromagnit zanjiri tok manbaiga ulanadi va **C^I** yukni pastga tushirib **M** magnitga tortiladi. **D** platforma **C** yukning pastki qismidan biron masofada joylashtiriladi. Halqasimon platformani yukdan balandroqda o'rnatiladi.
2. Elektromagnit toki o'chirilib, shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi. **C** yuk **D** platformaga urilganda sekundomer to'xtatiladi. Tajriba 5 marta bajariladi. O'lchash natijalari 1-jadvalga yozilib, o'rtacha vaqt hisoblanadi.
3. **D** platforma 10-20 sm ga suriladi va platformadan **C** yukning pastki qismigacha bo'lgan masofa o'lchanadi. Yuqoridagi tajriba o'sha yukchalar bilan 5 marta bajariladi va o'rtacha vaqt hisoblanadi.

Tajriba uch xil S_1 , S_2 , S_3 masofalar uchun bajariladi.

1-jadval

N	$S_1=$			$S_2=$			$S_3=$			$\bar{a} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 a_i$	δ
	t_{1i}	$\langle t_1 \rangle$	$\langle a_1 \rangle$	t_{2i}	$\langle t_2 \rangle$	$\langle a_2 \rangle$	t_{3i}	$\langle t_3 \rangle$	$\langle a_3 \rangle$		
1											
2											
3											
4											
5											

4. Tajriba bir xil yukchalar bilan o'tkazilganda tizimning tezlanishi ham (deyarli) bir xil bo'ladi

$$a = \frac{2S_1}{t_1^2} = \frac{2S_2}{t_2^2} = \frac{2S_3}{t_3^2}$$

5. Tekis tezlanuvchan harakatda yo'l qonunini tekshirish aniqligini baholash uchun, har xil o'tilgan yo'llarda tezlanishni topishdagi nisbiy xatolikni hisoblash kerak

$$\delta = \frac{\langle \Delta a \rangle}{\langle a \rangle} * 100 \% ,$$

bu yerda
$$\langle \Delta a \rangle = \frac{1}{3} \{ |\langle a \rangle - a_1| + |\langle a \rangle - a_2| + |\langle a \rangle - a_3| \}.$$

2-vazifa. Tezlik qonunini tekshirish

1. **C** yukning yuqorigi yuzasidan biror masofada halqasimon **P** platforma joylashtiriladi. Undan pastda (taxminan 30 sm da) tekis **D** platforma o'rnatiladi. **C** yukga qo'shimcha yukcha qo'yiladi va tizim boshlang'ich holatga keltirilib, elektromagnit toki ulanadi.

2. Elektromagnit toki o'chirilib, shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi. **P** platforma qo'shimcha yukchani ushlab qolganda sekundomer to'xtatiladi. **C** yo'lda tizimning tekis tezlanuvchan harakati uchun ketgan **t** vaqt o'lchanadi. Vaqt kamida 5 marta o'lchanadi.

3. Halqasimon platforma yukchani ushlab qolganda tizimning tekis harakatidagi tezligi aniqlanadi. Uni aniqlash uchun platformalar orasidagi masofadan **C** yukning balandligini ayirib **l** yo'l topiladi va tekis harakat vaqti τ o'lchanadi. τ quyidagi tartibda aniqlanadi: elektromagnit toki o'chirilib shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi, **D** platformaga **C** yuk urilganda sekundomer to'xtatiladi va t' vaqt hisoblanadi. **C** va **l** ning muayyan qiymatlari uchun t' vaqt 5 marta o'lchanadi. Tekis harakat vaqti quyidagicha aniqlanadi

$$\langle \tau \rangle = \langle t' \rangle - \langle t \rangle.$$

Bunda:
$$g = \frac{l}{t} \quad \text{va} \quad a = \frac{g}{\langle t \rangle} = \frac{l}{\langle \tau \rangle \cdot \langle t \rangle}.$$

Yuqoridagi tajriba halqasimon platformaning 3 xil holati uchun o'tkaziladi (ya'ni S_2 , l_2 va S_3 , l_3 holat uchun ham shu tartibda bajariladi). O'lchash natijalari 2- jadvalga yoziladi.

2-jadval

№ №	S ₁ =		l ₁ =			$\langle a \rangle = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ va $\langle \Delta a \rangle$
	t'	t	$\langle \tau \rangle$	$g_1 = \frac{l_1}{\tau_1}$	$a_1 = \frac{g_1}{\langle t_1 \rangle}$	
1						
2						
3						
4						
5						
	$\langle t' \rangle$	$\langle t \rangle$				

4. Bir xil qo'shimcha yuk qo'yilganda sistemaning tezlanishi bir xil bo'ladi. Shuning uchun quyidagi tenglik o'rinlidir (taqriban)

$$a = \frac{g_1}{\langle t_1 \rangle} = \frac{g_2}{\langle t_2 \rangle} = \frac{g_3}{\langle t_3 \rangle}.$$

Agar 1-chi va 2-chi tajribalarda qo'shimcha yukcha bir xil bo'lsa, unda $a_1 = a_2 = a_3$ (taqriban).

5. Tezlanishni aniqlashdagi xatolikni baholash uchun 1 qismning 5 punktidagi amallar bajariladi.

3-vazifa. Nyutonning 2- qonunini tekshirish

Atvud mashinasida qo'shimcha yukchani **C** yukdan **C^I** yukka olib qo'yib, tizimning massasini o'zgartirmay harakatlanuvchi kuchni o'zgartirish mumkin. Dinamikaning asosiy qonunini tekshirishda 2 ta qo'shimcha yukcha kerak bo'ladi.

1. **C** yukning pastki asosidan s_1 masofada yaxlit platforma o'rnatiladi.

2. O'ngdagi **C** yuk ustiga 2 ta **m₁** va **m₂** yukchalar qo'yiladi va elektromagnitni tok manbaiga ulab, tizimni boshlang'ich holatda ushlab turiladi.

3. Elektromagnit tokdan uziladi va bir vaqtning o'zida sekundomer ishga tushiriladi. **D** platformaga **C** yuk urilganda sekundomer to'xtatiladi. t vaqt 5 marta o'lchanadi.

Bu hol uchun,

$$s = \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

va
$$m_t a_1 = (m_1 + m_2) g = F_1 ; \quad (2)$$

bu yerda
$$m_t = 2m + m_1 + m_2$$

O'lchangan vaqt (t_i) ning qiymatlari, vaqtning o'rtacha qiymatining kvadrati $\langle t_i \rangle^2$ va s_1 masofa 3-jadvalga yoziladi.

4. s_1' va s_1'' qiymatlar uchun 1, 2, 3 punktlar qaytariladi va 3-jadvalga yoziladi.

5. Chapdagi **C^I** yuk ustiga yengil yukcha ($m_1 \langle m_2$) va o'ngdagi **C** yuk ustiga esa og'ir yukcha qo'yilgan hol uchun tajriba qaytariladi. Bu hol uchun

$$s_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} , \quad (3)$$

$$m_t a_2 = F_1 = (m_1 - m_2) g . \quad (4)$$

Olingan natijalar 3-jadvalning o'ng tomoniga yoziladi va o'rtacha vaqt $\langle t_2 \rangle$ aniqlanadi hamda $\langle t_2 \rangle^2$ hisoblanadi.

6. (1) va (3) dan

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{s_1 \langle t_2 \rangle^2}{s_2 \langle t_1 \rangle^2} \quad (5)$$

(2) va (4) dan esa

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \quad (6)$$

hosil qilinadi.

Agar tajribada o'lchangan kattaliklar (5) va (6) formulalarning o'ng tomonlari tengligini isbotlasa, u holda formulaning chap tomonlari ham tengligi isbotlanadi. Demak, tajriba asosida aniqlangan tezlanishlar nisbati (5), Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan hisoblangan (2,4) tezlanishlar nisbatiga teng ekanligi tekshiriladi.

Shuning uchun tajriba natijalari bo'yicha $\frac{S_1 < t_2 >^2}{S_2 < t_1 >^2}$ nisbat topiladi. Bu amal 3-6 ta turli kombinatsiyalarda bajariladi. Ularning barchasi taxminan o'zaro teng bo'lishi hamda $\frac{F_1}{F_2}$ nisbatga yaqin bo'lishi kerak.

3-jadval

№ №	$F_1=(m_1+m_2)g$			$F_2=(m_1-m_2)g$			$\frac{S_1 < t_2 >^2}{S_2 < t_1 >^2}$	$\frac{m_1+m_2}{m_1-m_2}$	δ
	S_1	t_1	$<t_1>^2$	S_2	t_2	$<t_2>^2$			
1									
2									
3									
4									
5									

№ №	s_1'	t_1^1	$<t_1^1>^2$	s_2'	t_2^1	$<t_2^1>^2$	$\frac{s_1^1 < t_2^1 >^2}{s_2^1 < t_1^1 >^2}$	$\frac{m_1+m_2}{m_1-m_2}$	δ^1
1									
2									
3									
4									
5									

s_1'' va s_2'' uchun ham shu tartibda bajariladi.

Quyidagi nisbat aniqlanadi

$$\delta = \left(\left| \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} - \frac{S_1 < t_2 >^2}{S_2 < t_1 >^2} \right| \right) / \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \quad (7)$$

va ularning o'rtacha qiymati topiladi

$$\langle \delta \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i * 100 \% .$$

Hisoblashlarni soddalashtirish uchun tajribani $s_1 = s_2$, $s'_1 = s'_2$, $s''_1 = s''_2$ qiymatlarda o'tkazish mumkin, ya'ni bunda 3 punktdan keyin 5 punkt bajariladi va h.k. Masofalar albatta har xil bo'lishi mumkin, unda (5) va (7) formulalar qisqarmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qattiq jismning ilgarilanma harakati deb qanday harakatga aytiladi? Moddiy nuqta nima? Qachon qattiq jismning ilgarilanma harakatini moddiy nuqta-ning harakati deb qarash mumkin?
2. Trayektoriya, ko'chish, tezlik va tezlanish nima?
3. Kuch, kuch impulsi, kuch momenti nima? Teng ta'sir etuvchi kuch nima? Nyutonning 3 ta qonunini ta'riflang.
4. Massa deb nimaga aytiladi? Moddiy nuqtaning impulsi qanday kattalik? Dinamikaning asosiy qonuni qanday tushuntiriladi?
5. Inersial sanoq tizimini tushuntiring.
6. Atvud mashinasining tuzilishini so'zlab bering. Unda yukning tekis, tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakati qanday kuzatiladi.
7. Atvud mashinasida tekis tezlanuvchan harakatning yo'l qonuni qanday tekshiriladi?
8. Atvud mashinasida tekis tezlanuvchan harakatning tezlik qonuni qanday tekshiriladi?
9. Nyutonning ikkinchi qonunini Atvud mashinasi yordamida qanday tekshirish mumkin?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", I tom. Toshkent, "O'qituvchi" nashriyoti, 1983.
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston" 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi (Mexanika va molekulyar fizika). Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989.

2 - laboratoriya ishi

JISMLARNING INERSIYA MOMENTLARINI DINAMIK USUL BILAN ANIQLASH

Kerakli asboblari: Blokli va elektromagnitli asosga mahkamlangan aylanuvchi gorizontol stolchadan iborat qurilma, stolcha ustiga o'rnatish uchun massa markazi orqali teshilgan m_0 massali ikkita parallelepiped, shtangensirkul, masshtabli chizg'ich, elektrosekundomer.

Ishning maqsadi

Talaba ishini bajarish mobaynida aylanma harakat uchun kinematika va dinamika qonunlarini, bu qonunlardagi kattaliklarning ma'nosini bilishi hamda mexanik tizimlar uchun energiyani saqlanish qonunidan foydalanib, jismlarning inersiya momentlarini tajriba orqali aniqlay olishi kerak.

Bu ishda energiyani saqlanish qonunidan foydalanib dinamik usul bilan parallelepipedning inersiya momenti aniqlanadi.

Topshiriq

1. Jismlarning inersiya momentlarini aniqlashning dinamik usulini o'rganish.
2. Qurilma - yuk qo'yiladigan aylanuvchi stolcha tuzilishi bilan tanishish.
3. Parallelepipedning inersiya momentini ikki usul bilan aniqlash: tajriba orqali - energiyani saqlanish qonuni yordamida, nazariy - Shteyner teoremasi yordamida.
4. Tajriba natijalarini nazariy usulda topilgan natijalar bilan solishtirish orqali o'lchash aniqligini baholash. Inersiya momentini o'lchash natijalarini tahlil qilish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Jismlarning aylanma harakati deb shunday harakatga aytiladiki, bunda jismning barcha nuqtalari markazlari bir to'g'ri chiziqda yotadigan aylanalar chizadi, bu to'g'ri chiziq aylanish o'qi deyiladi.

Aylanma harakatni tavsiflash uchun quyidagi tushunchalar kiritiladi:

1. Aylanish davri T - bir marta to'la aylanish uchun ketgan vaqt.
2. Aylanish chastotasi ν - vaqt birligidagi aylanishlar soni

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (1)$$

3. Radius vektorining burilish burchagi $d\varphi = \frac{ds_{\text{yoy}}}{r}$.

4. Burchak tezlik

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (2)$$

5. Burchak tezlanish

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}. \quad (3)$$

Aylanma harakat uchun kiritilgan bu kattaliklarning qulayligi shundaki, ular jismning barcha nuqtalari uchun bir xildir.

Aylanma va chiziqli harakatni tavsiflovchi kattaliklar orasida quyidagi bog'lanish mavjud.

Chiziqli siljish

$$dS = r d\varphi, \quad (4)$$

bu yerda r - aylanish radiusi.

Chiziqli tezlik

$$v = \omega \cdot r. \quad (5)$$

Tangensial tezlanish

$$a_t = \beta \cdot r. \quad (6)$$

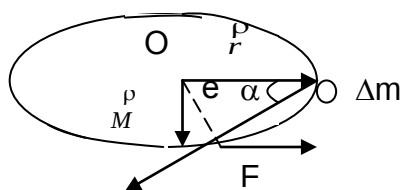
Normal tezlanish

$$a_n = \omega^2 r. \quad (7)$$

Burchak tezlikning o'zgarishi kuch momentining ta'siriga bog'liq. Kuch momenti son jihatdan kuchning yelkaga ko'paytmasiga teng

$$|M| = F \cdot l.$$

Kuch yelkasi deb (O) aylanish markazidan F kuch ta'sir qilayotgan chiziqqacha bo'lgan eng qisqa masofaga aytiladi (1-rasm). Kuch yelkasi (l) ni radius-vektor (r) orqali ifodalasak:



1 - rasm

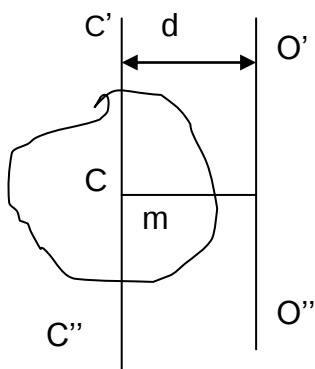
$$l = r \cdot \sin \alpha \quad \text{bundan:}$$

$$|\vec{M}| = F \cdot r \cdot \sin \alpha .$$

Vektor ko'rinishda yozsak $\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$. (8)

Kuch momenti vektori ($\vec{M}$) ning yo'nalishi ($\vec{r}$) va ($\vec{F}$) ning yo'nalishlari bilan o'ng vint qoidasi asosida bog'langan. Δm massali moddiy nuqta uchun Nyutonning ikkinchi qonuni tenglamasini yozib, chiziqli va aylanma harakat kattaliklari orasidagi bog'lanishdan foydalansak, quyidagi ifodani olamiz

$$M = \Delta m r^2 \beta = J \beta . \quad (9)$$



2 - rasm

Bu yerda $J = \Delta m r^2$ skalyar kattalik bo'lib, moddiy nuqtaning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deyiladi.

Jismning barcha nuqtalarining aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlari yig'indisi

$$J = \sum J_i = \sum \Delta m_i r_i^2 \quad (10)$$

qattiq jismning inersiya momenti deyiladi.

(9) formulani vektor ko'rinishida

quyidagicha yozish mumkin

$$\vec{M} = J \cdot \vec{\beta} . \quad (11)$$

Jismga qo'yilgan barcha kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan natijalovchi kuch momenti jismning shu o'qqa nisbatan inersiya momentini burchak tezlanishga ko'paytmasiga teng. Bu aylanma harakat uchun dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkinchi qonuni) ta'rifi hisoblanadi. Bundan inersiya momenti jismning inertlik o'lchovi ekanligi kelib chiqadi, ya'ni aylanma harakatda massa rolini o'ynaydi. Inersiya momenti jism massasining aylanish o'qiga nisbatan qanday taqsimlanganligiga bog'liq. O'qdan uzoqda joylashgan nuqtalarning $J = \sum \Delta m_i r_i^2$ yig'indiga qo'shgan hissasi o'qqa yaqin joylashgan nuqtalarga nisbatan kattaroq bo'ladi. Jism inersiya momentining qiymati jismning shakliga, o'lchamlariga, massasiga va aylanish o'qiga nisbatan qanday joylashganligiga bog'liq.

