

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
ANDIJON DAVLAT UNIVERSITETI

MANSUROV XOTAMJON JO’RAYEVICH

UMUMIY FIZIKA KURSIDAN PRAKTIKUM

O’quv qo’llanma

5110200-Fizika va astronomiya o`qitish metodikasi yo`nalishi talabalari uchun

Andijon - 2020

UMUMIY FIZIKA KURSIDAN PRAKTIKUM

MANSUROV XOTAMJON JO'RAYEVICH

Mazkur o'quv qo'llanmabarcha oliy ta'lim muassasalarining 5110200-Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi va barcha tabiiy yo'nalishlar talabalariga va professor-o'qituvchilariga mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada umumiy fizika kursini mexanika, molekular fizika, elektr va magnetizm hamda optika bo'limlaridan jami 46 laboratoriya ishlari tavsiflari jamlangan.

Taqrizchilar:

Zaynobidinov S. – Andijon davlat universiteti “Fizika” kafedrası professori, akademik, fizika-matematika fanlari doktori;

Olimov L.O. – Andijon mashinasozlik instituti Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori.

SO‘Z BOSHI

Mamlakatimizda uzluksiz ta'lim tizimini yanada rivojlantirish, ta'limni barcha bosqichlarini, xususan oily ta'limni sifatini yaxshilash va xalqaro miqyosdagi raqobatbardosh mutaxassislar tayorlash ishlariga g'oyat katta e'tibor berilmoqda. Bu sohada tabiiy va aniq fanlarni xususan fizika ta'limini o'rni yuqori darajada ekanligi alohida ta'kidlanadi. Respublikamiz energetika, elektronika, tibbiyot, agrar va boshqa yo'nalishlaridagi inqilobiy o'zgarishlar islohotlarni amalga oshirish uchun ko'plab yuqori saviyadagi zamonaviy bilimlarga ega bo'lgan malakali kadrlarni tayorlashni taqozo etmoqda.

Fizika ta'limi boshqa fanlardan farqli ravishda chuqur nazariy bilimlar bilan bir qatorda talabalarni amaliy ko'nikmalari ham yuqori bo'lishini talab qiladi. Shu munosabat bilan ularga sifatli laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish, fizika ta'limini muhim bo'limlaridan biri hisoblanadi. Ohirgi paytlarda fan va texnikada bo'layotgan o'zgarishlarga mos ravishda fizikaviy tajribalar va namoyish texnikalari ham keskin o'zgarmoqda. Avvalo laboratoriya ishlari mazmuni va mohiyati, fizikani asosiy qonuniyatlarini saqlab qolgan holda zamonaviy dolzarb yo'nalishlarni aks ettirishga qaratilmoqda. Laboratoriya ishlarini bajarishda yangi elektron qurilmalar, optik va lazerlar texnikasi elementlaridan foydalanilmoqda. Tok va kuchlanishni magnit maydoni kuchlanganligi, yorug'lik kuchi, temperatura, uzunlik, qarshilik, takroriylik, sig'im va ular orasidagi bog'lanishlarni, o'zaro ta'sirlashuvlarni kuzatish, o'lchash va aniqlash uchun yangi texnologiyalar elektron va lazerlar qurilmalaridan foydalanilmoqda.

Shuning uchun talabalardan nafaqat laboratoriya ishiga qo'yilgan maqsadni amalga oshirish, balki ish uchun ajratilgan murakkab asbob-uskunalarni tuzilishi, ishlash tamoyillari hamda ularni funksional imkoniyatlarini ham bilishlari talab etilmoqda. Zamonaviy laboratoriya asbob va jixozlar chiroyli dizayn va texnika xavfsizligi talablarini bajarish maqsadida ishning barcha elementlari chiroyli qutichalarga joylashtirilib, juda qulay xolatga keltirilgan. Shu bilan bir vaqtda bajarilayotgan ishni mohiyatini anglab olish uchun zarur bo'lgan jarayon ishni elektik yoki optik sxemasini talabani o'zi yig'ishi, xar bir elementni o'ziga

xos parametrlarini ko‘rib, tajribaga mos keluvchilarini mustaqil ravishda tanlab olish kabilardan talaba ozod etilmoqda.

Aslida laboratoriya ishi uchun zarur asbob va jihozlarni talabani o‘zi yig‘ib, jarayonni yutuq va kamchiliklarini his qila olishi kuzatiladigan hodisa yoki o‘rganilayotgan qurilmani chuqur o‘zlashtirilishiga olib kelgan bo‘lar edi. Lekin hozirgi davrda umumiy fizika fanidan laboratoriya ishlari majmuasi barcha oily o‘quv yurtlari uchun bir xil andozada jamlanib yuborilayotganini e‘tiborga olgan xolda ushbu darslikda har bir laboratoriya ishini boshlanishida ishga ta‘luqli qisqa nazariy ma‘lumotlar kerakli asbob va jihozlar ro‘yhati, ishni bajarish tartibi hamda talaba uchun sinash savollari keltirilgan. O‘quv adabiyotini yaratishda undan avval chet ellar va mamlakatimizda chop ettirilgan ko‘plab nazariy va laboratoriya ishlariga bag‘ishlangan adabiyotlarni taxlil qilib, ularni ijobiy fikrlari va kamchiliklari xisobga olgan. Qo‘llanmada umumiy fizikani mexanika, molekular fizika, elektr va magnetizm hamda optika bo‘limlari uchun mo‘ljallangan. Jami 46 laboratoriya ishlari tavsiflari jamlangan bo‘lib, unda zamonaviy lazer qurilmasidan kam foydalanganligi Voltengofen mayatnigi. Mayklson diski, shohsimon yorug‘lik o‘lchagich, videocom, chastotani o‘lchovchi katta aniqlikli Maykl interferometri kabi yuqori aniqlikdagi asboblardan foydalanish tartiblari va ularni tuzilishlari keltirilganligi e‘tiborga loyiq. Qo‘llanma oxirgi yillarda jahonni yetakchi oliy o‘quv yurtlarida fizika ta‘limida foydalanilayotgan o‘quv laboratoriyalar majmualarini ta‘riflari, ular yordamida belgilangan fizik kattaliklarni aniqlash yoki ayrim jarayonlarni kuzatish, o‘lchash natijalarini hisoblash, unda yo‘l qo‘yilgan xatoliklarni xissasini aniqlash kabi masalalarga bag‘ishlangan. O‘quv qo‘llanmada laboratoriya ishlari ta‘riflarini joylashish tartibi ma‘ruzalar ketma ketligiga mos kelmasligi mumkin. Shuni e‘tiborga olib, ma‘ruzasi o‘tilmagan ishlarni talabalar mustaqil ravishda o‘zlashtirishlari uchun qo‘llanma ohirida mavzuga taaluqli keng miqyosdagi adabiyotlar ro‘yhati keltirilgan. O‘quv qo‘llanma fizika fani o‘qitiladigan oily o‘quv yurtlari talabalar, magistrilar va o‘qituvchilar uchun mo‘ljallangan. Ushbu o‘quv qo‘llanma fizikadan zamonaviy

labaratoriya ishlari majmualarini bajarish uchun muhim qo'llanma bo'ladi deb aytish mumkin.