Og'irlik markazidan o'tmagan o'qqa nisbatan jismning inersiya momenti (2-rasm) Shteyner teoremasi orqali aniqlanadi: jismning og'irlik markazidan o'tmagan istalgan aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti shu o'qqa parallel bo'lgan, og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti va jism massasi bilan og'irlik markazidan aylanish o'qigacha masofa (o'qlar orasidagi masofa) kvadratining ko'paytmasi yig'indisiga teng

$$I_{O'O''} = I_{C'C''} + md^2. \quad (12)$$

Qurilmaning tavsifi va o'lchash usuli

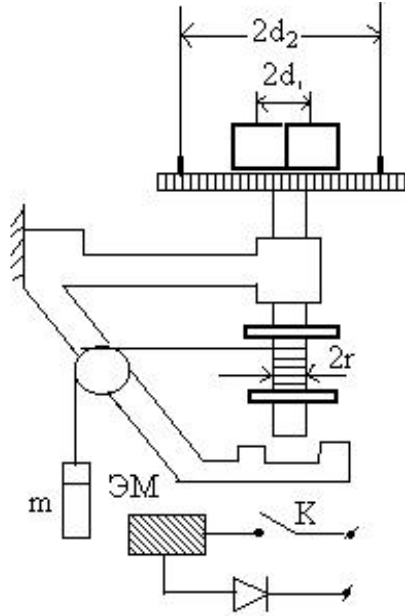
Bu ishda ikkita bir xil to'g'ri burchakli parallelepiped shaklidagi qattiq jismlarning inersiya momentlarini aniqlash uchun vertikal o'q atrofida erkin aylana oladigan gorizontal aylana stolchadan foydalaniladi. Stolchaga shkif mahkamlangan bo'lib, unga ip o'ralgan va bu ip kronshteynga mahkamlangan blok orqali o'tkazilib, uchiga yuk osilgan. Dastlab yuk eng yuqori holatda elektromagnit yordamida tutib turiladi. Elektromagnit o'chirilganda yuk ipni tortib pastga tusha boshlaydi va stolchani unda joylashgan parallelepiped shaklidagi jismlar bilan birga aylantiradi.

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, dastlabki holatda yuqoriga ko'tarilgan yukning potensial energiyasiga teng bo'lgan tizimning to'liq mexanik energiyasi yukning ilgarilanma harakati kinetik energiyasiga, stolchani aylantirish kinetik energiyasiga va ishqalanish kuchlariga qarshi ish bajarishga sarflanadi.

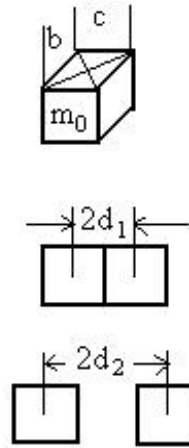
Podshipniklardagi ishqalanish kuchlariga qarshi bajariladigan ishga sarflanuvchi mexanik energiyani hisoblash qiyin bo'lganligi uchun tajriba har xil m_1 va m_2 yuklarda olib boriladi. Bu esa ishqalanishga qarshi bajarilgan ishlarni hisobga olmaslikka imkon beradi, chunki bu ishlarning qiymati o'zgarmaydi

$$m_1 gh = \frac{m_1 g_1^2}{2} + \frac{I_{w1}^2}{2} + A_{ishq}, \quad m_2 gh = \frac{m_2 g_2^2}{2} + \frac{I_{w2}^2}{2} + A_{ishq} \quad (13)$$

Bu yerda I - aylanayotgan tizim inersiya momenti, ϑ_1 , ϑ_2 - yuklarning chiziqli tezligi, w_1 , w_2 - yuklar pastga tushib platformaga urilgan paytda stolchaning aylanish burchak tezliklari.



3 - rasm



$$I_0 = \frac{1}{12} m_0 (b^2 + c^2)$$

$$I_{1-yuk}^{Naz} = 2I_0 + 2m_0 d_1^2$$

$$I_{2-yuk}^{Naz} = 2I_0 + 2m_0 d_2^2$$

4 -rasm

Yuk tinch holatdan (boshlang'ich tezlik nolga teng) tekis tezlanuvchan ilgarilanma harakat qilgan hol uchun kinematika formulalaridan foydalansak:

$$\vartheta = at, \quad h = \frac{at^2}{2} = \frac{\vartheta \cdot t}{2}, \quad \vartheta = \frac{2h}{t}.$$

Chiziqli va burchak tezliklarni ($w = \frac{\vartheta}{t}$) bevosita o'lchash imkoniyati bo'lgan h va t orqali ifodalash mumkin:

$$\vartheta_1 = \frac{2h}{t_1}, \quad \vartheta_2 = \frac{2h}{t_2}, \quad w_1 = \frac{2h}{t_1 r}, \quad w_2 = \frac{2h}{t_2 r},$$

bu yerda r -shkif radiusi.

Bu almashtirishlarni hisobga olgan holda (13) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$m_1 gh = \frac{m_1 \cdot 2h^2}{t_1^2} + \frac{I \cdot 2h^2}{t_1^2 r^2} + A_{ishq} \quad (14)$$

$$m_2 gh = \frac{m_2 \cdot 2h^2}{t_2^2} + \frac{I \cdot 2h^2}{t_2^2 r^2} + A_{ishq} \quad (15)$$

(15) dan (14) ni ayirsak

$$(m_2 - m_1)g = I \frac{2h}{r^2} \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) + 2h \left(\frac{m_2}{t_2^2} - \frac{m_1}{t_1^2} \right) \quad (16)$$

(16) dan inersiya momenti uchun quyidagi ifoda kelib chiqadi

$$I = \frac{(m_2 - m_1)gr^2 t_1^2 t_2^2}{2h(t_1^2 - t_2^2)} - \frac{r^2(m_2 t_1^2 - m_1 t_2^2)}{t_1^2 - t_2^2} \quad (17)$$

bu yerda I - aylanayotgan stolchaning va stol ustidagi barcha jismlarning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlari.

Ikkita bir xil parallelepiped shaklidagi jismlarning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlarini aniqlash uchun ustiga parallelepipedlar qo'yilgan stolchani aylantirib tajriba o'tkazish kerak. Parallelepipedlar stolchaga ikki xil holatda mahkamlanadi va har bir holat uchun (17) formula bo'yicha aylanayotgan tizimning I_1 va I_2 inersiya momentlari hisoblanadi. Bo'sh stolchani aylantirib tajriba o'tkaziladi va (17) formula bo'yicha stolchaning I_c inersiya momenti topilib, butun tizimning inersiya momentidan ayriladi

$$I_{1-yuk} = I_1 - I_c, \quad (18)$$

$$I_{2-yuk} = I_2 - I_c, \quad (19)$$

bu yerda, I_{1-yuk} va I_{2-yuk} - parallelepipedlarni stolcha markaziga yaqin va uzoq joylashtirilgan holatlardagi inersiya momentlari.

Ishni bajarish tartibi

1. Shtangensirkul yordamida shkifning diametri o'lchanadi va radiusi hisoblanib, 1-jadvalga yoziladi.
2. m_1 yukning massasi o'lchanadi yoki qurilmadagi jadvaldan aniqlanadi. m_1 yukning ustiga qo'yiladigan qo'shimcha yukcha massasi Δm o'lchanadi va $m_2 = m_1 + \Delta m$ topiladi.
3. Yukni elektromagnit tutib turadigan holatgacha ko'tariladi va elektromagnit ulanadi.
4. Elektromagnit tutib turgan yukning pastki qismidan yuk kelib uriladigan platformagacha bo'lgan h balandlik o'lchanadi.
5. Elektromagnit o'chiriladi va shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi. Stolcha bo'sh bo'lgan holatda m_1 yukning t_1 tushish

- vaqti o'lchanadi. Tajriba 3 marta bajariladi. $\langle t_1 \rangle$ o'rtacha vaqt topiladi. Natijalar 1-jadvalga yoziladi.
6. Pastga tushadigan yukka qo'shimcha yukcha qo'yiladi. 5-punktdagi o'lchashlar takrorlanadi. Yukning qo'shimcha yukcha bilan birgalikda tushish uchun ketgan o'rtacha vaqti $\langle t_2 \rangle$ topiladi. Natijalar 1-jadvalga yoziladi.
 7. Parallelepipedlarni stolchanning markaziga yaqin holatda o'rnatiladi, 5 va 6 punktlardagi o'lchashlar takrorlanib, m_1, m_2 yuklarning o'rtacha tushish vaqti $\langle t_1' \rangle, \langle t_2' \rangle$ aniqlanadi. Natijalar 1-jadvalga yoziladi.
 8. Parallelepipedni stolcha chetiga yaqin holatda o'rnatiladi. 5 va 6 punktlardagi o'lchashlar takrorlanib, m_1, m_2 yuklarning o'rtacha tushish vaqti $\langle t_1'' \rangle, \langle t_2'' \rangle$ topiladi. Natijalar 1-jadvalga yoziladi.
 9. Shtangensirkul yordamida parallelepipednin "b" va "c" tomonlari o'lchanadi.
 10. Parallelepipedni stolcha markaziga va chetiga yaqin holatda o'rnatish uchun mo'ljallangan o'qchalar orasidagi $2d_1$ va $2d_2$ masofalar o'lchanadi hamda d_1, d_2 qiymatlar 2-jadvalga yoziladi.
 11. Parallelepipedning bittasi tarozida tortiladi va uning m_0 massasi 2-jadvalga yoziladi.

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. (17) formulaga $\langle t_1 \rangle$ va $\langle t_2 \rangle$ ning qiymatlarini qo'yib bo'sh stolchanning inersiya momenti I_c topiladi.
2. (17) formulaga $\langle t_1' \rangle, \langle t_2' \rangle$ ning qiymatlarini qo'yib, parallelepipedlar markazga yaqin holatda o'rnatilganda stolchanning inersiya momenti I_1 topiladi.
3. Parallelepipedlar markazga yaqin holatda o'rnatilganda stolchanning inersiya momenti I_1 dan (18) formula bo'yicha bo'sh stolchanning inersiya momentini ayirib, markazga yaqin o'qchalarda o'rnatilgan

parallelepipedning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti aniqlanadi.

4. (17) formulaga $\langle t_1'' \rangle$, $\langle t_2'' \rangle$ ning qiymatlarini qo'yib, parallelepipedlar chetki o'qchalarda o'rnatilgan holat uchun stolchanning inersiya momenti I_2 topiladi.

5. Parallelepipedlar chetki o'qchalarda o'rnatilgan holatda stolchanning inersiya momenti I_2 dan (19) formula bo'yicha bo'sh stolchanning inersiya momentini ayirib, chetki o'qchalarda o'rnatilgan parallelepipedning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti aniqlanadi.

6. Inersiya momentining nazariy qiymati formuladan keltirib chiqariladi. Unga binoan bitta parallelepipedning og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$I_0 = \frac{1}{12} m_0 (b^2 + c^2)$$

ga teng.

Shteyner teoremasi yordamida qurilmaning aylanish o'qiga nisbatan parallelepipedning inersiya momentini topish mumkin:

$$I_{1-yuk}^{Naz} = 2I_0 + 2m_0 d_1^2, \quad I_{2-yuk}^{Naz} = 2I_0 + 2m_0 d_2^2.$$

7. Inersiya momentlarining tajriba orqali va nazariy aniqlangan qiymatlari solishtriladi

$$\Delta_1 = \left| I_{1-yuk}^{Naz} - I_{1-yuk} \right|, \quad \Delta_2 = \left| I_{2-yuk}^{Naz} - I_{2-yuk} \right|.$$

8. Inersiya momentini aniqlashdagi nisbiy xatoliklar topiladi

$$\delta_1 = \frac{\left| I_{1-yuk}^{Naz} - I_{1-yuk} \right|}{I_{1-yuk}^{Naz}} \cdot 100\%, \quad \delta_2 = \frac{\left| I_{2-yuk}^{Naz} - I_{2-yuk} \right|}{I_{2-yuk}^{Naz}} \cdot 100\%.$$

1 - jadval

№	r	h	m ₁	m ₂	Bo'sh stol			Stolcha markazida			Stolcha chetida		
					t ₁	t ₂	l	t ₁ ^I	t ₂ ^I	l ₁	t ₁ ^{II}	t ₂ ^{II}	l ₂
1													
2													
3													

2 - jadval

m_0	b	C	d_1	d_2	l_0	I_{1-yuk}^{Naz}	I_{2-yuk}^{Naz}

NAZORAT SAVOLLARI

1. Jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentini aniqlash usulini tushuntiring.
2. Yuk - stolcha -platforma tizimi uchun energiyaning saqlanish qonuni qanday yoziladi?
3. Aylanma harakatni tavsiflovchi kattaliklar - burchak tezlik, burchak tezlanishni ta'riflang. Chiziqli va aylanma harakat kinematikasini tavsiflovchi kattaliklar o'zaro qanday bog'langan?
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy kattaliklari - jismning kuch momenti, inersiya momenti, impuls momentining ma'nosini tushuntiring.
5. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini ta'riflang. Ilgarilanma harakat bilan solishtiring.
6. Aylantiruvchi momentning ishi qanday aniqlanadi? Qattiq jism aylanma harakatining kinetik energiyasi nimaga teng?
7. Jismlarning inersiya momentlarini nazariy va tajriba orqali aniqlash usullarini tushuntiring.

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. . "Umumiy fizika kursi", I tom. Toshkent, "O'qituvchi" nashriyoti, 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston" 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi (Mexanika va molekulyar fizika). Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989.

3 - laboratoriya ishi

OBERBEK MAYATNIGIDA JISMLARNING INERSIYA MOMENTLARINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Oberbek mayatnigi, mayatnikni harakatga keltiruvchi m massali yuk, inersiya momentlari topilishi kerak bo'lgan m_0 massali to'rtta silindrsimon yuklar, shtangensirkul, masshtabli chizg'ich, elektrosekundomer.

Ishning maqsadi

Talaba ishini bajarish mobaynida quyidagi nazariy va amaliy bilimlarga ega bo'lishi kerak: aylanma harakat uchun kinematika va dinamika qonunlarini tushuntirib bera olishi, bu qonunlardagi kattaliklarning ma'nosini bilishi, jismlarning inersiya momentlarini tajriba orqali aniqlay olishi, bog'langan va aylanayotgan jismlarning harakat tenglamalarini tuzishi va o'lchash aniqligini baholab bera olishi kerak.

Bu ishda ilgarilanma va aylanma harakat uchun dinamika qonunlaridan foydalanib, jismlarning inersiya momenti aniqlanadi.

Topshiriq

1. Qattiq jismlarning inersiya momentlarini aniqlashning ushbu ishda qo'llaniladigan usulini o'rganish.
2. Tajriba qurilmasi- Oberbek mayatnigi tuzilishi bilan tanishish.
3. Oberbek mayatnigidagi jismlarning inersiya momentini ikki usulda - tajriba orqali va nazariy aniqlash.
4. Tajriba natijalarini nazariy usulda topilgan natijalar bilan solishtirish orqali o'lchash aniqligini baholash.
5. Inersiya momentlarini o'lchashda olingan natijalarni tahlil qilish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Jismlarning aylanma harakati deb shunday harakatga aytiladiki, bunda jismning barcha nuqtalari markazlari bir to'g'ri chiziqda yotadigan aylanalar chizadi, bu to'g'ri chiziq aylanish o'qi deyiladi.

Aylanma harakatni tavsiflash uchun quyidagi tushunchalar kiritiladi:

1. Aylanish davri T - bir marta to'la aylanish uchun ketgan vaqt.

2. Aylanish chastotasi ν - vaqt birligidagi aylanishlar soni

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (1)$$

3. Radius vektorning burilish burchagi $d\varphi = \frac{ds_{\text{yoy}}}{r}$.

4. Burchak tezlik

$$w = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (2)$$

5. Burchak tezlanish

$$\beta = \frac{dw}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}. \quad (3)$$

Aylanma harakat uchun kiritilgan bu kattaliklarning qulayligi shundaki, ular jismning barcha nuqtalari uchun bir xildir.

Aylanma va chiziqli harakatni tavsiflovchi kattaliklar orasida quyidagi bog'lanish mavjud.

Chiziqli siljish

$$ds = r d\varphi, \quad (4)$$

bu yerda, r - aylanish radiusi.

Chiziqli tezlik

$$v = w \cdot r. \quad (5)$$

Tangensial tezlanish

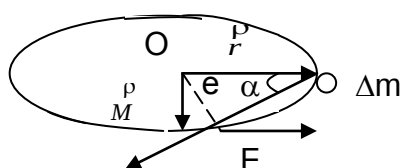
$$a_t = \beta \cdot r. \quad (6)$$

Normal tezlanish

$$a_n = w^2 r. \quad (7)$$

Burchak tezlikning o'zgarishi kuch momentining ta'siriga bog'liq.

Kuch momenti son jihatdan kuchning yelkaga ko'paytmasiga teng:



1 - rasm

$$|M| = F \cdot l.$$

Kuch yelkasi deb (O) aylanish markazidan F kuch ta'sir qilayotgan chiziqqacha bo'lgan eng qisqa

masofaga aytiladi (1-rasm).

Kuch yelkasi (l) ni radius-vektor (r) orqali ifodalasak:

$$l = r \cdot \sin \alpha$$

Bundan,

$$|M| = F \cdot r \cdot \sin \alpha.$$

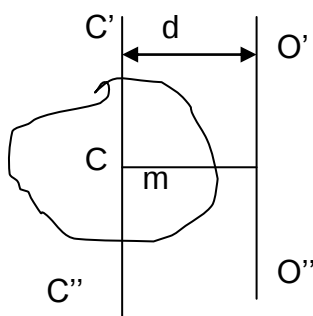
Vektor ko'rinishda yozsak

$$\vec{M} = \begin{bmatrix} \vec{r} \\ \vec{F} \end{bmatrix} . \quad (8)$$

Kuch momenti vektori ($\vec{M}$) ning yo'nalishi ($\vec{r}$) va ($\vec{F}$) ning yo'nalishlari bilan o'ng vint qoidasi asosida bog'langan. Δm massali moddiy nuqta uchun Nyutonning ikkinchi qonuni tenglamasini yozib, chiziqli va aylanma harakat kattaliklari orasidagi bog'lanishdan foydalansak, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz

$$M = \Delta m r^2 \beta = J \beta , \quad (9)$$

bu yerda, $J = \Delta m r^2$ skalyar kattalik bo'lib, moddiy nuqtaning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deyiladi.



2 - rasm

Jismning barcha nuqtalarining aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlari yig'indisi

$$J = \sum J_i = \sum \Delta m_i r_i^2 \quad (10)$$

qattiq jismning inersiya momenti deyiladi.

(9) formulani vektor ko'rinishida yozish mumkin

$$\vec{M} = J \cdot \vec{\beta} . \quad (11)$$

Jismga qo'yilgan barcha kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan natijalovchi kuch momenti jismning shu o'qqa nisbatan inersiya momentini burchak tezlanishga ko'paytmasiga teng. Bu aylanma harakat uchun dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkinchi qonuni) ta'rifi hisoblanadi. Bundan inersiya momenti jismning inertlik o'lchovi ekanligi kelib chiqadi, ya'ni aylanma harakatda massa rolini o'ynaydi. Inersiya momenti jism massasining aylanish o'qiga nisbatan qanday taqsimlanganligiga bog'liq. O'qdan uzoqda joylashgan nuqtalarning $J = \sum \Delta m_i r_i^2$ yig'indiga qo'shgan hissasi o'qqa yaqin joylashgan nuqtalarga nisbatan kattaroq bo'ladi. Jism inersiya momentining qiymati jismning shakliga, o'lchamlariga, massasiga va aylanish o'qiga nisbatan qanday joylashganligiga bog'liq.

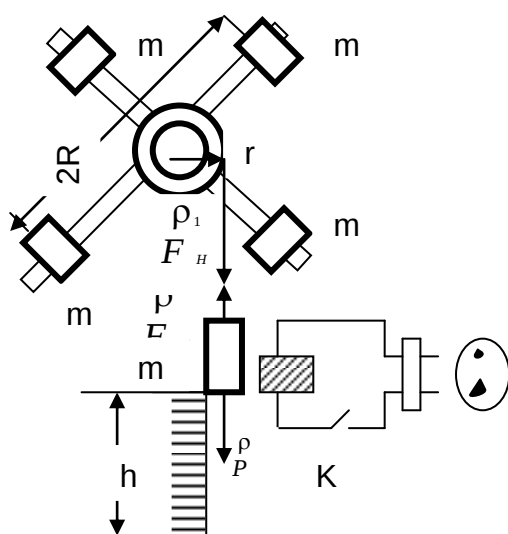
Og'irlik markazidan o'tmagan o'qqa nisbatan jismning inersiya momenti (2-rasm) Shteyner teoremasi orqali aniqlanadi: jismning og'irlik markazidan o'tmagan istalgan aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti shu o'qqa parallel bo'lgan, og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa

nisbatan inersiya momenti va jism massasi bilan og'irlik markazidan aylanish o'qigacha masofa (o'qlar orasidagi masofa) kvadratining ko'paytmasi yig'indisiga teng

$$I_{O'O''} = I_{C'C''} + md^2. \quad (12)$$

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Oberbek mayatnigi gorizontaal o'q atrofida aylana oladigan shkivga xoch shaklida (biri ikkinchisidan 90° farq bilan) mahkamlangan



3-rasm

to'rtta bir xil sterjendan tashkil topgan. Shkivga ip o'rab, ipning uchiga yuk osib qo'yilgan. Sterjenlarga har biri m_0 massali to'rtta yuk simmetrik ravishda o'rnatilgan bo'lib, aylanish o'qidan yuklarning markazigacha bo'lgan R masofa yuklarning chiziqli o'lchamlaridan ancha katta. R masofani o'zgartirish orqali yuklarning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlarini o'zgartirish mumkin.

Shkivga o'ralgan ipni yuk pastga tortishi natijasida sterjenlar aylanma harakat qiladi. Tizim yukning ilgari-ylanma va sterjenlarning aylanma harakatini o'z ichiga olganligi sababli, dinamikaning ilgarilanma va aylanma harakatlar uchun asosiy qonunini qo'llab, yuk va sterjenlarning harakat tenglamasini tuzish va yechish kerak

$$\begin{cases} m \ddot{a} = m \ddot{g} + F_t \\ I \ddot{\beta} = [r_1 F_t] + M_{ishq} \end{cases} \quad (13)$$

Bu yerda m - ipga osilgan yukning massasi, $F_{\ddot{a}}$ - ipning taranglik kuchi, M_{ishq} - ishqalanish kuchi momenti, $\ddot{\beta}$ - burchak tezlanish, I - aylanayotgan tizimning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti, $\ddot{a}$ - yuklarning ilgarilanma harakati tezlanishi bo'lib, u ip ingichka,

cho'zilmaydigan bo'lganda shkiv sirtidagi nuqtalarning tangensial (urinma) tezlanishiga mos keladi.

Yuk pastga tushayotganda burchak tezlanish vektori va shkivga qo'yilgan ipning taranglik kuchi momenti yo'nalishi ishqalanish kuchi momentining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Yo'nalishlarni hisobga olib, (13) ni skalyar ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$\begin{aligned} m a &= m g - F_t \\ I \beta &= F_t r - M_{ishq} \end{aligned} \quad (14)$$

Yukning va shkiv sirtidagi nuqtalarning tezlanishi tekis tezlanuvchan harakat uchun yo'l qonunidan aniqlanadi

$$a = a_\tau = \frac{2h}{t^2},$$

burchak tezlanish esa, tangensial va burchak tezlanishlar orasidagi bo'lanishdan topiladi

$$\beta = \frac{a_t}{r} = \frac{2h}{t^2 r}.$$

Ishqalanish kuchi momentini hisobga olmaslik uchun tajribani ipga turli m_1 va m_2 yuklarni osib bajariladi, bu esa taranglik kuchi, aylantiruvchi moment va tezlanishning qiymatlarini o'zgartiradi

$$I\beta_1 = M_1 - M_{ishq} \quad (15)$$

$$I\beta_2 = M_2 - M_{ishq} \quad (16)$$

(16) dan (15)ni ayirib, quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$I(\beta_2 - \beta_1) = M_2 - M_1, \quad (17)$$

bunda $\beta_1 = \frac{2h}{t_1^2 r}$; $\beta_2 = \frac{2h}{t_2^2 r}$ almashtirishlarni bajarsak:

$$M_1 = F_{t1} r = m_1 (g - a_1) r = m_1 \left(g - \frac{2h}{t_1^2} \right) r,$$

$$M_2 = F_{t2} r = m_2 (g - a_2) r = m_2 \left(g - \frac{2h}{t_2^2} \right) r$$

bu ifodalarni (17)ga qo'yib, quyidagi formulani olamiz

$$I = \frac{\left[m_2 \left(g - \frac{2h}{t_2^2} \right) - m_1 \left(g - \frac{2h}{t_1^2} \right) \right] r}{\frac{2h}{r} \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right)} . \quad (18)$$

Ishni bajarish tartibi

1. Shtangensirkul yordamida shkivning radiusi $r = \frac{d}{2}$ o'lchanadi va 1-jadvalga yoziladi.
2. Ipga osilgan yukning massasi m_1 aniqlanadi.
3. Aylantiruvchi momentni o'zgartirish uchun m_1 yuk ustiga qo'yiladigan qo'shimcha yukchanning Δm massasi aniqlanadi va $m_2 = m_1 + \Delta m$ qiymat 1-jadvalga yoziladi.
4. Yuklar sterjenlarning chetiga mahkamlanadi. Ipni shkivga o'rab, yuk yuqoriga ko'tariladi va elektromagnitni ulab, yukni shu holatda tutib turiladi.
5. Yukning pastki qismidan yuk kelib uriladigan platformagacha bo'lgan h masofa o'lchanadi.
6. Elektromagnit o'chirilib, shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi va yukning tushish vaqti t_1 o'lchanib, 1-jadvalga yoziladi. Tajriba 3 marta takrorlanib, yukning o'rtacha tushish vaqti $\langle t_1 \rangle$ topiladi.
7. Tushayotgan yukka qo'shimcha yukcha qo'shib, 6-bandda bajarilgan ishlar 3 marta takrorlanadi. O'lchangan t_2 vaqt 1-jadvalga yoziladi va uning o'rtacha qiymati $\langle t_2 \rangle$ topiladi.
8. Yuklar sterjenning o'rtasiga mahkamlanadi. 6 va 7 bandlarda bajarilgan ishlar yana takrorlanadi. Yukning tushish vaqtlari t_1'' va t_2'' 1-jadvalga yoziladi hamda o'rtacha tushish vaqti $\langle t_1'' \rangle$, $\langle t_2'' \rangle$ topiladi.
9. Sterjenga mahkamlangan yuklarning m_0 massasi hamda sterjenning m_s massasi o'lchanadi (yoki aniqlanadi) va 2-jadvalga yoziladi.
10. Yuklarning aylanish radiuslari R_1 va R_2 hamda sterjenning uzunligi l o'lchanadi va 2-jadvalga yoziladi (bunda simmetrik joylashgan

yuklarning markazlari orasidagi $2R_1$ va $2R_2$ masofalarni va sterjenlar uchlari orasidagi $2l$ masofani o'lchash maqsadga muvofiqdir).

O'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Yuklarning $\langle t_1 \rangle$ va $\langle t_2 \rangle$ o'rtacha tushish vaqtlarini (18) formulaga qo'yib, yuklar sterjenlarning chetiga mahkamlangan holat uchun tizimning inersiya momenti I_1 topiladi.
2. Yuklarning $\langle t_1'' \rangle$ va $\langle t_2'' \rangle$ o'rtacha tushish vaqtlarini (18) formulaga qo'yib, yuklar sterjenlarning o'rtasiga mahkamlangan holat uchun tizimning inersiya momenti I_2 topiladi.
3. Quyidagi formulalardan foydalanib inersiya momentining nazariy qiymati hisoblanadi:

$$I_1^N = 4m_0 R_1^2 \quad \text{va} \quad I_2^N = 4m_0 R_2^2$$

4. Yuklar inersiya momentlarining tajribada va nazariy yo'l bilan topilgan qiymatlari solishtiriladi:

$$\Delta_1 = \left| I_1^N - I_1 \right|, \quad \Delta_2 = \left| I_2^N - I_2 \right|.$$

5. Inersiya momentini aniqlashdagi nisbiy xatolik topiladi:

$$\delta_1 = \left| \frac{I_1^N - I_1}{I_1^N} \right| \cdot 100 \% , \quad \delta_2 = \left| \frac{I_2^N - I_2}{I_2^N} \right| \cdot 100 \% .$$

1- jadval

O'lch. t.r.	r	h	m_1	m_2	Yuklar sterjen chetida			Yuklar sterjen o'rtasida		
					t_1	t_2	I_1	t_1''	t_2''	I_2

1									
2									
3									

2-jadval

m_0	$4m_0$	l	R_1	R_2	I_1^N	I_2^N	δ_1	δ_2

NAZORAT SAVOLLARI

1. Aylanma harakatni tavsiflovchi kattaliklar - burchak tezlik, burchak tezlanishni ta'riflang. Chiziqli va aylanma harakat kinematikasini tavsiflovchi kattaliklar o'zaro qanday bog'langan?
2. Aylanma harakat dinamikasining asosiy kattaliklari - jismning kuch momenti, inersiya momenti, impuls momentining ma'nosini tushuntiring.
3. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini ta'riflang. Ilgarilanma harakat bilan solishtiring.
4. Ilgarilanma va aylanma harakat qilayotgan jismlarning harakat tenglamalarini tuzishda dinamika qonunlarining qo'llanilishini tushuntiring.
5. Ushbu ishda qo'llangan yuklarning inersiya momentlarini aniqlash usulini tushuntiring.
6. Oberbek mayatnigining burchak tezlanishi kattaligi nimaga bog'liq va u tajriba davomida qanday o'zgaradi? Tajribada aylantiruvchi moment va inersiya momenti qanday o'zgartiriladi?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", I tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .

2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi (Mexanika va molekulyar fizika). Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989

4 - laboratoriya ishi

TUSHAYOTGAN SHARCHANING KINETIK VA POTENSIAL ENERGIYALARINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Grimzel qurilmasi, po'lat sharcha, masshtabli chizg'ich, ko'chiruvchi qora qog'oz, toza oq qog'oz, elyektromagnit.

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish davomida talaba "energiya" va "ish" fizikaviy tushunchalarining ma'nosini tushunishi hamda energiyaning saqlanish qonuni mazmunini anglab olishi kerak.

Tushayotgan sharcha misolida mexanik jarayonlarda energiyaning bir turdan boshqa turga o'tishini tahlil qila olishi kerak.

Topshiriq

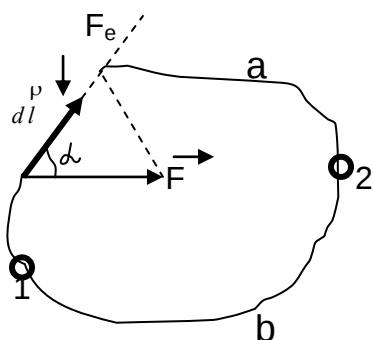
1. Laboratoriya ishi bajariladigan qurilma tuzilishini va o'lchash usulini o'rganish.
2. Tushayotgan sharchaning kinetik va potensial energiyasini o'lchash.
3. Energiyaning saqlanish qonunini bajarilishini analitik va grafik ravishda tahlil qilish.
4. O'lchash natijalari aniqligini tekshirish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Materiyaning barcha shakldagi harakatlarining universal o'lchovi energiyadir. U mexanik tizimning holat funksiyasi bo'lib, tizimning

oxirgi konfiguratsiyalari va tezliklarning oxirgi qiymatlari bilan aniqlanadi $W=f(x,y,z, v_x, v_y, v_z)$. Energiyaning o'zgarishi jismlarning o'zaro ta'siri jarayonida, ya'ni ish bajarish jarayonida sodir bo'ladi. Demak energiya shunday fizikaviy kattalikki, uning o'zgarishi ishga tengdir va u jismning ish bajarish qobiliyatini ifodalaydi.

$\vec{F}$ kuchning $d\vec{l}$ kichik siljishdagi ta'siri (1-rasm) elementar ish deb ataluvchi, $\vec{F}$ ning $d\vec{l}$ ga skalyar ko'paytmasiga teng bo'lgan kattalik bilan xarakterlanadi



1-rasm

$$\delta A = (\vec{F}, d\vec{l}) = F dl \cos \alpha = F_l dl . \quad (1)$$

Butun l yo'l bo'yicha $\vec{F}$ kuch tomonidan bajarilgan ish yo'lining alohida kichik bo'laklarida bajarilgan elementar ishlar yig'indisiga teng bo'ladi

$$A = \int_l F_l dl . \quad (2)$$

Agar jismni 1 nuqtadan 2 nuqtaga ko'chirishda $\vec{F}$ kuch tomonidan bajarilgan A_{12} ish ko'chirish qaysi trayektoriya bo'yicha amalga oshirilganligiga bog'liq bo'lmay, faqat jismning boshlang'ich va oxirgi vaziyatlari (tizimning boshlang'ich va oxirgi konfiguratsiyalari) bilan aniqlansa, jismga ta'sir etayotgan $\vec{F}$ kuch konservativ kuch deyiladi

$$A_{1-2} = A_{1-a-2} = A_{1-b-2} . \quad (3)$$

Jism harakati yo'nalishini teskari tomonga o'zgartirish konservativ kuch bajargan ishning ishorasi o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun jism yopiq trayektoriya bo'yicha harakatlanganda konservativ kuch bajargan ish nolga teng bo'ladi

$$\oint_l F_l dl = 0 . \quad (4)$$

(3) va (4) dan ko'rinadiki, konservativ kuchlar bajargan ish tizimning konfiguratsiyaga bog'liq bo'ladi. Tizimning konfiguratsiyasi bilan bog'liq ish zaxirasi tizimning potensial energiyasini ifodalaydi. Potensial energiya faqat uning koordinatalari funksiyasi hisoblanadi. Konservativ kuchlar bajargan ish tizimning potensial energiyasini kamaytiradi

$$A_{1-2} = W_{p1} - W_{p2} = -\Delta W_p . \quad (5)$$

Konservativ kuchlarga misol qilib, butun olam tortishish kuchi, elastik kuchlar, elektrostatik o'zaro ta'sir kuchlarini ko'rsatish mumkin.