O'lchash xatoligi va aniqlik klassalari

Ma'lumki, barcha laboratoriya ishlarida o'lchov asboblari foydalaniladi. Ular o'lchash jarayonida ayrim sabablarga ko'ra o'lchanayotgan kattalillar haqiqiy qiymatidan farq qiladi, yani o'lchash xatoligiga yo'l qo'yadi. O'lchov asboblari o'lchash xatoligi deb ularning ko'rsatishi bo'yicha aniqlangan qiymat $X_{ko'r}$ bilan haqiqiy qiymat X_{haq} orasidagi farq ΔX ga aytiladi. Bu asosiy xatolik quydagi uch xil ko'rinishda bo'ladi:

a) Absolyut xatolik

$$\Delta X = X_{ko'r} - X_{haq}$$

bu yerda: $X_{ko'r}$ – o'lchov asbobining ko'rsatgan qiymati; X_{haq} – o'lchov asbobining ko'rsatishi kerak bo'lgan haqiqiy qiymati.

Absolyut xatolik o'lchash texnikasida aniqlik o'lchovi bo'la olmaydi, chunki agar shkalada absolyut xatolik $\Delta X = 0,5$ mm bo'lsa, bu miqdor shkala kengligi bo'yicha 100 mm oraliqqa nisbatan kichik, 10 mm oraliqqa nisbatan juda katta son bo'ladi. Shu tufayli o'lchov texnikasida nisbiy xatolik tushunchasidan foydalaniladi.

b) Nisbiy xatolik (foiz hisobida)

$$\gamma_n = \frac{\Delta X}{X_{haq}} 100\%$$

Nisbiy xatolik ham o'lchash texnikasida uncha ko'p qo'llanilmaydi, chunki agar o'lchanadigan miqdor o'zgaruvchan bo'lsa, nisbiy xatolik ham o'zgaradi. Bundan xulosa shuki, absolyut va nisbiy xatoliklarni kamaytirish uchun o'lchov asbobi shkalasining yuqori qismida ishlash zarur bo'ladi.

c) Keltirilgan nisbiy xatolik (foiz hisobida)

$$\gamma_k = \frac{\Delta X}{X_k} 100\%$$

bu yerda ΔX absolyut xatolik; X_k o'lchov asbobining shkalasidagi eng katta qiymat.

Masalan, voltmetr shkalasi $0 \dots 150$ V bo'lsa, $X_k = X_{max} = 150$ V bo'ladi.

Agar o'lchov asbobining xarakteristikalarini bo'yicha topilgan eng katta absolyut xatolik $\Delta X = 2 V$ bo'lsa, keltirilgan xatolik

$$\gamma_k = \frac{\Delta X}{X_{tah}} 100\% = \frac{2}{150} * 100\% = 1.33\%$$

bo'ladi.

Bu miqdor o'lchov asbobini xarakterlovchi o'zgarish son bo'lib qoladi.

O'lchov asboblarining xatoligi odatda shkalaning ish qismiga muvofiq normalanadi. Bir tekis shkalaga ega bo'lgan o'lchov asboblari uchun butun shkala ish qismi hisoblanadi. Shkalasi tekis bo'lmagan o'lchov asboblari shkalasining ish qismi o'lchashning boshlang'ich qismida 25% o'tgandan keyin boshlanadi.

O'lchov asboblarining ishlash sharoitlariga qarab asosiy hamda qo'shimcha xatoliklar kelib chiqishi mumkin.

Asosiy xatolik o'lchov asboblari normal sharoitda (asboblari to'g'ri o'rnatilganda) normal temperatura sharoiti $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ bo'lganda, tashqi magnit maydoni va boshqa tashqi tasirlari bo'lmaganda, mavjud bo'ladi.

Qo'shimcha xatoliklar normal sharoit buzilganda vujudga keladi. Bunday hollarda GOST qo'shimcha xatoliklar uchun ham tegishli qo'yim (dopusk) miqdorining bo'lishini ko'zda tutadi.

Asosiy xatoliklar o'lchov asboblarining barqarorlashgan statik rejimlarga tegishlidir. Bundan tashqari, dinamik rejim xatoliklari, o'lchov asboblarining titrashi, turtkilar kabi tashqi sharoit tasirlari va o'lchanadigan miqdor o'zgarib turishi natijasida paydo bo'ladigan xatoliklar qo'shimcha xatolikka tegishli bo'ladi. O'lchash aniqligiga yuqorida aytib o'tilgan xatoliklardan tashqari tasodifiy xatoliklar ham katta tasir ko'rsatadi. O'lchash jarayoni qanchalik ehtiyotkorlik va sezgirlik bilan o'tkazilganiga qaramay, bir miqdorni bir necha marta o'lchaganda turli natijalar olinishi tasodifiy xatolik borligini ko'rsatadi. Bu xatoliklar o'lchov asbobining ko'rsatishidagi son qiymatini olishda odam tomonidan qo'yilgan xatolikni, mexanizmdagi ishqalanish kuchining, tashqi tasirlarining o'zgarib turishi natijasida vujudga kelishi mumkin.

O'lchov asboblarning ko'rsatishi o'lchanadigan miqdorning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasini xarakterlovchi sifat belgisi **o'lchash aniqligi** deyiladi. Aniqlik klasslari esa o'lchov asboblariga qo'yilishi mumkin bo'lgan, keltirilgan (asosiy) xatolik qiymati bilan belgilanadi. Aniqlik klassi o'lchov asbobining shkalasida qayd qilingan bo'ladi. O'lchov asbobi shkalasining hamma ish qismi bo'yicha olingan o'lchov aniqligi bu shkalada ko'rsatilgan aniqlik klassi qiymatidan oshmasligi kerak. Masalan, o'lchov asbobi 0,5 aniqlik klassiga tegishli bo'lsa, undagi keltirilgan asosiy xatolik 0,5% ortmasligi kerak.

O'lchov asboblari hozorgi vaqtda quyidagi aniqlik klasslari bilan chiqariladi: 0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0.

Aniqlik klassi 0,1 gacha bo'lgan o'lchov asboblari laboratoriya sharoitlarida va texnik o'lchov asboblarini tekshirish uchun qo'llaniladi, aniqlik klassi 0,1...2,5 gacha bo'lgan o'lchov asboblari sanoatdagi o'lchash ishlarida, aniqlik klassi 4,0 va 6,0 bo'lgan o'lchov asboblari esa kontrol va signalizatsiya ishlarida keng qo'llaniladi.

O'lchov asboblari quyidagi talablarga javob bera oladigan bolishlari kerak.

1. O'lchash aniqligi yuqori darajada bo'lishini taminlash. Bunda o'lchov asbobining korsatishi o'lchanayotgan miqdorining haqiqiy qiymatiga yuqori darajada yaqin bolishi talab qilinadi.
2. Yuqori sezgirlik, sezgirlik deb o'lchov asbobi strelkasining shkala bo'yicha chiziqli yoki burchak siljishi o'zgarishi ΔY ning o'lchanayotgan miqdori qiymati o'zgarishi ΔX ga nisbatiga aytiladi:

$$S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

O'lchov asbobining sezgirligi S uning shkala bo'linmasi qiymati C ga teskari nisbatda bo'ladi; $S = \frac{1}{C}$ shkala bo'linmasi qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

Shkala bo'linmasi $\Delta Y = 30$ bo'lgan o'lchov asbobida o'lchanadi – miqdor qiymati $\Delta X = 3$ A bo'lsa, $C = \frac{3}{30} = 0,1$; $S = \frac{1}{0,1} = 10$ bo'ladi. $\Delta X = 15$ A bo'lsa,

$C = \frac{15}{30} = 0,5$; $S = \frac{1}{0,5} = 2$ bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, shkala bo'linmasi qiymati

C qancha katta bo'lsa, o'lchov asbobining sezgirligi shuncha kichik bo'ladi.

3. Tashqi sharoit va tashqi ta'sirlari o'zgaras bo'lganda o'lchov asbobining ko'rsatishi ham o'zgaras bo'lib qoladi.

4. O'lchov asbobi inertsionligining kam bo'lishi tez o'zgaruvchi miqdorlarini o'lchash imkonini beradi.

5. Masofadan turib o'lchash, o'lchash natijalarini uzoq masofalarga uzatish, o'lchov informatsion sistemalar kompleksini tuzush va boshqa imkoniyatlarining bo'lishi lozim.

6. O'lchov asboblari va bloklaridan avtomatika sistemalariga xizmat qiladigan o'lchov sistemalarini komplektlash imkonini berishi talab qilinadi[28].

1–BOB. MEXANIKA

1-laboratoriya ishi

ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI AG'DARMA MAYATNIK

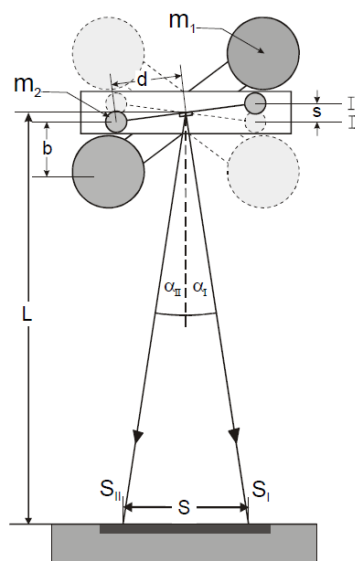
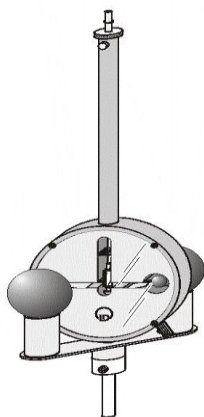
YORDAMIDA ANIQLASH

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 6, 29, 32, 55, 57.*)

Gravitatsiya doimiysini Kavendishning torsion tarozilari bilan aniqlash IQ harakat detektori bilan qayd qilinadi va o'lchashlar natijashi kompyuterda tahlil qilinadi.

Tajriba maqsadi: Aylanma mayatnikning muvozanat vaziyati atrofida tebranishlari so'nishining vatqa bog'liqligini qayd qilish. Gravitatsiya doimiysi G ni eng chekka og'ishni aniqlash usulida toppish va tezlanish usulida aniqlash.

Qisqacha nazariya: Torsion balansir – Kevendish tarozisi asosini uchlariga osilish nuqtasidan d masofada m_2 massali sharchalar o'rnatilgan, ingichka elastik torga osilgan yengil ko'ndalang tayoqcha tashqil qiladi. Bu ikki sharchalar m_1 massali ikkita katta sharlar bilan ta'sirlashadilar. Ta'sirlashuv kuchi 10^{-9} N tartibida bo'lishiga qaramasdan bu kuchni o'ta sezgir gravitatsion torsion balansir bilan kuzatish mumkin. Kichik sharlar harakati infraqizil harakat detektori bilan payqaladi va o'lchanadi (1-rasmga qarang).



torsion

1-rasm. Kavendishning gravitatsion balansir (chapda) va tajriba qurilmasining tuzilish chizmasi (o'ngda).

a) Maksimal og‘ish usuli m_1 va m_2 massali ikki sferik sharcha orasidagi gravitatsion tortishish kuchini berilgan masofada aniqlashga asoslangan(1-rasm).

$$F = G \frac{m_1 m_2}{b^2} \quad (1.1)$$

Shunday qilib m_1 massali ikkita katta sharlar 1 vaziyatda bo‘lganlarida (1-rasm) torsion mayatnikka ta’sir qiluvchi kuch miqdori momenti M_I quyidagiga teng

$$M_I = 2Fd = 2 G \frac{m_1 m_2}{b^2} d \quad (1.2)$$

Tortishish hosil qilgan kuch momenti sterjenning aylanish momenti bilan kompensatsiya qilinadi va shunday qilib s_1 vaziyatda muvozanat hosil bo‘ladi.

II vaziytdagi katta qo‘rg‘oshin sharchalarni siljitib kuch simmetrik inverterlanadi (kompensatsiyalanadi). Endi jismlarga ta’sir qiluvchi kuch momentlari uchun $M_{II} = -M_I$ tenglik o‘rinli. Mayatnik tebranishlari s_{II} muvozanat vaziyati atrofida so‘nadi. Bu ikki kuch momentlari farqi mos ravishda α_I va α_{II} burchaklar farqiga bog‘liqdir.

$$D (\alpha_I - \alpha_{II}) = M_I - M_{II} = 2M_I \quad (1.3)$$

D burchak yo‘naltirilganligi qiymati torsion mayatnikning T tebranish davri va J inersiya momenti bilan aniqlanadi:

$$D = \frac{4\pi^2}{T^2} J \quad (1.4)$$

Bu yerdagi J inertsia momenti ikki kichik sharlar inertsia momentlari yig‘indisiga teng:

$$J = 2m_2 d^2 \quad (1.5)$$

Unda (1.4) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$D = \frac{8\pi^2}{T^2} m_2 d^2 \quad (1.6)$$

(1.1), (1.3) va (1.4) tenglamalardan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$G = \frac{2\pi^2}{T^2} \frac{db^2}{m_1} (\alpha_I - \alpha_{II}) \quad (1.7)$$

Geometrik munosabatdan (vaziyatlari bo‘yicha)

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{s_1}{L}$$

kichik burchaklar uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$\alpha = \frac{s_1}{2L} \quad (1.8)$$

Bu (1.8) va (1.7) teglamadan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$G = \frac{2\pi^2}{T^2} \frac{db^2}{m_1} \frac{(S_1 - S_2)}{L} \quad (1.9)$$

b) Tezlanish usuli-Katta qo‘rgoshin sharchalar I vaziyatdan II vaziyatga o‘tgach, quyidagi harakat tenglamasiga asosan kichik sharlar a_0 tezlanishga ega bo‘ladilar:

$$m_2 a_0 = 2G \frac{m_1 m_2}{b^2} \quad (1.10)$$

Bundan gravitatsiya doimiysi kelib chiqadi:

$$G = \frac{a_0 b^2}{2m_1} \quad (1.11)$$

m_2 massali jismga berilgan tezlanish a_0 , a'_0 tezlanish va geometrik masofalar d va L orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$a_0 = a'_0 \frac{d}{2L} \quad (1.12)$$

Bosib o‘tilgan yo‘l tenglamasi quyidagicha bo‘lgani uchun

$$S(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 \quad (1.13)$$

a'_0 harakatning birinchi fazasi umumiy tenglamasi

$$s(t) = At^2 + Bt + C \quad (1.14)$$

dan keltirib chiqirilishi mumkin.