(3) va (4) shartlarni qoniqtirmaydigan kuchlar nokonservativ kuchlar deyiladi. Nokonservativ kuchlarning xususiy holi sifatida dissipativ kuchlarni ko'rsatish mumkin. Bu kuchlar ta'sirida mexanik energiya boshqa turdagi (masalan, issiqlik) harakatiga aylanadi.

Agar jismga bir vaqtning o'zida bir necha $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, kuchlar ta'sir etsa, $d\vec{l}$ siljishda barcha kuchlar bajargan ishlarning algebraik yig'indisi, shunday siljishda kuchning teng ta'sir etuvchisi bajaradigan ishga teng bo'ladi. $d\vec{l} = \vec{g} dt$ ekanligini hisobga olgan holda, Nyutonning

2-qonunini $\vec{F} = m \frac{d\vec{g}}{dt}$ qo'llab, teng ta'sir etuvchi kuch bajargan ishni topamiz

$$A = \int_{g_1}^{g_2} m \frac{d\vec{g}}{dt} \cdot \vec{g} dt = \int_{g_1}^{g_2} m \vec{g} \cdot d\vec{g} = \frac{m g_2^2}{2} - \frac{m g_1^2}{2} . \quad (6)$$

(6)dan ko'rinadiki, teng ta'sir etuvchi kuch ishi quyidagi kattalikni oshib borishiga olib keladi

$$W_K = \frac{m g^2}{2} , \quad (7)$$

bu kattalik jism o'zining mexanik harakati hisobiga bajarishi mumkin bo'lgan ishni ifodalaydi va u jismning kinetik energiyasi deyiladi.

Potensial va kinetik energiyalar yig'indisi jismlar tizimining to'liq mexanik energiyasi deyiladi.

Mexanik tizimni tashkil etuvchi jismlar bir-biri bilan yoki tizimga tegishli bo'lmagan boshqa jismlar bilan ta'sirlashishi mumkin. Shunga binoan, tizimdagi jismlarga ta'sir etuvchi kuchlarni ichki (tizimdagi jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi) va tashqi (tizimga tegishli bo'lmagan jismlar ta'sirlashuvi) kuchlarga ajratiladi. Ichki kuchlar har doim konservativ bo'ladi, tashqi kuchlar esa konservativ ham, dissipativ ham bo'lishi mumkin.

Teng ta'sir etuvchi kuchlar bajargan ish tizimning kinetik energiyasini o'zgartiradi, ichki va tashqi konservativ kuchlar ishi tizimning umumiy potensial energiyasini o'zgartiradi, dissipativ kuchlar

ishi esa tizimning to'liq mexanik energiyasini o'zgartiradi. Bu o'zgarishlar bir-biri bilan quyidagicha bog'langan

$$dW_k = -dW_{pi} - dW_{pt} + dA_{nk} \quad (8)$$

yoki,

$$d(W_k + W_{pi} + W_{pt}) = dA_{nk} \quad (9)$$

Agar tizimda faqat konservativ kuchlar ta'sir qilsa, $dA_{nk} = 0$ va

$$W_k + W_{pi} + W_{pt} = W_k + W_p = const \quad (10)$$

bo'ladi.

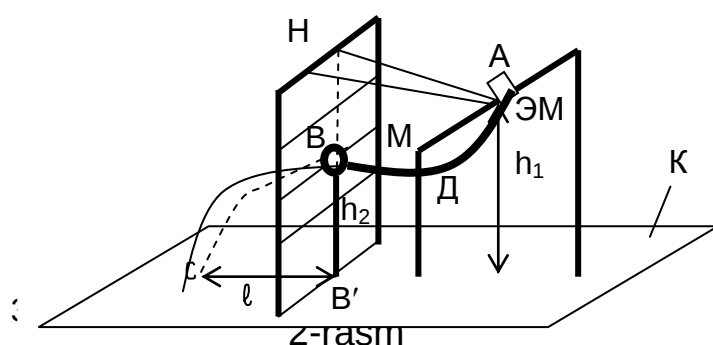
Agar jismlar tizimiga faqat konservativ kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsa, bu tizimning to'liq mexanik energiyasi o'zgarmas bo'lib qoladi (mexanik energiyaning saqlanish qonuni).

Agar tizimga nokonservativ kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsa, tizimning mexanik energiyasi kamayadi: energiyaning dissipatsiyasi (sochilishi) ro'y beradi, lekin ekvivalent miqdorda boshqa turdagi energiyalar hosil bo'ladi. Energiya hech qachon yo'qolmaydi va qayta hosil bo'lmaydi, u faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi (energiya saqlanishining umumiy qonuni).

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Qurilmaning sxemasi (Grimzel qurilmasi) 2-rasmda ko'rsatilgan. Gorizontaal taxtaga vertikal ustunlar o'rnatilgan. (H) ustunlarga yengil bifilyar osmada mis halqa biriktirilgan bo'lib, u bo'sh qo'yilganda (vertikal holatda) halqaning teshigi (H) ustunlarga ko'ndalang mahkamlangan (M) plastina teshigiga to'g'ri keladi. Ustunlarga yoysimon metal tarnov (Д) o'rnatilgan bo'lib, tarnov bo'ylab (ЭМ) elektromagnit harakatlanadi. Elektromagnit toki (K) kalit bilan o'chiriladi va yoqiladi. Osma halqa va metal sharchani moddiy nuqta deb hisoblash mumkin.

Agar sharchali halqani elektromagnitga tekuncha siljitsak (A holatga), elektromagnit sharchani shu holatda tutib turadi. Elektro-



magnit toki o'chirilganda sharcha ABC trayektoriya bo'ylab harakatga keladi. AB oraliqda sharcha aylana yoyi bo'ylab, BC oraliqda esa parabola bo'ylab harakatlanadi.

Elektromagnitni yoysimon tarnov bo'ylab surib, sharchaning h_1 ko'tarilish balandligini o'zgartirish mumkin.

A nuqtada sharcha quyidagi potensial energiyaga ega bo'ladi

$$W_{p1} = mgh_1. \quad (11)$$

B nuqtada sharchaning potensial energiyasi

$$W_{p2} = mgh_2. \quad (12)$$

AB yo'lda sharchaning potensial energiyasi kamayadi

$$\Delta W_p = W_{p1} - W_{p2} = mg(h_1 - h_2). \quad (13)$$

Shu vaqtning o'zida sharcha quyidagi kinetik energiyaga ega bo'ladi

$$W_K = \frac{mg^2}{2}, \quad (14)$$

g - sharchaning B nuqtadagi tezligi.

Bu ishda havoning qarshilik kuchi sharchaning og'irlik kuchidan juda kichik bo'lganligi uchun havoning qarshilik kuchi e'tiborga olinmaydi. Sharchaning harakatini ikkita harakatning ya'ni gorizontal yo'nalishda g tezlik bilan tekis harakat va vertikal yo'nalishda g tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakat yig'indisi deb qarash mumkin. (B) nuqtada tezlikning vertikal tashkil etuvchisi nolga teng. Unda BC trayektoriya bo'ylab sharchaning harakat vaqti sharchaning BB` vertikal bo'ylab erkin tushish vaqtiga tengdir, ya'ni

$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}. \quad (15)$$

Sharchaning gorizontal yo'nalishdagi siljishi l va harakat vaqti t ni aniqlab, tezlikning gorizontal tashkil etuvchisini hisoblash mumkin. U o'zgarmas bo'lib, sharchaning tezligiga teng

$$g = \frac{l}{t} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2h_2}{g}}}. \quad (16)$$

Sharcha ko'chirma qog'oz qoplangan oq qog'oz ustiga tushib, iz qoldiradi. Bunda chizg'ich bilan gorizontaal ko'chish $l = B'C$ osongina o'lchanadi.

Tezlikning topilgan qiymatini (14) formulaga qo'yib, sharchaning B nuqtadagi kinetik energiyasi hisoblanadi

$$W_K = \frac{mgl^2}{4h_2}. \quad (17)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan sharchaning B nuqtadagi kinetik energiyasining qiymati sharchani A nuqtadan B nuqtaga ko'chirganda potentsial energiyasining kamayishiga teng bo'lishi kerak

$$\frac{mv^2}{2} = mg(h_1 - h_2), \quad (18)$$

yoki (17) ni hisobga olgan holda,

$$\frac{mgl^2}{4h_2} = mg(h_1 - h_2). \quad (19)$$

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Sharchaning massasi m va h_2 balandlik o'lchanadi. Olingan natijalar 1-jadvalning yuqori qismiga yoziladi.
2. A nuqtaga sharchali halqa keltirilib, elektromagnit yoqiladi, sharcha ko'tarilgan h_1 balandlik o'lchanadi.
3. Qurilma stoliga oq qog'oz qo'yilib, ko'chirma qog'oz bilan qoplanadi. (K) kalit orqali elektromagnit o'chiriladi. Chizg'ich bilan $l_i = B'C_i$ masofa o'lchanadi va qog'ozda qolgan sharchaning izi belgilanadi. Qog'ozni biroz surib, yana ko'chirma qog'oz qoplanadi.
4. Tajriba 5 marta qaytariladi. Muayyan h_1 balandlikdan sharchaning uchib tushish uzunligining o'rtacha arifmetik qiymati $\langle l \rangle$ topiladi.
5. 2,3,4 punktlar h_1 ning boshqa qiymatlari uchun takrorlanadi. h_1 balandlik 5 marta o'zgartiriladi.

6. Sharchaning B nuqtadagi W_k kinetik energiyasi (17) formula bo'yicha va ΔW_p potensial energiyaning kamayishi (13) formula bo'yicha hisoblanadi.
7. Usulning aniqligini baholash uchun quyidagi nisbat hisoblanadi

$$\delta = \frac{\Delta W_p - W_k}{\Delta W_p} . \quad (20)$$

8. O'lchash natijalari va hisoblashlar jadvalga yoziladi.
9. Olingan natijalar asosida grafik chiziladi. "x" o'qiga ΔW_p , "y" o'qiga W_k qiymatlari joylashtiriladi. (18) ga asosan nazariy chiziq o'qlarga nisbatan 45° burchak ostida o'tuvchi to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'lishi kerak. Nazariy chiziq punktir bilan, tajriba grafigi uzluksiz chiziq bilan chiziladi.

m=..... kg					h ₂ =.....m			
№	h ₁	l ₁	l ₂	l ₃	$\langle l \rangle$	W _k	ΔW_p	δ
1								
2								
3								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Kinetik energiya nima va u qanday hisoblanadi? Qanday kuchning bajargan ishi kinetik energiya o'zgarishiga teng bo'ladi?
2. Potensial energiya nimani tavsiflaydi? Qanday kuchlarning bajargan ishi potensial energiyaning o'zgarishi bilan bog'liq?
3. Mexanik energiya nima? Mexanikada energiyaning saqlanish qonuni qanday ifodalanadi? Qanday sharoitlarda u bajariladi?
4. Qanday kuchlar dissipativ kuchlar deb ataladi? Energiyaning umumiy saqlanish qonuni qanday ifodalanadi?
5. Qurilma sxemasini tushuntiring. Nima uchun sharcha dumalab harakatlanmay halqa bilan birga harakatlanadi?
6. Kinetik energiyani hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
7. Tushayotgan sharchaning potensial energiyasi o'zgarishi qanday hisoblanadi?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", I tom. Toshkent, "O'qituvchi" nashriyoti, 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi (Mexanika va molekulyar fizika). Toshkent, "O'qituvchi", 1985.
4. Трофимова Т. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989.

5 - laboratoriya ishi

ELEKTROSTATIK MAYDONDA POTENSIALNING TAQSIMLANISHINI O'RGANISH

Kerakli asboblari: tagi ma'lum masshtabda kataklarga bo'lingan elektrolitik vanna, indikator lampa o'rnatilgan zond, maydoni tekshiriladigan ikkita metal elektrod, ulash simlari, tok manbai.

Ishning maqsadi

Elektrodlar atrofida hosil bo'lgan elektr maydonini o'rganish va ekvipotensial sirtlarning geometrik o'rnini aniqlash usuli bilan tanishish.

Topshiriq

1. Qurilmaning tuzilishini o'rganish va ishda qo'llaniladigan o'lchash usuli bilan tanishyish.
2. Elektrodlar o'rtasidagi potensial taqsimotini o'lchash va bu maydonning ekvipotensial chiziqlarini chizish.
3. Kuchlanganlik chiziqlari orqali elektr maydonini grafik tavsiflash
4. Elektrodlar o'rtasidagi o'q bo'ylab potensialning o'zgarish grafigi $\varphi=f(x)$ ni tuzish.
5. Grafikdan foydalanib berilgan nuqtadagi maydon kuchlanganligini topish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Qo'zg'almas zaryadlar hosil qilgan va vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan maydon elektrostatik maydon deyiladi. Bu maydonlar vektor va potensial hisoblanadi.

Elektrostatik maydonning har bir nuqtasini maydonga kiritilgan sinov zaryadiga (q_0) ta'sir etuvchi kuch (F) bilan xarakterlash mumkin.

Elektrostatik maydonning biror nuqtasidagi kuchlanganligi (E) deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan bir birlik musbat sinov zaryadiga (q_0) ta'sir qilgan kuchga (F) miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi

$$E = \frac{F}{q_0}, \quad \text{bu yerda} \quad F = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1)$$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{nuqtaviy zaryad maydon kuchlanganligi.}$$

Elektrostatik maydonning potentsiali deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan birlik musbat sinov zaryadiga (q_0) mos kelgan potentsial energiyaga (W_p) miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0}, \quad W_p = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0 r}, \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}. \quad (2)$$

Zaryadlangan jismlar hosil qilgan elektrostatik maydonni kuch chiziqlari va ekvipotensial sirtlar orqali grafik ravishda tavsiflash mumkin.

Maydonning kuch chiziqlari deb, shunday chiziqlarga aytiladiki, uning har bir nuqtasida maydon kuchlanganlik vektori unga urinma ravishda yo'nalgan bo'ladi.

Ekipotensial sirtlar deb, potentsiallari bir xil bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi.

Elektrostatik maydon potentsial maydon va unda ta'sir etuvchi kuchlar konservativ kuchlardir. Yopiq kontur bo'yicha zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish nolga tengdir, $A = \oint q_0 E_e de = 0$ va $q_0 = 1$ bo'lganda $\oint E_e dl = 0$ bo'ladi.

Demak, kuchlanganlik vektorining yopiq kontur bo'yicha sirkulyatsiyasi har doim nolga tengdir. q_0 zaryadni kichik siljishida bajargan ishini ikki xil aniqlash mumkin

$$dA = Fdl = q_0 E \cos \left(\vec{E} d\vec{l} \right) dl, \quad \text{va} \quad (3)$$

$$dA = -q_0 d\varphi = -dW, \quad (4)$$

ya'ni potensial energiyani kamayishi orqali aniqlash mumkin. Bu formuladan $\vec{E}$ va φ lar orasidagi bog'lanishni topish mumkin

$$q_0 E \cos \left(\vec{E} d\vec{l} \right) dl = -q_0 d\varphi, \quad E \cos \left(\vec{E} d\vec{l} \right) dl = E_e$$

ya'ni $\vec{E}$ vektorni dl ga proyeksiyasi

$$E_e = - \frac{d\varphi}{dl}.$$

Formuladagi minus ishorasi $\vec{E}$ vektorning yo'nalishi potensialni kamayishi tomonga yo'nalgan ekanligini bildiradi.