(1.13) tenglamani (1.14) tenglama bilan solishtirib quyidagini olamiz:

$$a'_0 = 2A$$

(1.12) tenglama bilan gravitatsiya doimiysi ham aniqlanadi

$$G = a'_0 \frac{db^2}{4m_1 L} \quad (1.15)$$

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Gravitatsion torsion balansir (332 101) -1 ta,
2. IQ holat detektori (IRPD) (332 11) – 1 ta,
3. Optik rels, standard ko‘ndalang kesimli 1 m (460 32) – 1ta,
4. Optik surgich 60/50 (460 373) – 1ta
5. Optik surgich 90/50 (460 374) – 1ta
6. Taglik sterjeni, 25 sm (300 41) – 1ta
7. Windows 98 yoki yuqori versiyali OT ega kompyuter

Tajriba qurilmasi:

Muhim: *torsion balansir talab bo'yicha sozlangan bo'lsagina o'lchash natijalari qoniqarli bo'lishi mumkin. Bundan tashqari jismlar orasidagi ta'sirlashuv mayatnikning tashqaridan tebranishlari bilan buzilmasligi kerak. Torsion mayatnik korpusiga beriladigan tashqi mexanik ta'sirlarga jud sezgirdir. Torsion balansir korpusidagi harorat farqi tufayli yuzaga keladigan konveksiya ham torsion mayatnik tebranishiga olib kelishi mumkin.*

Tajriba qurilmasi uchun mustahkam devor tanlang.

Tajriba uchun to'g'ridan to'g'ri quyosh nuri tushmaydigan shamol (yelvizak) bo'lmaydigan joyni tanlang. Sharlar asosini burayotganda yoki qo'rg'oshin sharlarni o'rnatayotganda asosga zarb berilmasin. 2-rasmda tajriba quyilmasi umumiy ko'rinishi keltirilgan.

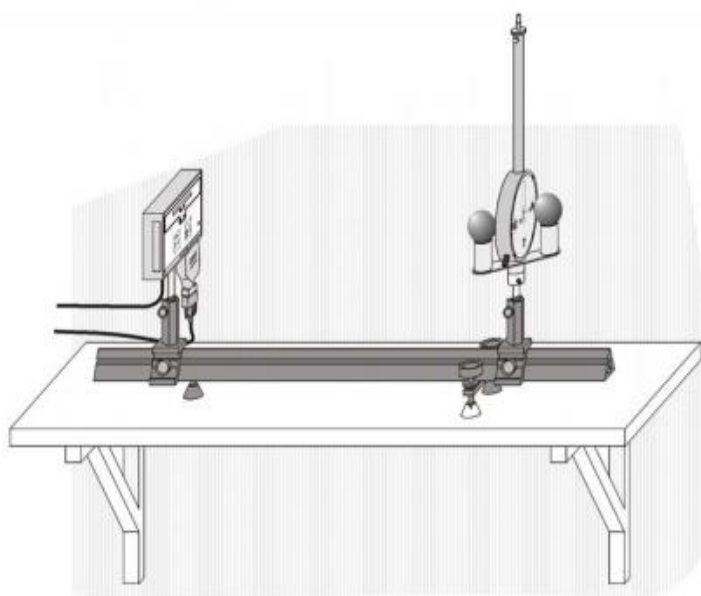
Gravitatsion torsion balansirni ishga tushirishdagi yig'ish:

- Tajriba uchun ishchi stolini 2-rasmda ko'rsatilgani kabi yig'ing (332 101 va 322 11 yo'riqnomalarni ham qarab chiqing).
- Gravitatsion torsion balansir mahkamlangan optik relsni o'rning.
- Gravitatsion torsion balansirni shunday holatga keltiringki (katta sharlar qo'yilmagan holatda) katta sharlar o'qi uchun yetarlicha joy bo'lsin.
- Torsion mayatnikning tutib turish mexanizmini bo'shating va shunday sozlangki, mayatnik osmalari uchlaridagi ignalari teshik o'rtasida bo'lib, mayatnik erkin aylana olsun.
- Torsion mayatnikning bir yoki bir necha kun osilgan holda turishiga qo'yib bering. Kerak bo'lganda nolini qayta sozlang.

Gravitatsion torsion balansir va IQ harakat detektor orasidagi masofani dastlabki (birinchi marta) tanlash.

- IQ harakat detektorini optik relsga o'rnatilgan taglik sterjeniga orqa paneli bilan qistiring(mahkamlang).
- IQ harakat detektorni optik relsga shunday o'rningki, gravitatsion balansir oynasi va IQ detektor orasidagi masofa 70 sm bo'lsin.

- 12 V o'zgaruvchan tok ta'minlash manbayini IQ harakat detektoriga ulang va IQ yorug'lik diodlarini gravitatsion torsion balansir bilan bir sathga qo'ying.
- Ikkita qizil yorug'lik diodlari shunday yorqin yonadiki ularning akslangan tasviri qurilma tekisligida ko'rinsin yoki uning yoniqa qo'yilgan oq qog'ozda akslansin.
- Agar tasvir oynaning chap yoki o'ng tomonida paydo bo'lsa gravitatsion torsion mayatnikni tebranishini shunday kamaytiringki, LED diodlar nuri akslanishi old panelda ko'rinsin.
- Agar tasvir oynadan pastda yoki yuqorida bo'lsa IQ detektorni pastga yoki yuqoriga harakatlantirib nurni markazga olib keling.
- Amin bo'lingki, fototranzistorlar qatori oynadan qaytgan nurlar bilan to'la qoplangan bo'lib barcha tranzistorlar o'lchashda qatnashsin.
- Balandlik sathini yashil va qizil yorug'lik diodlari nuri bilan to'g'rilab oling. Fototranzistorlar yorug'lik nurlari kuchiga qarab ochiladi yoki yopiladi (kalit sifatida ishlaydi).
- Qizil LED miltillasa yoritilganlik/sozlanganlik yetarlicha
- Yashil LED miltillasa yoritilganlik/sozlanganlik yaxshi



2-rasm. Tajriba qurilmasi: Tebranishni IQ harakat detektori elektron tarzda qayd qiluvchi gravitatsion torsion balansir qurilmasining stoldagi yig'masi.

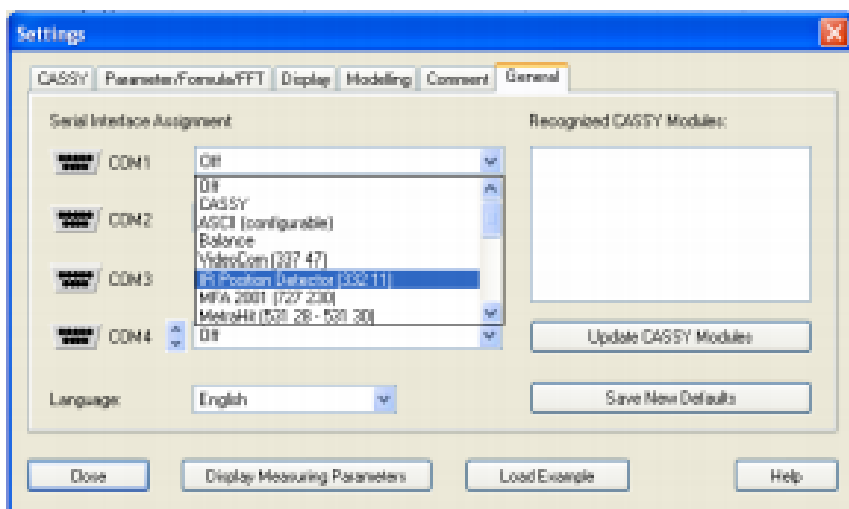
Tebranishlarni qayd qilish

- IQ detektorni RS232-interfeys porti orqali kompyuterga ulang
- Hali kompyuterga dastur o'rnatilmagan bo'lsa o'rnatish va ishga tushirish (CASSY Lab foydalanuvchi interfeysini sozlang).
- "Settings" oynasini asboblardan panelidagi  tugmasini yoki F5 klavishini bosib chaqiring:



- "Settings" oynasidan "General" bo'limini tanlang va IQ harakat detektori uchun mos COM portni tanlang.

IQ harakat detektori uchun mos COM port tanlangandan keyin dasturdagi ishchi oynalar va jadvallar ochiladi hamda o'lchanuvchi kattaliklar indikatorlari faollashadi ya'ni, "Positions", "Settings" va "Measuring Parameters" oynalari ochiladi.





- Tanlangan parametrlar ekrandagi barcha menyu oynalari yopilgach qabul qilinadi.

- Gravitatsion torsion balansir tebranishini qayd qilish uchun F9 klavishini bosib.

Eslatma: F9 klavishi bilan to'xtatilishi mumkin.

Tajriba qurilmasini sozlash bir tajriba davomida faqat bir marta bajarilishi kerak.

Gravitatsion torsion balansir yopilgandan keyin tinch holati saqlanishi lozim.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Dastlabki tayyorgarlik

- Mayatnik biror bir muvozanat holatida tinch turishi uchun qurilma kamida ikki soat davomida tashqi zarba va ta'sirlardan holi bo'lishi zarur.

Eslatma: Yaxshi sozlash uchun maqbul muvozanat holatiga taxminan 20 mm va 50 mm masofalarda bo'ladi. Agar bu holat bajarilmasa, aylanma tortishish tarozisi kichik burchakkagina og'adi. Bu holda bu qadamni bir necha marta bajarilishi kerak bo'ladi.

Agar tutib turuvchi vint bo'shatilgan holda aylanuvchi mayatnik ko'p vaqt davomida ishlatilmay turgan bo'lsa, uni muvozanat holatiga keltirish uchun ko'p vaqt talab qilinishi mumkin.

Sanoq boshini qayd qilayotganda nol nuqtaning stabilligini tekshiring.

Tugmasini bosib ma'lumotlarni qabul qilishni boshlang.

- Nol nuqta fluktuatsiyalarini 10 minut davomida kuzating.

a) Maksimal og‘ish usuli

Sistema to‘la muvozanat holatiga kelgunicha kuting (dastlabki tayyorgarlik ko‘rsatmasiga qarang).

- Siz o‘lchangan asosiy chiziqni F4 klavishi bilan o‘chirishingiz mumkin.
- Axborot yig‘ishni F9 klavishi bosib boshlang.
- Qo‘rg‘oshin sharli kronshteynni I holatdan II holatga tez (ammo ehtiyotkorlik bilan) o‘tkazing.
- Qo‘rg‘oshinli sharlarni II holatdan I holatga olib keling va I holat atrofidagi tebranishlarni o‘lchashni takrorlang.
- Axborot yig‘ishni F9 klavishi bilan to‘xtating.

Eslatma: O‘lchagan natijalaringizni F2 klavishini bosib saqlashingiz mumkin.

b) Tezlanish usuli

- Sistema to‘la muvozanat holatiga kelgunicha kuting (dastlabki tayyorgarlik ko‘rsatmasiga qarang).
- Siz o‘lchangan asosiy chiziqni F4 klavishi bilan o‘chirishingiz mumkin.
- Qo‘rg‘oshin sharli kronshteynni I holatdan II holatga tez (ammo ehtiyotkorlik bilan) o‘tkazing va harakatning birinchi fazasini yozib oling.
- Axborot yig‘ishni F9 klavishi bilan to‘xtating.

Eslatma: Bu tajribada gravitatsion torsion balansirlar tebranishini qayd qilishga mo‘ljallangan IQ harakat detektori maksimal og‘ish usulida o‘lchashlar olib borilganda avtomatik ishga tushadi. O‘lchash intervalini kiritish zarur bo‘ladi masalan 15 sekund.

Sinash uchun savollar:

1. Erkin tushish deb nimaga aytiladi?
2. Erkin tushish tezlanishi qutubda va ekvatorida farq qilishi sababi nima?
3. Maksimal og‘ish usulini tushuntiring.
4. Yer osti laboratoriyasida jism qanday og‘irlikka ega bo‘ladi?

2-laboratoriya ishi

ELASTIK VA NOELASTIK TO‘QNASHUVDA ENERGIYA VA IMPULSNI IKKI SHOXSIMON YORUG‘LIK O‘LCHAGICHI BILAN ANIQLASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 5, 33, 34, 47, 56.)

Namuna tajribalari va parametrlarni yuklash uchun CASSY Lab 2 help ma'lumotnomasidan foydalaning.

Tajriba maqsadi: Elastik to‘qnashuvda energiya va impulsni ikki shoxsimon yorug‘lik o‘lchagichi bilan o‘lchash. Energiya va impulsning to‘qnashuvdan so‘ng saqlanishini tekshirish.

Qisqacha nazariya: Jismlar bir-birlariga urilganda deformatsiyalanadi, ularning urilish sirtlari bosiladi va deformatsiya tufayli yuzaga kelgan bosim (elastiklik) kuchi jismlarning tezliklarini o‘zgartiradi. Bunda jismlarning urilishidan oldingi kinetik energiyasi qisman yoki to‘la ravishda elastik deformatsiya potensial energiyasi bilan jismlarning ichki energiyasi deb ataladigan nomexanik energiyaga aylanadi.