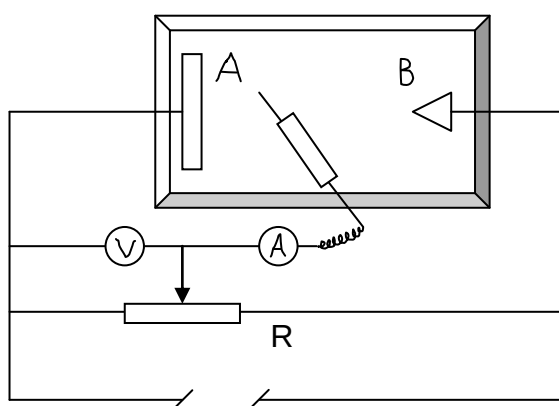
Agar zaryad dl yo'nalishi bo'ylab ko'chadigan bo'lsa, ya'ni kuch chiziqlariga perpendikular yo'nalishda, demak $\vec{E}$ vektorga perpendikular bo'lsa,

$$E \cos \left(\vec{E} d\vec{l} \right) = 0, \quad \vec{E}_e = 0 \quad \text{va} \quad \frac{d\varphi}{dl} = 0, \quad \varphi = \text{const} \quad \text{bo'ladi.}$$

Demak, kuchlanganlik vektori chiziqlariga perpendikular bo'lgan egri chiziq potentsiali bir xil, ya'ni ekvipotensial sirtlar bo'ladi.

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Laboratoriyada foydalaniladigan elektrolitik vannalar qurilmasining



2- rasm

prinsipial elektr sxemasi 2-rasmda keltirilgan. Yaxshi elektr izolyatsiya xossasiga ega bo'lgan organik shishadan $25 \times 50 \text{ cm}^2$ o'lchamda yasalgan, x va y o'qlar bo'yicha darajalangan vannaga A va B elektrodlar joylashtiriladi, ular orasida tekshiriladigan maydon hosil qilinadi. Vanna elektr

o'tkazuvchanligi metalnikiga nisbatan kichik bo'lgan suyuqlik – elektrolit bilan to'ldiriladi. Xususan bunday elektrolit sifatida oddiy suv olinadi. A va B elektrodlar vanna tubiga tayanib, vannaga qo'yilgan elektrolit sathidan

chiqib turadi. Elektr zond sifatida metal simning o'tkir uchi xizmat qilib, u nol galvanometr, yoki ossillograf, yoki indikator (yashil ko'zli) radiolampa orqali P potentsiallarga ulanadi. Agar elektrodلarga o'zgarmas kuchlanish berilsa, elektroliz sababli elektrodلarda modda ajraladi va qutblanish elektr yurituvchi kuch hosil bo'lib, u tekshirilayotgan maydon xarakterini o'zgartiradi. Shu sababli bu ishda o'zgarmas tok o'rnida past chastotali o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi.

Laboratoriya ishida zaryadlan-gan metal elektrodلar orasida hosil bo'ladigan elektr maydoni shunday maydonni modellashtirish yo'li bilan ya'ni, ekvivalent elektr maydoni hosil qilib o'rganiladi. O'tkazuvchanligi yomon bo'lgan elektrolitلarda Om qonuni bajarilganligi $j = \sigma E$ uchun shunday elektrolitلarda hosil bo'lgan maydon o'rganiladi: formulada j - tokning zichligi, σ - solishtirma o'tkazuvchanlikdir.

Elektrolitdagi tok chiziqlari maydon kuchlanganligi yo'nalishi bilan mos keladi, elektrolitik vannada maydonning ekvipotensial sirtلari modellashtirilgan ekvipotensial sirtلar bilan mos tushadi.

Eslatma! Laboratoriya ishini bajarishda quyidagi shartلar bajarilishi zarur:

1. Elektrolit bir jinsli va katta qarshilikka ega bo'lishi kerak. Shu yo'l orqali maydonلarni o'xshashligi hosil qilinadi va kuch chiziqlarini va elektrodلar sirtلarining tok chiziqlariga perpendikularligi hosil bo'ladi.
2. O'zgarmas tok o'rnida kichik chastotali o'zgaruvchan tokdan foydalanish ma'quldir.
3. Laboratoriya ishida ekvipotensial sirtلar potentsiali o'lchanganligi uchun ishning elektr sxemasi ko'prik (Uitston ko'prigi) sxemasini eslatadi va bunda reoxord voltmetrli potensiometrlik reostat bilan almashtirilgan. Bu voltmetr reostatning suriluvchan kontakti bilan uning potentsiali nolga teng bo'lgan elektrolitik vannaga ulangan elektrodلari orasidagi kuchlanishni o'lchaydi.

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Elektrolit turadigan idish (vanna)ning gorizontalligini tekshirib ko'rib, unga suv quyiladi.

2. Millimetr shtrixlari chizilgan qog'ozga yoki katak daftarga masshtabni moslab elektrodlar va koordinata o'qlari chiziladi.
3. Vanna tokka ulanib B elektrodning potentsiali yozib olinadi. Buning uchun reostatning suriluvchi kontaktini oxirigacha suriladi voltmetrning eng katta ko'rsatishi B elektrodning potentsiali bo'ladi. So'ngra reostatni suriluvchi kontakti orqali voltmetrni 5V dan kamaytirib ampermetr ko'rsatishlarini nolga aylanguacha surib boramiz.
4. Topilgan nuqtani tayyorlab qo'yilgan millimetrli qog'ozga tushiramiz va undan 1-2 sm narida ikkinchi va hokazo nuqtalarni qidiramiz. Nuqtalarni ko'paytirib va ularni birlashtirib, ekvipotensial sirtlarni topamiz.
5. Ekvipotensial sirt chizilgandan so'ng, grafikda kuch chiziqlari chiziladi. Bunda kuch chiziqlari elektrodlar sirtiga va ekvipotensial sirtlarga perpendikular bo'lishi e'tiborda bo'lishi kerak.
6. Ekvipotensial sirtlar ketma-ket zich qilib olinsa, bu holda maydonning har qanday nuqtasida maydon kuchlanganligini topish mumkin. Buning uchun potentsiallari φ_1 va φ_2 ikkita ketma-ket keluvchi ekvipotensial sirtlar orasidagi masofa d ni kichik bo'lganligi uchun bu maydonni bir jinsli deb hisoblasa bo'ladi, unda

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}, \quad (B / m.)$$

Y	$\varphi_1 = V$	$\varphi_2 = V$	$\varphi_3 = V$	$\varphi_4 = V$	$\varphi_5 = V$
	X	X	X	X	X
0	/	/	/	/	/
± 2	/	/	/	/	/
:	/	/	/	/	/
± 10	/	/	/	/	/

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektrostatik maydonning kuchlanganligi va potentsialini ta'riflang va tushuntiring.

2. Maydonlarning superpozitsiya prinsipini tushuntiring. Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi va potentsiali qanday topiladi?
3. Maydon kuchlanganligi va elektr siljish vektori uchun Gauss teoremasi nimani ta'kidlaydi?
4. Kuchlanganlik vektorining sirkulyatsiyasi nimaga teng?
5. Qanday sirtlar ekvipotensial sirtlar deyiladi va ular kuch chiziqlariga nisbatan qanday joylashgan bo'ladi?
6. Ushbu usulda nima uchun o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", II tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi ,2- qism, Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. М. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989
6. Kalashnikov S.G.. Elektr. Toshkent, "O'qituvchi", 1979.

6 - laboratoriya ishi

O'TKAZGICH QARSHILIGINI UITSTON KO'PRIGI VOSITASIDA O'LCHASH

Kerakli asboblari: Uitston ko'prigi qurilmasi, o'zgarmas tok manbai, reoxard, reostat, tumbler (kalit), galvanometr, o'lchanadigan rezistorlar (qarshiliklar), sxemani ulash simlari .

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba: tok kuchi, tok zichligi, kuchlanish kabi fizikaviy kattaliklarning ma'nodini bilishi; Ohm, Joul-Lents qonunlarini qo'llashni bilishi: parallel va ketma-ket ulangan qarshiliklardan iborat zanjir uchun Kirxgof qoidalarini qo'llay olishi kerak.

Topshiriq

1. Qarshiliklarni ko'priq sxemasi yordamida o'lchashning klassik usuli- Uitston ko'prigi bilan tanishish.

2. Uitston ko'prigi qurilmasidan foydalanib ikkita qarshilikning qarshiligini alohida-alohida o'lchash.
3. Bu qarshiliklarni parallel va ketma-ket ulangan hollari uchun umumiy qarshilikni o'lchash.
4. O'lchash natijalarini parallel va ketma-ket ulangan qarshiliklarning umumiy qarshiligini hisoblash formulalari bo'yicha nazariy hisoblashlar bilan solishtirish va tegishli xulosalar chiqarish.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

1. Elektr zanjiri va uning elementlari. Eng sodda elektr zanjiri elektr energiyasi manbaidan, elektr energiyani uzatuvchi va qabul qiluvchi qismlardan tashkil topgan bo'ladi. Shunday qilib, elektr energiya manbai, tok o'tishi mumkin bo'lgan simlar va tokni qabul qiluvchi qismlardan tashkil topgan sistema elektr zanjiri deyiladi. Elektr zanjirni tashkil qilgan qismlarning shartli belgilar asosida ifodalanishi elektr sxema deyiladi.

2. Elektr toki va tokning kuchi. Zaryadlarning tartibli harakatiga elektr toki deyiladi. Zaryadlangan jismlarning tartibli harakatidan hosil bo'lgan tokka konveksion tok deyiladi.

Metallardagi erkin elektronlarning tashqi elektr maydoni ta'sirida tartibli harakati natijasida hosil bo'lgan tokka o'tkazuvchanlik toki deyiladi.

Tok kuchi deb, o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi

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

Agar tokning kuchi miqdor va yo'nalish jihatdan doimiy, ya'ni $I = \text{const}$ bo'lsa, (1) tenglama integral ko'rinishga keladi

$$I = \frac{q}{t} . \quad (1.a)$$

3. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni. O'tkazgichning bir qismidan o'tgan tokning kuchi, uning uchlaridagi kuchlanish U ga to'g'ri, qarshiligi R ga teskari proporsionaldir

$$I = \frac{U}{R} . \quad (2)$$

O'tkazgichning qarshiligi uning uzunligi l ga to'g'ri, ko'ndalang kesim yuzi S ga esa teskari proporsionadir, ya'ni

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (3)$$

bunda, ρ - proporsionallik koeffitsiyenti, u metallning tabiatiga bog'liq bo'lib, solishtirma qarshilik deb ataladi.

Metallardagi zaryadli zarralarning ta'sirlashuvi o'tkazgichning temperaturasi bog'liq bo'lib, bu o'z navbatida o'tkazgich elektr qarshiligining o'zgarishiga olib keladi. Bu bog'lanishni ifodalash uchun qarshilikning temperatura koeffitsiyenti (α) tushunchasi kiritiladi.

Agar berilgan o'tkazgich materialining $T_0 = 273^\circ\text{K}$ (0°C) temperaturadagi solishtirma qarshiligi ρ_0 bo'lsa, u holda uning ixtiyoriy temperaturadagi ρ solishtirma qarshiligining temperaturaga bog'lanishi quyidagicha ifodalanadi

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (4)$$

U vaqtda (3) ga asosan o'tkazgich qarshiligining temperaturaga bog'lanishi quyidagicha bo'ladi

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T) = R_0[1 + \alpha(T - T_0)], \quad (5)$$

bunda, R_0 - o'tkazgichning $T_0 = 273 \text{ K}$ (0°C) temperaturadagi qarshiligidir. (4) va (5) formulalardagi $(1 + \alpha\Delta T) = [1 + \alpha(T - T_0)]$ ifodaga termik qarshilik binomi deb ataladi va o'tkazgich qarshiligining R_0 ga nisbatan necha marta o'zgarishini ko'rsatadi.

O'tkazgichlar uchun yana xarakterli bo'lgan parametrlar solishtirima qarshilik va qarshilikning teskari ifodasidan iborat bo'lgan solishtirma va elektr o'tkazuvchanlik (σ , G) dir

$$\sigma = \frac{1}{\rho}, \quad G = \frac{1}{R}. \quad (6)$$

4. To'liq zanjir uchun Om qonuni. Yopiq zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi manbaning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K.)ga to'g'ri, zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsionaldir

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12}}{R}, \quad (7)$$

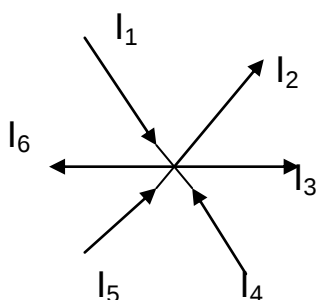
$$I = \frac{\varepsilon_{12}}{R} = \frac{\varepsilon_{12}}{R_{\text{e}} + r} . \quad (8)$$

Om qonunining differensial ifodasi

$$\rho_j = \sigma E = \frac{1}{\rho} E \quad (9)$$

5.Kirxgof qonunlari. Tarmoqlangan murakkab zanjirni Om qonuni asosida hisoblash juda qiyin bo'lib, uni Kirxgof qonunlari asosida osongina hisoblash mumkin.

a) Kirxgofning 1-qonuni. Zanjir tugunida uchrashgan toklarning algebraik yig'indisi nolga tengdir



1-rasm

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 . \quad (10)$$

Bunda tugunga kelayotgan toklar musbat deb olinsa, tugundan chiqib ketayotgani manfiy deb olinadi.

1-rasmda tasvirlangan tugun uchun (10) tenglama yozilsa

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0 \quad (10.a)$$

yoki, $I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3 + I_6 . \quad (10.b)$

(10.b) ga binoan Kirxgof 1-qonunini yana quyidagicha ta'riflash mumkin:

Tugunga keluvchi toklarning yig'indisi tugundan ketuvchi toklarning yig'indisiga tengdir.

b) Kirxgofning 2- qonuni: Tarmoqlangan murakkab zanjirning ixtiyoriy berk konturi qismlaridan o'tayotgan tok kuchlarining mos ravishda qarshiliklariga ko'paytmalarining yig'indisi, shu konturdagi E.Yu.K.larning algebraik yig'indisiga tengdir

$$\sum_i I_i R_i = \sum_k E_k \quad (11)$$

6. O'tkazgichlarni ulash:

a) O'tkazgichlarni ketma-ket ulash. Elektr zanjiriga o'tkazgichlar ulanganda tarmoqlanish sodir bo'lmasa, ular o'zaro ketma-ket ulangan bo'ladi.

Ketma-ket ulangan n-ta o'tkazgichlardan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir ulangan qarshiliklarning algebraik yig'indisiga tengdir

$$R_{n-ket} = R_1 + R_2 + R_3 + + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (12)$$

Agar ketma-ket ulangan barcha o'tkazgichlarning qarshiliklari o'zaro teng va R_0 bo'lsa, (12) quyidagiga teng bo'ladi

$$R_{n-ket} = \sum_{i=1}^n R_0 = nR_0 \quad (13)$$

Shunday qilib, qarshiliklari bir xil bo'lgan, ketma-ket ulangan n-ta o'tkazgichdan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir o'tkazgichning qarshiligidan n marta kattadir.

b) O'tkazgichlarni parallel ulash. O'tkazgichlarning birinchi va ikkinchi uchlari mos ravishda ulanib tarmoqlanish hosil bo'lsa, ular o'zaro parallel ulangan bo'ladi. Parallel ulangan m-ta o'tkazgichlardan tuzilgan batareya umumiy qarshiligining teskari ifodasi har bir o'tkazgich qarshiligi teskari ifodalarining algebraik yig'indisiga tengdir, ya'ni

$$\frac{1}{R_{nap}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + + \frac{1}{R_m} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_i} \quad (14)$$

Agar parallel ulangan o'tkazgichlar qarshiliklari o'zaro bir-biriga teng va R_0 bo'lsa, u holda (14) dan quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{1}{R_{nap}} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_0} = \frac{m}{R_0} \quad \text{yoki,} \quad R_{nap} = \frac{R_0}{m} \quad (14.a)$$

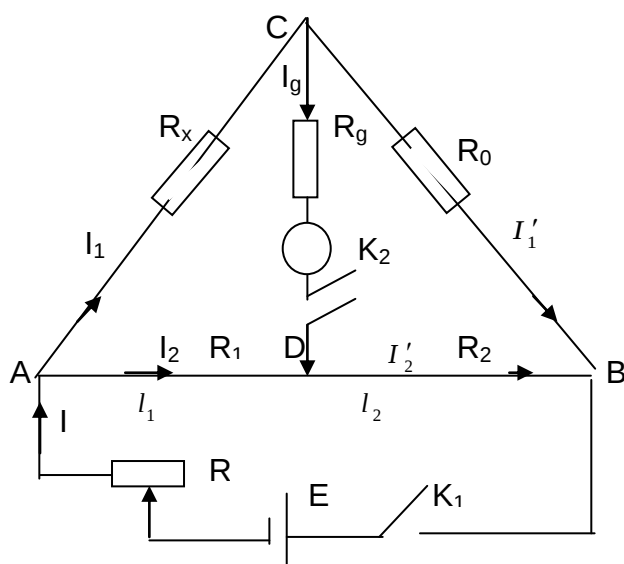
Shunday qilib, parallel ulangan qarshiliklari bir xil bo'lgan m ta o'tkazgichdan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir o'tkazgich qarshiligidan m marta kichikdir.