Jismlar bir-biriga elastik urilishi yoki noelastik urilishi mumkin. Elastik urilish deb shunday urilishga aytiladiki, bunda jismlarning mexanik energiyasi ichki energiyaga aylanmaydi. Bunday urilish vaqtida kinetik energiya batamom yoki qisman elastik deformatsiya potensial energiyasiga aylanadi. Keyin esa jismlar bir-birini itarib dastlabki shakliga qaytadi. Natijada elastik deformatsiya potensial energiyasi qaytib kinetik energiyaga aylanadi va jismlar ma‘lum tezliklar bilan qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanadi. Bu tezliklarning kattaligi bilan yo‘nalishi jismlar sistemasining to‘la energiyasining hamda to‘la impulsining saqlanishiga bog‘liq bo‘ladi.

Ikki aravachaning v tezliklari to‘qnashuvdan oldin va keyin ikki yozug‘lik datchiklari orasidan o‘tish vaqtini o‘lchash orqali o‘lchanadi. Shu usulda elastik to‘qnashuvda impulsning saqlanishi hamda elastik to‘qnashuvda energiya saqlanishi qonunini tekshirib ko‘rish mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. CASSY-sensori (524 010 yoki 524 013) – 1ta

2. CASSY Lab 2 dasturi (524 220) – 1ta
3. Taymerli adapter yoki Taymer S (524 034 yoki 524) – 1ta
4. Trakt (074 337 130) – 1ta
5. Aravacha (337 1100) – 2ta
6. Qo‘shimcha yuklar jufti (337 114) – 1ta
7. Aravacha uchun zarb prujinasi (337 112) – 1ta
8. Universal yorug‘lik o‘lchagichi (337 462) – 2ta
9. Ko‘p negizli kabellar, 6-qutbli, 1.5 m (501 16) -2ta

Muqobil varianti (chiziqli havo trakti bilan):

1. CASSY-sensori (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 dasturi (524 220) – 1ta
3. Taymerli adapter yoki Taymer S (524 034 yoki 524) – 1ta
4. Chiziqli havo trakti (074 337 501) – 1ta
5. Trakt asosi (337 45) – 1ta
6. Havo manbai (337 53) – 1ta
7. Ta‘minlash manbai kontrolleri (667 823) – 1ta
8. Shoxsimon yorug‘lik o‘lchagichi (337 46) – 2ta
9. Multi-core cables, 6-pole, 1.5 m (501 16) -2ta
10. Ko‘p negizli kabellar, 6-qutbli, 1.5 m – 2ta
11. Windows XP/Vista/7/8 OT o‘rnatilgan kompyuter – 1ta

Tajriba qurilmasi (3-rasmga qarang)

Dastlab traktni ishga tushiring va ikki yorug‘lik datchikli ayrilarni o‘rning (E va F kirishlarga taymerni ulang). Aravalar datchikli ayri orasidan bimalol o‘ta olsin. Ikki aravachaga o‘rnatilgan bayroqchalar aravacha ayri orasidan o‘tganda yorug‘lik datchiklari yaqinidan o‘tishi lozim.

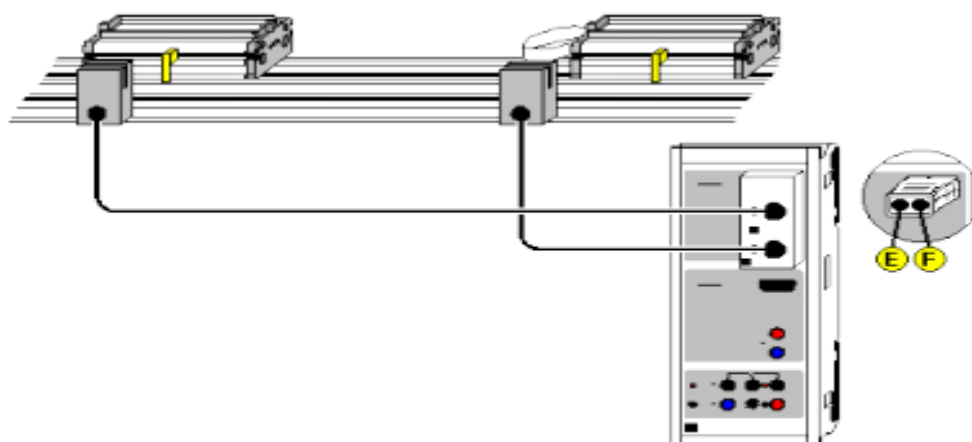
Tajribaning o‘tkazish tartibi:

Parametrlarni o‘rnatish

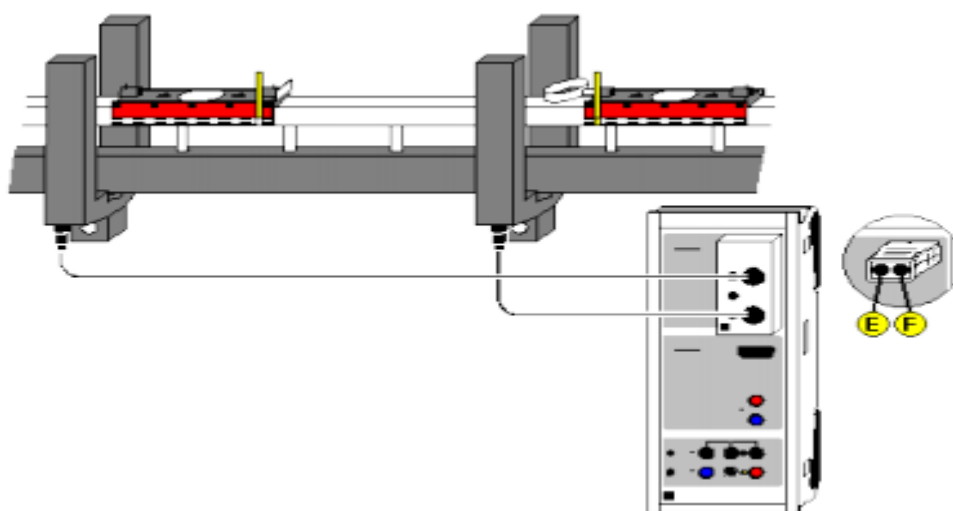
- Jadvalga m_1 va m_2 massalarni kiriting (sichqonchaning o‘ng tamoni bilan m_1 va m_2 kiritiladigan xonalarga bosib klaviaturadan kiritishni faollashtiring).

- To‘qnashuvdan oldin aravachalarning E va F datchiklargacha bo‘lgan o‘rni kiriting (Settings v_1 , v_2 , v_1' yoki v_2').

To‘rtta turli joylashish holatlari mavjud: Ikkala arava ham yorug‘lik o‘lchagichi orqasida. Chap aravacha yorug‘lik datchiklari orasida, o‘ng aravacha esa yorug‘lik o‘lchagichi orqasida. O‘ng aravacha yorug‘lik datchiklari orasida, chap aravacha esa yorug‘lik o‘lchagichi orqasida. Ikkala aravacha ham ichkarida (tutashgan holda).



Muqobil varianti (chiziqli havo trakti bilan):



3-rasm. O‘lchash qurilmasi

- Bayroqchalarni o‘rnating (Settings v_1 , v_2 , v_1' yoki v_2' ga ham).
- To‘qnashuvni yuzaga keltiring (agar to‘qnashuvdan oldin tezlik qiymati noldan farq qilsa $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan nolga keltiring) va amin bo‘lingki yorug‘lik

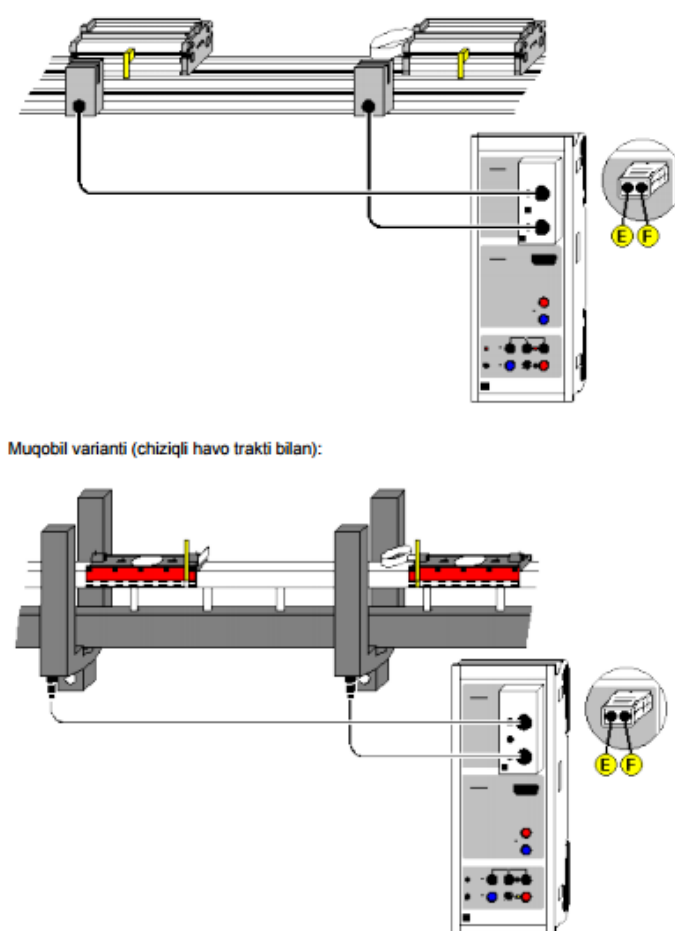
datchiklari biron bir boshqa zarb yoki impulsni qayd qilmasin (masalan aravaning trakt oxiridagi qaytish zarbini va h.k.).

- O'lchashlarni End of Collision funksiyasi bilan chegaralang (o'lchashlar to'rtta tezlik o'lchab bo'lingach avtomatik to'xtatiladi).

- $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan yangi o'lchashlarni boshlang.

b) Noelastik to'qnashuvda energiya va impuls -Ikki shoxsimon yorug'lik o'lchagichi bilan o'lchash.

Energiya va impulsning saqlanishi(to'qnashuvda)



4-rasm. Noelastik to'qnashuvda energiya va impuls -Ikki shoxsimon yorug'lik o'lchagichi bilan o'lchash.

Qisqacha nazariya: Jismlar bir-birlariga urilganda deformatsiyalanadi, ularning urilish sirtlari bosiladi va deformatsiya tufayli yuzaga kelgan bosim (elastiklik) kuchi jismlarning tezliklarini o'zgartiradi. Bunda jismlarning urilishidan oldingi

kinetik energiyasi qisman yoki to'la ravishda elastik deformatsiya potensial energiyasi bilan jismlarning ichki energiyasi deb ataladigan nomexanik energiyaga aylanadi.

Jismlar bir-biriga elastik urilishi yoki noelastik urilishi mumkin. Noelastik urilishda jismlarning kinetik energiyasi batamom yoki qisman deformatsiya potensial energiyasiga va ichki energiyaga aylanadi. Bunda faqat impulsning saqlanish qonunigina bajariladi, mexanik energiya saqlanish qonuni esa bajarilmaydi, ammo barcha turdagi mexanik va nomexanik energiyalar yig'indisining saqlanish qonuni o'rinli bo'ladi.

Ikki aravachaning v tezliklari to'qnashuvdan oldin va keyin ikki yorug'lik datchiklari orasidan o'tish vaqtini o'lchash orqali o'lchanadi. Shu usulda noelastik to'qnashuvda impulsning saqlanishi qonunini tekshirib ko'rish mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. CASSY-sensori (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 dasturi (524 220) – 1ta
3. Taymerli adapter yoki Taymer S (524 034 yoki 524) – 1ta
4. Trakt (074 337 130) – 1ta
5. Aravacha (337 1100) – 2ta
6. Qo'shimcha yuklar jufti (337 114) – 1ta
7. Aravacha uchun zarb prujinasi (337 112) – 1ta
8. Universal yorug'lik o'lchagichi (337 462) – 2ta
9. Ko'p negizli kabellar, 6-qutbli, 1.5 m (501 16) -2ta

Muqobil varianti (chiziqli havo trakti bilan):

1. CASSY-sensori (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 dasturi (524 220) – 1ta
3. Taymerli adapter yoki Taymer S (524 034 yoki 524) – 1ta
4. Chiziqli havo trakti (074 337 501) – 1ta
5. Trakt asosi (337 45) – 1ta
6. Havo manbai (337 53) – 1ta
7. Ta'minlash manbai kontrolleri (667 823) – 1ta

8. Shoxsimon yorug'lik o'lchagichi (337 46) – 2ta
9. Multi-core cables, 6-pole, 1.5 m (501 16) -2ta
10. Ko'p negizli kabellar, 6-qutbli, 1.5 m – 2ta
11. Windows XP/Vista/7/8 OT o'rnatilgan kompyuter – 1ta

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Parametrlarni o'rnatish

- Jadvalga m_1 va m_2 massalarni kiriting (sichqonchani o'ng tamoni bilan m_1 va m_2 kiritiladigan xonalarga bosib klaviaturadan kiritishni faollashtiring).
- To'qnashuvdan oldin aravachalarning E va F datchiklargacha bo'lgan o'rnini kiriting (Settings v_1 , v_2 , v_1' yoki v_2'). To'rtta turli joylashish holatlari mavjud: Chap aravacha yorug'lik datchiklari orasida, o'ng aravacha esa yorug'lik o'lchagichi orqasida. O'ng aravacha yorug'lik datchiklari orasida, chap aravacha esa yorug'lik o'lchagichi orqasida.
- Bayroqchalarni o'rnatish (Settings v_1 , v_2 , v_1' yoki v_2' ga ham).
- To'qnashuvni yuzaga keltiring (agar to'qnashuvdan oldin tezlik qiymati noldan farq qilsa $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan) va amin bo'lingki yorug'lik datchiklari biror-bir boshqa zarb yoki impulsni qayd qilmasin (masalan aravaning trakt oxiridagi qaytish zarbini va h.k.).
- O'lchashlarni End of Collision funksiyasi bilan chegaralang (o'lchashlar to'rtta tezlik o'chab bo'lingach avtomatik to'xtatiladi).
- $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan yangi o'lchashlarni boshlang.