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Biror R_x qarshilikning qiymatini R_0 ma'lum qarshilikning qiymati bilan taqqoslab topishda qo'llaniladigan sxema Uitston ko'prigi deb ataladi. Uitston ko'prigining prinsipial sxemasi 2-rasmda tasvirlangan. Uitston ko'prigidagi E manbaga ulangan zanjirdan o'tuvchi I tok kuchi A tugunda tarmoqlanadi.

Zanjirning ACBA qismi ketma-ket ulangan R_x – noma'lum va R_0 – aniq ikkita qarshilik va tarang tortilgan AB simdan iboratdir. Bu

qarshiliklarning uchlari ulangan C nuqtaga o'lchov asbobi G-galvanometr ulanib, ikkinchi uchi esa D sirpanuvchi kontaktga ulangan. Bu kontakt AB sim bo'ylab siljiy oladi va shu tarzda AD va DB qismlarning R_1 hamda R_2 qarshiliklar yoki l_1 hamda l_2 uzunliklar nisbatini o'zgartira oladi. Bu holat



2- rasm

uchun tokning yo'nalishi 2-rasmda ko'rsatilgandek tanlab olinsa, Kirxgofning I-qonunini (10) ifodaga binoan quyidagi tenglamalar orqali yozish mumkin. A, C, D tugunlar uchun:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I = 0 \\ I_1' + I_g - I_1 = 0 \\ I_2' - I_g - I_2 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Sxemadagi ACDA, CBDC va ABEA berk

konturlarning har biri uchun Kirxgofning II-qonuni (11) ga binoan quyidagi tenglamalarni yozish mumkin:

$$\begin{cases} I_1 R_x + I_g R_g - I_2 R_1 = 0 \\ I_1' R_0 - I_2' R_2 - I_g R_g = 0 \\ I_2 R_1 + I_2' R_2 + IR = 0 \end{cases} \quad (16)$$

Galvanometrdan o'tuvchi tok nolga ($I_g = 0$) teng bo'lganda (15) va (16) tenglamalar quyidagi ko'rinishga keladi

$$\begin{cases} I_1 R_x = I_2 R_1 \\ I_1 R_0 = I_2 R_2 \end{cases} \quad (17)$$

bundan,

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}. \quad (18)$$

Bu yerda bir jinsli AB sim qismlar qarshiliklarining nisbati, uzunliklari nisbati kabidir, ya'ni:

$$R_x = R_0 \frac{l_1}{l_2}, \quad \text{va} \quad R_x = R_0 \frac{l_1}{l - l_1}. \quad (19)$$

(19) formulada yelkalar nisbati $\frac{l_1}{l_2}$ birga yaqin bo'lganda R_x -ning o'lchash aniqligi katta bo'ladi. Shuning uchun ham Uitston ko'prigidan R_x no'malum qarshilikni o'lchashda R_0 ma'lum qarshilik noma'lum qarshilikdan ko'p farq qismasligi maqsadga muvofiqdir.

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. O'lchashning aniqligi maksimal bo'lishi uchun, ulash simlarining kontaktlari toza va sirpangich D ning reoxord bilan kontakti ham yaxshi bo'lishi kerak.
2. Uitston ko'prigida ulash simlarining qarshiligiga yaqin bo'lgan, ya'ni 1 Om dan kichik qarshiliklarni o'lchash tavsiya qilinmaydi.
3. Ishning yig'ilgan sxemasi tekshirtirilgandan keyin, zanjirda hosil bo'ladigan ekstra toklar galvanometrni ishdan chiqarmasligi uchun, oldin K_1 kalit orqali tok manbai ulanib, keyin K_2 kalit orqali galvanometr ulanadi. (Kalitlarni uzish teskari tartibda bajariladi).
4. Uitston ko'prigidagi galvanometrning ko'rsatishini chegaralash uchun, unga 10^3 - 10^4 Om qarshiliklar ketma-ket ulanadi. Uitston ko'prigidagi R_x no'malum qarshilikni o'lchashda, ko'prikdagi qarshiliklar magazinidan R_0 ma'lum qarshilikni shunday tanlab olinadiki, D qo'zg'aluvchi kontakt reoxordning o'rtasiga yaqin joyda bo'lganda galvanometr nolni ko'rsatsin.
5. Reoxordning l_1 va l_2 yelkalarining uzunliklari AB sim bo'ylab joylashtirilgan hisob chizig'i yordamida topiladi va (19) formula asosida izlanayotgan R_x qarshilik hisoblanadi. Berilgan har bir o'tkazgich uchun o'lchashlar 3-4 marta takrorlanib, har bir o'tkazgichning o'rtacha qarshiligi hisoblanadi.
6. O'lchash va hisoblash natijalari 1-jadvalga yoziladi.

1- jadval

Qarshi-liklar	O'lchash-lar	R_0 , Om	l_1	l_2	R_x , Om	$\langle R_x \rangle$, Om
	1					

R'_x	2					
	3					
R''_x	1					
	2					
	3					

7. Berilgan o'tkazgichlardan ikkitadan o'zaro ketma-ket va parallel ulangandagi qarshiligi yana Uitston ko'prigidan o'lchanadi va (19) formula asosida hisoblanadi.
8. 1-hisoblash jadvalidagi aniqlangan har bir o'tkazgichlarning o'rtacha qarshiliklari R', R'', R''' larni haqiqiy qiymatlar deb, ularga asosan ketma-ket va parallel ulangan o'tkazgichlarning qarshiliklari quyidagi formulalar asosida nazariy hisoblanadi:

$$R_{k-k}^{naz} = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{va} \quad \frac{1}{R_{par}^{naz}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

9. O'zaro ketma-ket va parallel ulangan o'tkazgichlarining R^{taj} – tajribada aniqlangan va R^{naz} – nazariy hisoblangan qarshiliklari asosida, o'lchashning nazariyaga nisbatan nisbiy xatoligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\delta = \frac{|R^{taj} - R^{naz}|}{R^{naz}} 100 \% .$$

7, 8, 9 – bandlarda o'lchangan va hisoblangan natijalar 2-jadvalga yoziladi.

2- jadval

Ulash	R_0, Om	l_1	l_2	R_x^{taj}, Om	R_x^{naz}, Om	$\delta, \%$
Ketma-ket						
Paral-Lel						

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tok va tokning kuchi deb nimaga aytiladi?

2. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni ta'riflansin va matematik ifodasi yozilsin.
3. Qarshilik va solishtirma qarshilik nima? Ular qanday birliklarda o'lchanadi?
4. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashni tushuntirib bering.
5. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlarini ta'riflang. Matematik ifodasini yozing.
6. Qarshilik Uistston ko'prigida qanday o'lchanadi?

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", II tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi , 2-qism, Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989
6. Kalashnikov S.G.. Elektr. Toshkent, "O'qituvchi", 1979.

7 - laboratoriya ishi

AMPER KUCHINI VA MAGNIT MAYDON INDUKSIYASINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Taqasimon magnitlar, < Arg'umchoq> simon osilgan o'tkazgich, tok manbai, chizg'ich va ulash simlari.

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba;

- Amper qonunini bilishi;
- Amper qonunini qo'llab doimiy magnitning magnit maydon induktsiyasini aniqlay olishi zarur.

Topshiriq

1. Laboratoriya qurilmasining tuzilishi bilan tanishish.

2. Tajriba natijalaridan Amper kuchining qiymatini toping.
3. Magnit maydon induksiyasining modulini hisoblang.

Asosiy nazariy ma'lumotlar

Magnit maydoni deb, harakatlanuvchi zaryadlar, tokli o'tkazgich va doimiy magnitlar atrofida hosil bo'ladigan maydonga aytiladi. Demak, magnit maydonini faqat harakatlanuvchi zaryadga, tokli o'tkazgichga va doimiy magnitlarga ta'sir orqaligina aniqlash mumkin.

Magnit maydoniga joylashtirilgan to'g'ri tokli o'tkazgichga F_A – Amper kuchi ta'sir etadi. Amper qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Magnit maydoniga kiritilgan (dl) elementar uzunlikdagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi elementar kuch (dF_A) o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchiga, o'tkazgichning uzunligi (dl) bilan magnit maydon induksiyasi (B) ning vektor ko'paytmasiga to'g'ri proporsional

$$dF_A = I \cdot [dl \cdot B] \quad \text{yoki} \quad dF_A = I \cdot B \cdot dl \cdot \sin(\angle dl, B), \quad (1)$$

bu yerda, dl vektorning yo'nalishi tok yo'nalishi bilan bir xil (1-rasm).

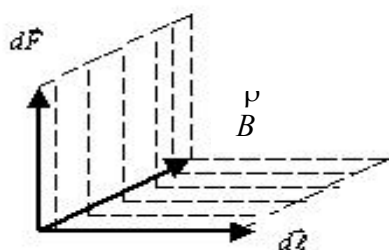
Chekli uzunlikdagi tokli o'tkazgichga magnit maydoni tomonidan ta'sir etuvchi Amper kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_A = \int_0^l (IB \sin \alpha) \cdot dl, \quad (2)$$

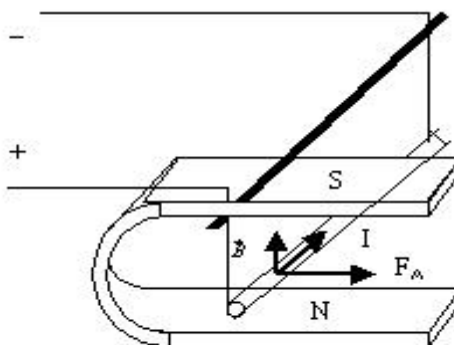
bunda integrallash o'tkazgichning butun uzunligi bo'yicha olinadi. Bir jinsli magnit maydoni ($B = \text{const}$) va doimiy tok ($I = \text{const}$) bo'lgan hol uchun esa,

$$F = IB l \sin \alpha,$$

bu yerda α burchak - dl va B vektorlar orasidagi burchak.



1-rasm



2-rasm

Agar $d\vec{l} \perp \vec{B}$ bo'lsa, $d\vec{F}_A$ kuchning yo'nalishi chap qo'l qoidasi bilan topiladi.

Agar chap qo'lning kaftiga magnit induksiya vektori tik kirs, to'rt barmoq yo'nalishi elektr tokining yo'nalishi bo'yicha joylashtirilsa, bu holda 90° ga ochilgan bosh barmoq, magnit maydoniga kiritilgan tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi Amper kuchi yo'nalishini ko'rsatadi.

Bu holda $\sin 90^\circ = 1$, va Amper kuchi maksimal bo'ladi (2-rasm).

Amper qonuni magnit maydonning kuch xarakteristikasi bo'lgan ($\vec{B}$) ni ta'riflash imkonini yaratadi. Magnit maydon induksiyasi deb, bir birlik tok elementi (Idl) ga ta'sir etuvchi Amper kuchining maksimal qiymatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalikka aytiladi

$$B = \frac{dF_{\max}}{Idl}$$

Bunga ko'ra magnit maydon induksiyasining o'lchov birligi - tesla (Tl) ning ta'rifini berish mumkin. 1 Tl - bir jinsli magnit maydonining shunday induksiyasiki, bunda maydon yo'nalishiga perpendikular joylashtirilgan o'tkazgichdan 1A tok o'tganda, o'tkazgichning har bir metriga 1 N kuch ta'sir etadi, ya'ni

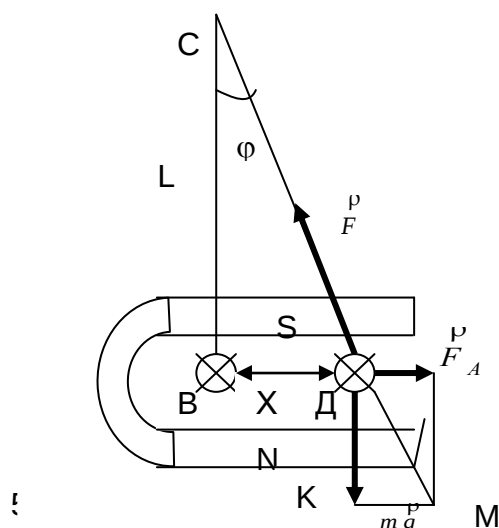
$$Tl = 1 \frac{N}{A \cdot m}.$$

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Laboratoriya ishini o'tkazish uchun Amper kuchini "arg'imchoq" yordamida kuzatish usulidan foydalaniladi. "Arg'imchoq" qalin mis simdan iborat bo'lib, uning ikki uchiga emal himoya qoplamali ingichka

ikkita ip kavsharlangan. "Arg'imchoq" shtativga mahkamlangan izolatsiya-lovchi sterjenga osilgan. "Arg'imchoq"ning mis simi taqasimon magnit qutblari orasiga joylashtirilgan.

Tok o'tkazilganda mis sim Amper kuchi ta'sirida ma'lum (x) masofaga siljiydi (3-rasm). Muvoza-



3 - rasm

nat holatida o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchlar kompensatsiyalangan bo'lib, natijaviy kuch nolga teng

$$m \overset{\rho}{g} + \overset{\rho}{F}_A + \overset{\rho}{F} = 0$$

bunda: $m \overset{\rho}{g}$ – mis o'tkazgichga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi, $\overset{\rho}{F}_A$ – Amper kuchi, $\overset{\rho}{F}$ – "arg'imchoq"ning taranglik kuchi.

3-rasmdan KDM va BCD uchburchaklar o'xshashligidan α - kichik burchaklar uchun quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\frac{F_A}{x} = \frac{mg}{L}, \text{ bundan } F_A = \frac{mgx}{L}$$

Amper kuchini o'lchab, magnit maydon induksiyasini quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$B = \frac{F_A}{I \cdot l}$$

bunda I – mis o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi; l – magnit ichidagi o'tkazgich uzunligi.

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Osma "arg'imchoq"ning uzunligi – L va magnit maydon ichidagi mis o'tkazgich uzunligi l (uni magnitning kengligiga teng deb olinadi) o'lchanadi.
2. Doimiy tok manbai ulanadi. Ulashdan oldin manba ko'rsatkichi nolga keltirib olinadi. Tok kuchining qiymati qo'yilib, magnit maydonidagi "arg'imchoqqa" osilgan mis o'tkazgichning boshlang'ich holatidan qanchaga og'gani (x) chizg'ich yordamida aniqlanadi.
3. $F_A = \frac{mgx}{L}$ formula orqali Amper kuchi hisoblanadi, m - o'tkazgich massasi (qurilmada ko'rsatilgan bo'ladi).
4. $B = \frac{F_A}{I \cdot l}$ formula bo'yicha magnit maydon induksiyasi hisoblanadi, bunda I – zanjirdagi tok kuchi bo'lib, u ampermetr bo'yicha aniqlanadi.
5. 1-4 bandlar tok kuchining boshqa qiymatlari uchun ham takrorlanadi (bunda tok kuchi 2A dan oshmasligi kerak).

6. Ikkita bir xil magnitni birlashtirish orqali magnit maydon ichidagi o'tkazgich uzunligini ikki marta oshirib, tajribaning takrorlash mumkin.
7. Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

T/r №	O'tkaz- gich uzun- ligi, l (m)	x (m)	Tok kuchi, I (A)	Amper kuchi F_A (N)	Magnit maydon induksiyasi			O'lchash xatoligi, $\varepsilon = \frac{\langle \Delta B \rangle}{\langle B \rangle} \cdot 100 \%$
					B (T)	$\langle B \rangle$	$\langle \Delta B \rangle$	
1								
2								
3								
4								
5								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Nimalar magnit maydon manbalari bo'lishi mumkin? Ushbu ishda magnit maydoni nima orqali hosil qilinadi?
2. Amper kuchini vektor va skalyar ifodalarini yozing va Amper qonunini ta'riflang. Amper kuchining yo'nalishi qanday aniqlanadi.
3. Magnit maydon induksiyasini va SI tizimida magnit maydon induksiyasi birligini ta'riflang.
4. Parallel toklar uchun Amper formulasini yozing va tok kuchi birligi (amper)ning ta'rifini ayting.
5. O'lchash va hisoblashlarni o'tkazish tartibini tushuntirib bering.

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", II tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi ,2- qism, Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.

5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989
6. Kalashnikov S.G.. Elektr. Toshkent, "O'qituvchi", 1979.

8- laboratoriya ishi

TANGENS-BUSSOL YORDAMIDA YER MAGNIT MAYDON KUCHLANISHINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: Tangens-Bussol, aylana shaklidagi tokli g'altak, doimiy tok manbai, kalit, ampermetr, reostat

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- Magnit maydon tavsiflari B va H ta'riflari va ular orasidagi bog'lanish; Yer magnitizmi haqida tasavvurga ega bo'lishi kerak.
- Turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon induksiyasini hisoblash uchun Bio-Savar-Laplas qonunini qo'llashni bilishi kerak.

Topshiriq

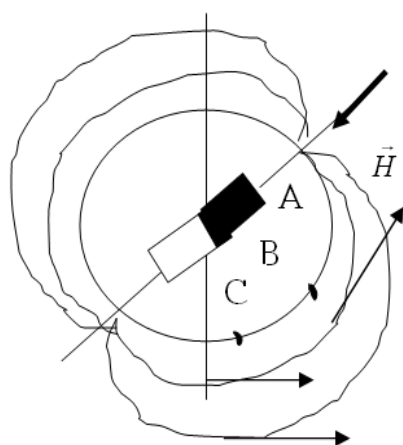
1. Tangens-Bussol yordamida yer magnit maydon kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisini o'lchash.
2. O'lchash xatoliklarini hisoblash

Asosiy nazariy ma'lumotlar

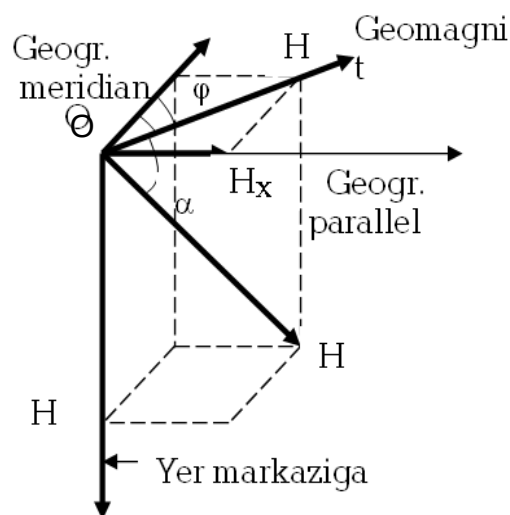
Yer magnetizmi, geomagnetizm – Yerning xususiyatlaridan biri, Yer shari atrofidagi magnit maydoniga bog'liqdir. Yerning magnit qutblari geografik qutblariga mos kelmaydi va vaqt o'tishi bilan o'z o'rnini o'zgartirib turadi. Yerning janubiy magnit qutbi shimoliy geografik qutbi yaqinida shimoliy magnit qutbi esa janubiy geografik qutbi yaqinida joylashgandir (1-rasm). Yer magnit maydonini taxminan Yer markazidan bir necha yuz kilometr janubda joylashgan magnit momenti $P_m = -8,1 \cdot 10^{22} \frac{J}{Tl}$ ga teng bo'lgan magnit dipoli hosil qilgan maydon deb qarash mumkin.

Yer magnit maydoni kuchlanganligi uncha katta bo'lmasa ham u juda keng tarqalganligi sababli uning energiyasi juda kattadir. Yerning magnit induksiya oqimiga teng bo'lgan magnit induksiya oqimi hosil

qilishlik uchun, Yer ekvatoriga o'ralgan simdan 660 mln amper kattalikdagi tokni o'tkazishi kerak bo'lar edi.



1-rasm



2-rasm

Yer magnit maydonini kompasning magnit strelkasi yordamida osongina tekshirish mumkin. Agar magnit strelkasi og'irlik markazidan yengil ipga osib qo'yilsa, u Yer magnit maydon kuch chiziqlari, ya'ni maydon kuchlanganligi vektori $\vec{H}^p$ bo'ylab oreintatsiyalanadi. Xususiyl hollarda, Yerning magnit maydon kuchlanganligi ekvatorida gorizontall yo'nalgan bo'lib 0,34 erstedga va qutbda esa vertikal yo'nalgan bo'lib 0,66 erstedga tengdir.

$\vec{H}^p$ vektorning miqdori Yer magnetizmining elementlari, ya'ni magnit og'ish burchagi (φ), gorizontall tashkil etuvchisi (H_x^p), enkayish burchagi (α) va vertikal tashkil etuvchisi H_z^p bilan ifodalanadi.

Yer magnetizmi elementlari to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida quyidagicha joylashgan (2-rasm): y -geografik meridian, x -geografik kenglik va z -vertikal chiziq bo'ylab yo'nalgan koordinatal o'qlari. Yer magnit maydon kuchlanganligi $\vec{H}^p$ ning x , y , z - o'qlariga bo'lgan proyeksiyalari H_x^p , H_y^p , H_z^p - larga Yer magnit maydonining shimoliy, sharqiy va vertikal tashkil etuvchilari deb ataladi.

Yer magnit maydon kuchlanganligi $\vec{H}^p$ vektorning gorizontall tekislikdagi proyeksiya H_0^p ga Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontall tashkil etuvchisi deyiladi.

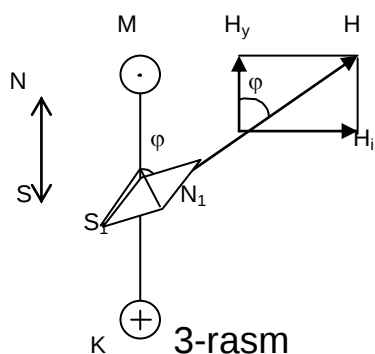
$\vec{H}^p$ vektor joylashgan H_0OZ tekislikka magnit meridian tekisligi deyiladi. Magnit meridian tekisligi H_0OZ bilan YOZ tekisligi orasidagi burchak φ ga magnit maydonning og'ish burchagi deyiladi va Yer magnit maydon kuchlanganligi $\vec{H}^p$ vektor bilan gorizontal tashkil etuvchisi $\vec{H}_0^p$ orasidagi burchak α ga esa enkayish burchagi deyiladi.

Yer magnetizmini xarakterlovchi kattaliklar, ya'ni elementlar kompas, magnit teodometr, turli magnetometrlar, magnit tarozilar, magnit variometrlar va boshqalar yordamida o'lchanadi. Bundan tashqari, dengizda, havoda o'lchash uchun kema, samolyot va vertolyotlarga maxsus asboblari o'rnatiladi.

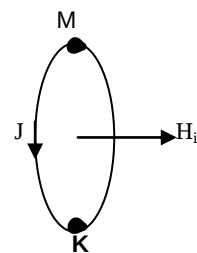
Yerning magnit maydoni doimiy va o'zgaruvchan magnit maydonlardan tashkil topgandir. Doimiy magnit maydoni Yer yuzining hamma joyida mavjud bo'lib, juda sekin, "asriy" ravishda o'zgaradi. U Yer magnit maydonining 99% ni tashkil qiladi. Yer doimiy magnit maydonning mavjud bo'lishiga sabab Yer ichki qatlamlarida kechadigan turli jarayonlar sabab bo'ladi. O'zgaruvchan magnit maydon Yer magnit maydonining 1% ni tashkil etadi va Yer atmosferasining yuqori qatlamlarida hosil bo'lgan elektr toklaridan vujudga keladi. Shu bilan birga, Yer magnit maydonining tasodifiy o'zgarishlari ham mavjuddir. Yer magnit maydonining tasodifiy o'zgarishlari Quyoshda sodir bo'ladigan chaqnash hodisalariga ham bog'liq, ular magnit bo'ronlariga sabab bo'ladi, radiolokatorni buzadi.

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Tangens-galvanometr (tangens-bussol) (n) ta vertikal sim o'ramidan iborat (r) radiusli g'altakdan va g'altak markaziga gorizontal tekislikda joylashtirilgan kompasdan tashkil topgan. G'altakda tok bo'lmaganda magnit strelkasi Yerning (N-S) magnit meridiani bo'ylab joylashadi.



3-rasm



4-rasm

G'altakni vertikal o'q atrofida aylantirib g'altak tekisligini magnit meridian tekisligi bilan ustma-ust tushishga erishish mumkin (3-rasm).

Bunday holatda g'altak orqali tok o'tkazilsa, magnit strelkasi qandaydir (φ) burchakka buriladi. Bu holat magnit strelkasiga 2 ta maydon ta'siri orqali tushuntiriladi: Yerning magnit maydoni (gorizontal tashkil etuvchisi) H_0 va tok hosil qilgan maydon H_i . Superpozitsiya prinsipiga ko'ra, magnit strelkasiga ta'sir etuvchi natijaviy magnit maydon kuchlanganligi H , H_0 , H_i , vektorlarning geometrik yig'indisiga teng:

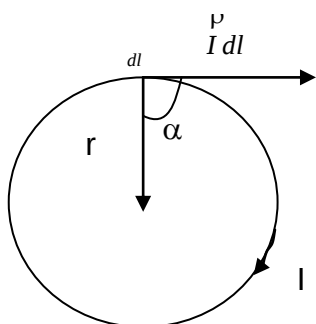
$$\vec{H} = \vec{H}_0 + \vec{H}_i$$

Bitta asosga o'ralgan (n) ta o'ramdan iborat aylanma o'tkazgichning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi

$$H_i = \frac{In}{2r}, \quad (1)$$

bunda I – o'ramdagi tok kuchi, r – g'altak radiusi, n – o'ramlar soni.

(1) ifodani ($I d\lambda$) tok elementi uchun Bio-Savar-Laplas qonunidan osongina olish mumkin



5-rasm

$$dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I [d\lambda, r]}{r^3} \quad \text{yoki} \quad dH = \frac{1}{4\pi} \frac{I d\lambda \sin \alpha}{r^2}$$

Aylanma tok elementi (dl) uchun $\alpha = \frac{\pi}{2}$,

$\sin \alpha = 1$ (5-rasm).

Superpozitsiya qonuniga binoan

$$H = \int dH = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \int_0^{2\pi} d\lambda = \frac{I}{2r}$$

n ta o'ram uchun esa,

$$H_i = \frac{In}{2r}.$$

Aylanma tok kuchlanganligi H_i o'ram tekisligiga perpendikular bo'lgan tekislikda yotadi (4-rasm). Chunki aylanma tokli o'ramning tekisligi bilan mos tushadi, u holda H_i vektor H_0 vektorga perpendikular

$$\text{3-rasmdan ko'rinadiki, } \operatorname{tg} \varphi = \frac{H_i}{H_0} \text{ va } H_0 = \frac{H_i}{\operatorname{tg} \varphi}. \quad (2)$$

Shunday qilib, (1) va (2) ifodalardan Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisini hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz:

$$H_0 = \frac{In}{2r \operatorname{tg} \varphi} = \frac{In}{2r} \operatorname{ctg} \varphi \quad (\text{A/m})$$

H_0 ni tangens-bussol g'altagidagi tokning 3-5 ta qiymatida o'lchab,

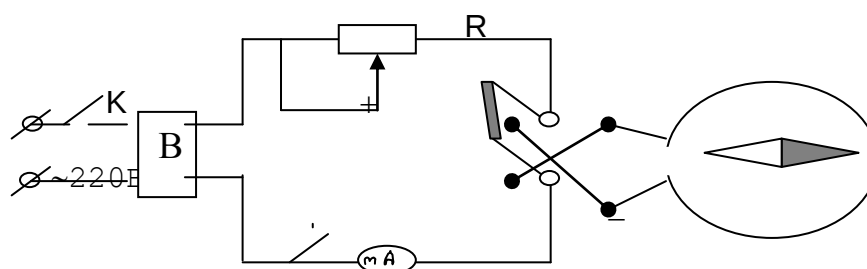
$H_{o'r} = \frac{\sum H_{0i}}{n}$ o'rtacha qiymat va og'ishning o'rtacha qiymati topiladi:

$$\Delta H_{o'r} = \frac{\sum \Delta H_{0i}}{n} \quad \text{bu yerda,} \quad \Delta H_{0i} = |H_{o'r} - H_{0i}|$$

Strelka uchlarining o'ram markazi bilan aniq mos tushmasligi sababli shimoliy (φ_N) va janubiy (φ_S) uchlari bo'yicha hisoblashlar olish kerak. Xatoliklarni kamaytirish uchun har bir tok qiymati uchun og'ish burchagi (φ' va φ'') tokning turli yo'nalishlari uchun ikki martadan o'lchanadi va hisoblanadi

$$\varphi_i = \frac{\varphi'_{iN} + \varphi'_{iS} + \varphi''_{iN} + \varphi''_{iS}}{4}.$$

Qurilmaning elektr sxemasi 6-rasmda berilgan.



6-rasm

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Tangens-galvanometrni shunday o'rnatiladiki, o'ram tekisligi magnit meridiani bilan mos tushsin.
2. K (K') kalit va Π – o'tkazuvchilar ulanib, tok manbai yoqiladi. O'zgaruvchi rezistor (R) yordamida magnit strelkasini 30° - 50° gacha og'diruvchi tok kuchi beriladi. I_i – ampermetr ko'rsatishi va (φ'_{iN} va φ''_{iS}) burchaklarning qiymatlari berilgan tok uchun jadvalga yoziladi.
3. Almashtirgich (Π) yordamida tok yo'nalishi o'zgartirilib I_i'' ba φ''_{iN} ba φ''_{iS} qiymatlari yoziladi.
4. Tajriba tokning 3 ta turli xil qiymatlarida takrorlanadi.
5. $H_{0o'r}$, $\Delta H_{0o'r}$ larning qiymatlari hisoblab topiladi

$$H_0 = H_{0o'r} \pm \Delta H_{0o'r} \quad , \quad \delta = \frac{\Delta H_{0o'r}}{H_{0o'r}} \cdot 100 \% .$$

№	I_i^I	I_i^{II}	$I_i (A)$	φ_{iN}^I	φ_{iS}^I	φ_{iN}^{II}	φ_{iS}^{II}	φ_i	H_{0i}	$H_{0o'r}$	ΔH_{0i}	$\Delta H_{0o'r}$	δ
1													
2													
...													

NAZORAT SAVOLLARI

1. Magnit induksiya vektori deb nimaga aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
2. $\vec{B}$ vektorning yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3. Magnit maydon kuchlangani va induksiyasi qanday bog'langan?
4. Magnit maydoni grafigi qanday tavsiflanadi. Elektr va magnit maydonlarining tasviri qanday ifodalanadi.
5. Magnit maydoni superpozitsiya prinsipi qayerda qo'llaniladi.
6. Bio-Savar-Laplas qonuni formulasini (vektor va skalyar) ko'rinishlarini yozing. Bu qonunning grafigi talqinini bering.
7. Bio-Savar-Laplas qonunini aylanma tok magnit maydonini hisoblashga tatbiqi.

8. Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizonta! tashkil etuvchisini topish usulini tushuntiring va hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", II tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi ,2- qism, Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989
6. Kalashnikov S.G.. Elektr. Toshkent, "O'qituvchi", 1979.

9- laboratoriya ishi

SOLENOID O'QIDAGI MAGNIT MAYDONINI O'RGANISH

Kerakli asboblari: Solenoid, flyuksmetr (galvanometrqa ulangan N ta o'ramdan tashkil topgan sinov galtagi), tok manbai, milliampermetr, ulash simlari.

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- elektromagnit induksiyasi hodisalarini va magnit maydonning asosiy fizikaviy kattaliklarini ta'riflay bilishi kerak;
- Bio-Savar-Laplas qonunini turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon kuchlanganligini hisoblashda qo'llashni o'rganishi zarur;
- flyuksmetr yordamida solenoidning magnit maydonini o'rganishda elektromagnit induksiyasi hodisasining ahamiyatini tushuntirib berishi kerak.

Topshiriq

1. Flyuksmetr yordamida magnit maydon induksiyasini o'lchash usulini o'rganish;
2. Olingan natijalar asosida ballistik galvanometr ko'rsatkichlari η ning solenoid o'qidagi ixtiyoriy nuqtaning x koordinata bilan bog'lanish grafigi $\eta = f(x)$, yoki $B = f(x)$ ni chizish.
3. Olingan natijalarni tahlil qilish.

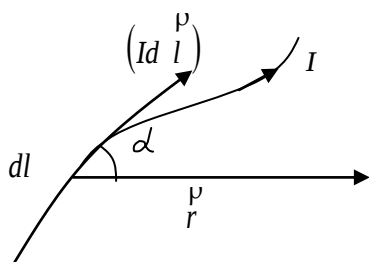
Asosiy nazariy ma'lumotlar

Toklarning magnit maydonini hisoblash asosida tok elementi (Idl), maydonning superpozitsiya prinsipi va Bio-Savar-Laplas qonunlari yotadi

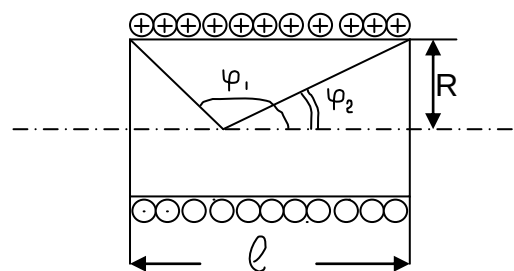
$$dB^p = \frac{\mu_0 I [dl^p, r^p]}{4\pi r^3}, \quad \text{yoki} \quad dB = \frac{\mu_0 Idl \sin \alpha}{4\pi r^2},$$

bu yerda, r^p -dl tokli o'tkazgichdan magnit maydon induksiyasi hisoblanayotgan maydondagi A nuqttagacha bo'lgan radius-vektor (1-rasm).

I –tok kuchi, dl^p -tok o'tayotgan tomonga yo'nalgan elementar o'tkazgich uzunligi, (Idl) - vektor kattalik elementar tok, r^p - elementar tokdan magnit induksiyasi aniqlanayotgan nuqttagacha yo'nalgan radius-vektor, α - (Idl) va r^p vektorlar orasidagi burchak.



1-rasm



2-rasm

Bio-Savar-Laplas

formulasini va superpozitsiya prinsipini qo'llash natijasida solenoid o'qidagi magnit maydon induksiyasini aniqlash mumkin

$$B = \frac{\mu_0 In}{2} (\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1),$$

bunda I -tok kuchi, n -solenoidning bir birlik uzunligiga to'g'ri keluvchi o'ramlar soni, φ_1 va φ_2 - magnit maydon induksiyasi o'lchanayotgan nuqtadan solenoidning chetki o'ramlariga o'tkazilgan radius-vektorlar orasidagi burchaklar (2-rasm). Solenoid markazida esa,

$$\cos \varphi_2 = \frac{2l}{\sqrt{l^2 + 4R^2}}, \quad \cos \varphi_1 = -\cos \varphi_2$$

Bundan

$$B = \frac{\mu_0 I n l}{\sqrt{l^2 + 4 R^2}} = \frac{\mu_0 I n}{\sqrt{1 + \frac{4 R^2}{l^2}}}$$

Agar solenoidning uzunligi uning o'ramlari diametridan ancha katta bo'lsa $l \gg 2R$, u holda, solenoiddan tashqarida hosil bo'lgan magnit maydon induksiyasi nolga teng bo'ladi, maydon solenoid ichida bir jinsli bo'lib, quyidagiga teng

$$B = \mu_0 \frac{IN}{l} = \mu_0 I n ,$$

bu yerda I - solenoid o'ramlaridan o'tuvchi tok kuchi, l - cheksiz uzun solenoidning bir qismi uzunligi, N - l uzunlikdagi o'ramlar soni, $n = \frac{N}{l}$ - bir birlik uzunlikka mos keluvchi o'ramlar soni.

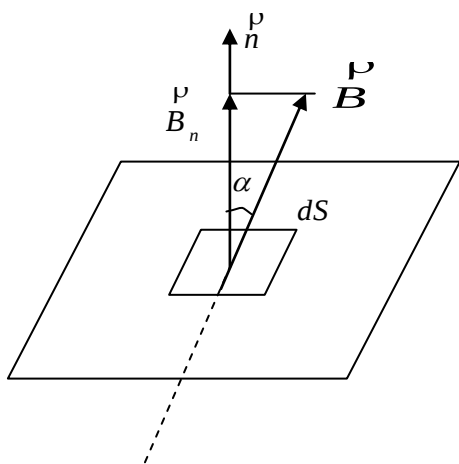
Ixtiyoriy S - yuzadan o'tuvchi magnit oqimi deb, quyidagi fizik kattalikka aytiladi

$$\Phi = \int_S B_n dS , \quad \text{yoki} \quad \Phi = \int_S (B_n^p dS^p)$$

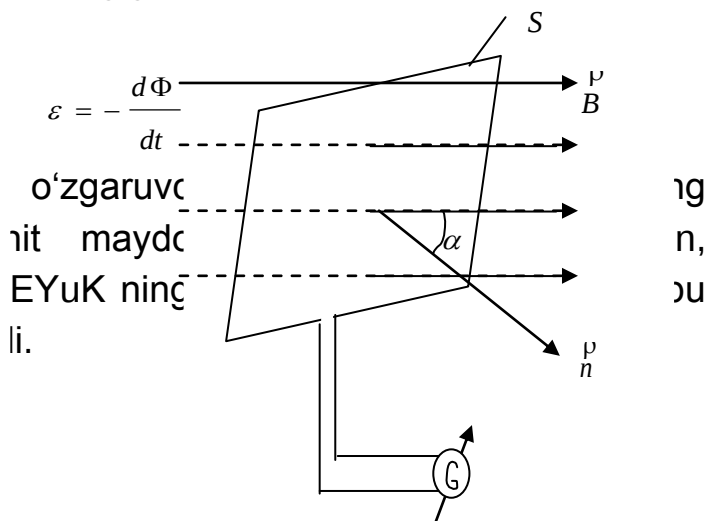
bunda $B_n = B \cos \alpha$ - B vektorining dS birlik yuzaga tushirilgan n normalga proyeksiyasi. (3-rasm). Bir jinsli magnit maydonda oqim $\Phi = BS \cos \alpha$ ga teng.

Yopiq o'tkazuvchi konturidagi magnit oqimining o'zgarishi, konturda induksion tokni hosil qiladi, bu hodisa elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi.

Faradey qonuniga ko'ra, yopiq konturda hosil bo'lgan induksion EYuK, shu kontur bilan chegaralangan yuza orqali o'tayotgan magnit oqimining tezligiga miqdor jihatdan teng va'nalishi



3- rasm



4- rasm

O'zinduksiya EYuK quyidagiga teng

$$\varepsilon_S = -L \frac{dI}{dt}, \quad \Phi = LI,$$

bunda, L - o'tkazgichning induktivligi bo'lib, Φ va I orasidagi proporsionallik koeffitsiyenti, u faqat konturning geometrik shakli, o'lchami va muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq.

Induktivlikning o'lchov birligi genri (Gn)

$$1Gn = 1 \frac{V \cdot s}{A}.$$

Cheksiz uzun solenoidning induktivligi

$$L = \mu\mu_0 n^2 V,$$

bu yerda, V -solenoid hajmi, $V = Sl$, $n = \frac{N}{l}$.

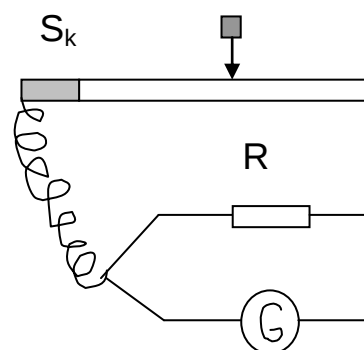
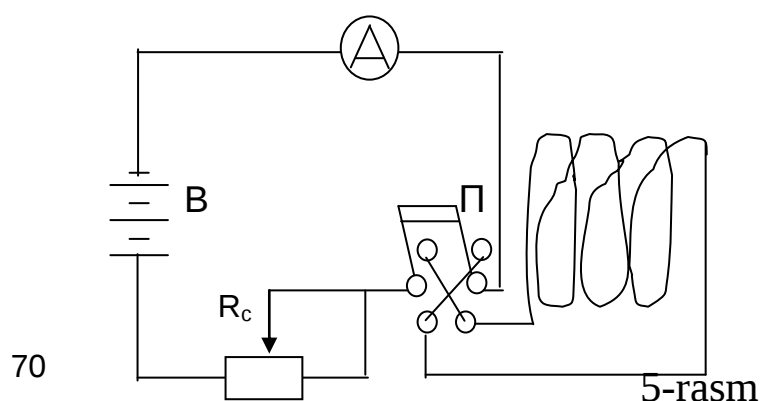
Konturning induktivligi undan o'tayotgan tokning o'zgarishiga nisbatan olingan elektr "inersiya"si hisoblanadi: ya'ni, tok kuchi asta sekin ortadi yoki kamayadi.

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Magnit maydonni o'lchash usullaridan biri elektromagnit induksiyasi hodisasiga asoslangan.

N ta o'ramlardan tashkil topgan g'altakni galvanometr bilan ulab, o'rganilayotgan magnit maydonga joylashtirilgan (4-rasm).

Flyuksmetr deb, elektromagnit induksiya qonuniga binoan induksiyalangan zaryadni o'lchab, magnit oqimini aniqlashga imkon beradigan qurilmaga aytiladi. Flyuksmetrning asosiy gismi galvanometrga ulangan N ta o'ramdan tashkil topgan sinov galtigidan iborat (4-rasm). Galvanometr strelkasining og'ishi $\Delta\Phi$ magnit



oqimining o'zgarishiga proporsional va oqimni hamda magnit maydon induksiyasi B ni o'lchash mumkin.

Galvanometr zanjiridan o'tuvchi induksion tok tashuvchi zaryadni aniqlash mumkin. Elektromagnit induksiya qonuniga asosan

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt},$$

Om qonuniga asosan galvanometr zanjirida induksiyalangan tok kuchi

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R},$$

bu yerda R -galvanometr zanjiridagi umumiy qarshilik. Tok kuchi ifodasiga ko'ra

$$I = \frac{dq}{dt}.$$

Bundan ,

$$\begin{aligned} dq &= Idt = \frac{\varepsilon}{R} dt = - \frac{d\Phi}{R}, \\ q &= - \frac{1}{R} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = - \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{R} = - \frac{\Delta\Phi}{R}. \end{aligned} \quad (1)$$

Odatda, magnit oqimini o'zgartirish uchun quyidagi usullarining biridan foydalaniladi:

- a) magnit maydonda sinov g'altagi 90° yoki 180° ga buriladi;
- b) g'altak, o'lchanayotgan maydon sohasidan, nolinchi maydon sohasiga chiqariladi, yani galtak magnit maydonida harakatlantiriladi;
- v) g'altak tinch holatda qoldirilib, o'lchanayotgan magnit maydoni o'zgartiriladi .

Ushbu laboratoriya ishida (5-rasm) ko'ndalang kesim yuzasi S va o'ramlar soni N bo'lgan sinov g'altagi, induksiya chiziqlariga perpendikular holda joylashtirilgan, magnit maydonni o'chirib- ulanadi. Solenoiddagi tok kuchi (B) tok manbai orqali hosil qilinadi. Solenoid zanjiriga (A) ampermetr ulangan.

Sinov g'altagining solenoid ichkarisida joylashishi (x) masshtabli chizg'ich orqali aniqlanadi.

Bu ishda harakatlanuvchi tizimli yuqori inersiya momentiga ega bo'lgan ballistik galvanometr ishlatiladi.

Galvanometr ramkasining ballistik og'ishi unda tok bo'lmaganda sodir bo'ladi, uning impulsini o'lchanayotgan zaryad tashib o'tadi. Tok impulsining davomiyligi sekundning yuzdan yoki mingdan bir qismini tashkil etadi.

Ballistik galvanometr nazariyasiga ko'ra uning zanjiridan oqib o'tuvchi zaryad miqdori, galvanometr qo'zg'almas tizimining birinchi og'ishidagi bo'limlar soniga proporsional (ballistik og'ish).

$$q = b \eta , \quad (2)$$

b – galvanometrning ballistik doimiysi.

Magnit maydon induksiyasi kattaligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$B = \frac{\Delta \Phi}{NS}$$

(1) va (2)ni hisobga olgan holda,

$$B = \frac{Rq}{NS} = \frac{Rb}{NS} \eta \quad (3)$$

ifodani olamiz. Ya'ni B induksiya kattaligi galvanometrning ballistik og'ishiga proporsional.

Ushbu ishdan maqsad $B(x)$ orasidagi bog'lanish grafigini olish. (3) formuladan, B galvanometrning birinchi ballistik og'ishi η ga proporsional bo'lgani uchun, $\eta(x)$ bog'lanish grafigini chizish mumkin.

Ishni bajarish tartibi va o'lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko'rsatmalar

1. Galvanometrning yorituvchi qurilmasi ulanadi va ko'rsatishi "nol" holatga keltiriladi.
2. Sinash g'altagini solenoid markaziga joylashtiriladi va Π -pereklyuchatel yordamida solenoid zanjiriga tok berilib, ballistik og'ish η kuzatiladi. Solenoiddagi tok shunday tanlanadi, bunda galvanometrning ko'rsaishi ("0" ga yaqin bo'lmasligi va juda katta bo'lmasligi kerak). Agar ikki marta katta og'ishlarni olish kerak bo'lsa, u holda tokni o'chirmasdan perpendikular yo'nalishini, uni markazida ushlab turmasdan tez almashtirish kerak.

- 2 banddagi o'lchashlar tokning bir xil qiymatida, lekin sinash g'altaning har xil (tashqi tomondan har 1 sm da va solenoid o'rta qismidan har 2-3 sm da) qaytariladi. Tokning o'zgarmasligiga qarab turiladi.
- Hamma o'lchashlar tokning boshqa qiymatlarida qaytariladi, B va I larning proporsionalligiga iqror bo'lish kerak.
- Quyidagi jadval to'ldiriladi.

X cm							
η_1							
η_2							
$\langle \eta \rangle$							I=

- Ikkala grafikni millimetrli qog'ozga chiziladi $B(x)$, $\eta(x)$

NAZORAT SAVOLLARI

- Magnit oqimi deb nimaga aytiladi? O'lchov birligi nima? Nimalarga bog'liq?
- Berk sirt ichidan o'tuvchi $\vec{B}$ vektor oqimini ta'riflovchi teoremani tushuntiring (Gauss teoremasi). Uning fizik ma'nosi nimada?
- Elektromagnit induksiya hodisasini va uning qoidasini ta'riflang.
- Induksion tok olib o'tgan elektr miqdori nimaga teng (formulasini keltirib chiqaring).
- Cheklangan solenoid magnit maydoni cheksiz uzun solenoid maydonidan nima bilan farq qilinadi? Bio-Savar-Laplas qonunidan va sirkulyatsiya teoremasidan foydalanib cheksiz uzun solenoid va cheklangan solenoidning (chetida va o'rtasida)gi induksiyasini hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
- O'zinduksiya hodisasini ta'riflang va uni ushbu ishda ishlatilishini tushuntiring? Induktivlik nima? Induktivlikning o'lchov birligi? Solenoidning induktivligi nimaga teng?
- Ballistik galvanometr yordamida magnit maydonni induksion usulda o'rganish nimadan iborat? Ishni bajarish tartibini va usulini tushuntirib bering.

ADABIYOTLAR

1. Savelyev I.V. "Umumiy fizika kursi", II tom. Toshkent, "O'qituvchi", 1983 .
2. Ismoilov M.I., Habibullayev P.K., Xaliulin M.G. Fizika kursi (Mexanika, elektr, elektromagnetizm). Toshkent, "O'zbekiston", 2000.
3. Ahmadjonov O. Fizika kursi, 2-qism, Toshkent, "O'qituvchi" 1985.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва. «Высшая школа» 1990.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва. «Высшая школа», 1989
6. Kalashnikov S.G.. Elektr. Toshkent, "O'qituvchi", 1979.

MUNDARIJA

Laboratoriya ishlarini bajarishda talabalarning vazifalari . . .	3
Fizik kattaliklarni o'lchashdagi xatolik turlari	4
Bevosita o'lchash natijalarining xatoligi. Fizik kattaliklarning o'rtacha qiymati, o'lchashning mutlaq va nisbiy xatoliklaril . . .	6
1- laboratoriya ishi. Atvud mashinasida kinematika va dinamika qonunlarini o'rganish	10
2- laboratoriya ishi. Jismlarning inersiya momentlarini dinamik usul bilan aniqlash	20
3- laboratoriya ishi. Oberbek mayatnigida jismlarning inersiya momentlarini aniqlash	30
4- laboratoriya ishi. Tushayotgan sharchaning kinetik va potensial energiyalarini aniqlash	39
5- laboratoriya ishi. Elektrostatik maydonda potensialning taqsimlanishini o'rganish	47
6- laboratoriya ishi. O'tkazgich qarshiligini Uitston ko'prigi vositasida o'lchash	53

7- laboratoriya ishi. Amper kuchini va magnit maydon induksiyasini aniqlash	62
8- laboratoriya ishi. Tangens-bussol yordamida yer magnit maydon kuchlanishining gorizontal tashkil etuvchisini aniqlash	67
9- laboratoriya ishi. Solenoid o'qidagi magnit maydonini o'rganish	74

“Fizika fanidan laboratoriya ishlari va uslubiy ko’rsatmalar. I – qism Mexanika. Elektrostatika. Elektro-magnetizm.” nomli uslubiy ko’rsatma “Fizika” kafedrasining majlisida muhokama etildi (2005 y. 2 may, 28 – bayonnoma) va RRT fakultetining ilmiy –metodik kengashi tomonidan nashr qilishga tavsiya etildi (2006 y. 10 aprel, 7 - bayonnoma)

Mas’ul muharrir prof. Abduraxmonov Q.P.,

Tuzuvchilar:

Prof. Abduraxmonov Q.P.
 Prof. Abduqodirov M.A.
 Kat.o’qit. Ochilova N.X.
 Kat.o’qit. Xolmedov H.M.

Assist. Masharipova S.YU.

Bosh muharrir
Muharrir

dots. Abduazizov O.A.
dots. Haydarov Q.H.

Tahrirchi

Parpiyeva Q.