Sinash uchun savollar:

1. Urilish va uning turlari haqida ma'lumot bering.
2. Elastik va noelastik to'qnashuvda energiya taqsimoti haqida ma'lumot bering.
3. Impuls va mexanik energiyaning saqlanish qonunlari tushuntirib bering.
4. Shoxsimon yorug'lik o'lchagichlar vazifasi, ishlash prinsipi haqida ma'lumot bering.

3-laboratoriya ishi

ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI VIDEO COM YORDAMIDA ANIQLASH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 5, 33, 47, 56, 57.)

Natijalar VideoCom bilan qayd qilinadi va tahlil qilinadi

Tajriba maqsadi: Erkin tushish trayektoriyasini VideoCom bilan qayd qilish.

g-erkin tushish tezlanishini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Jismlarning erkin tushishi boshlang'ich tezliksiz to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatga misol bola oladi.

Vakuumda jismlarning faqat og'irlik kuchi ta'sirida Yerga tushishi erkin tushish deyiladi.

Jismlarning erkin tushishini birinchi bo'lib tajribada italiyalik olim Galileo Galiley o'rgandi va erkin tushish qonunlarini aniqladi.

Yerning aniq shar shaklida emasligi, ya'ni qutblarda biroz yassilanganligi hamda Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi sababli, Yerning turli nuqtalarida erkin tushish tezlanishi turli qiymatlarga ega bo'ladi. Agar Yer sirtida ekvatoridan qutbga tomon borilsa, erkin tushish tezlanishining qiymati ortib boradi. U ekvatorida $9,780 \text{ m/s}^2$, qutbda esa $9,832 \text{ m/s}^2$ ga teng. $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ bo'lgan erkin tushish tezlanishining qiymati normal qiymat deb hisoblanadi. Bu qiymat Yerning 45° geografik kengligidagi erkin tushish tezlanishining qiymatiga mos keladi.

Amalda Yerning barcha nuqtalarida erkin tushish tezlanishini bir xil deb hisoblab, uning $g = 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ sm/s}^2$ qiymatidan foydalaniladi.

Agar jism h balandlikdan pastga gravitatsiya maydonida erkin tushsa jismga g o'zgarmas tezlanish ta'sir qiladi va tushish balandligi kichik bo'lganda ishqalanishni hisobga olmaslik mumkin. Erkin tushish to'g'ri chiziqli tezlanuvchan harakatga misol bo'la oladi.

Time $t = 0$ vaqtdagi boshlang'ich tezlik $v_0 = 0$ bo'lsa oniy tezlik quyidagicha

$$v(t) = g t \quad (1.16)$$

va t vaqtdan keyin jism bosib o'tgan yo'l

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1.17)$$

Tajribada erkin tushayotgan jism tezkor bir-kadrli VideoCom CCD kamera bilan tasvirga olinadi. Kamera LED chiroqlar bilan erkin tushuvchi jismga o'rnatilgan akslantiruvchi folgani yoritadi va qaytgan chaqnash nuri kamera obyektivi orqali 2048 pikselli CCD liniyasiga tushadi (CCD: charge-coupled device-fotosezgir yarim o'tkazgichli matritsa). Berilgan holatida erkin tushayotgan jismning joriy holati tasviri kompyuterga ketma-ket interfeys orqali sekundiga 80 marta uzatiladi. Kompyuter dasturi bilan ta'minlangan VideoCom erkin tushayotgan jismning barcha harakatlarini yo'l-vaqt grafigi sifatida ko'rsatadi va o'lchangan qiymatlarni tahlil qiladi. Xususan tezlik

$$v(t) = \frac{s(t + \Delta t) - s(t - \Delta t)}{2 \cdot \Delta t} \quad (1.18)$$

va tezlanish

$$a(t) = \frac{v(t + \Delta t) - v(t - \Delta t)}{2 \cdot \Delta t} \quad (1.19)$$

sichqoncha bilan faollashtirilishi mumkin va biror Δt vaqt intervali tanlanishi mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. VideoCom (337 47) – 1ta
2. Tutashtiruvchi blok 230 V / 12 V/ 20 W (562 791) - 1ta
3. Uch oyoqli kamera (300 59) – 1ta
4. VideoCom uchun erkin tashlanuvchi jism (37 472) – 1ta
5. Ushlab qoluvchi magnit (336 21) – 1ta
6. Taglik asosi, V-shaklli, 28 sm (300 01) – 1ta
7. Taglik sterjeni, 25 sm (300 41) – 1ta
8. Taglik sterjeni, 150 sm (300 46) – 1 ta
9. Leybold multiqisqichlari (301 01) – 1ta
10. Ulash simlari, 200 sm (501 38) – 4ta

Qo'shimcha:

1. Windows 95/NT yoki yangiroq versiyali OT o'rnatilgan kompyuter

Tajribaning o‘tkazish tartibi:

Tajriba qurilmasi 5-rasmda keltirilgan.

Erkin tushish uchun qurilmani sozlash:

– Tutib qoluvchi magnitni taglik materialiga 5-rasmda ko‘rsatilgani kabi pastga qarab o‘rnating va VideoCom simlarini ulang (Video-Com yo‘riqnomasiga murojaat qiling).

VideoCom o‘rnatmalari:

– VideoCom uch oyoqli kamerani qat’iy vertikal joylashuvini ta’minlang va u erkin tushish nuqtasidan taxminan 3 m masofada bo‘lsin.

– VideoCom kamerasini iloji boricha erkin tushish trayektoriyasiga parallel bo‘lishini ta’minlang. Qat’iy perpendikulyarlik ta’minlanishiga e’tibor qiling.

– VideoCom kamerani tutashtiruvchi blok orqali tarmoqqa ulang va kompyuterning serial (COM1) portiga ulang.

– Zarurati bo‘lsa VideoCom dasturiy ta’minotini o‘rnating va o‘rnatish nomini “VideoCom Motions” deb nomlang va foydalanish tilini va ulanish uchun ketma-ket interfeysni tanlang (VideoCom yo‘riqnomasiga qarang).

VideoCom sozlash:

– VideoCom uchun mo‘ljallangan erkin tushuvchi jismni ushlab turuvchi magnitga osilib turishi uchun elektromagnitga iloji boricha kamroq kuchlanish bering. Kuchlanishni VideoCom korpusidagi (a) pin bilan sozlang va erkin tushuvchi jism magnitga kuchsiz yopishib turishini ta’minlang.

– Tutib turuvchi elektromagnitning ferromagnit o‘zagini moslovchi vint (b) bilan shunday rostlangki, erkin tushuvchi jism vertikal tik bo‘lsin.

– “VideoCom Motions” dasturida “Intensity Test” ga bosing.

– Fonni kamaytirish uchun xonani bir oz qorong‘ilashtiring.

– VideoCom ni shunday sozlangki, kameradagi LC displeyida yoki ekranda, o‘ng tomonda ikkita cho‘qqi ko‘rinsin. Perpendikulyar yustirovkasini ham tekshiring.

– Boshqa cho‘qqilar bo‘lmasligi uchun interferensilashgan yoki qaytgan yo‘ruglik tushishini cheklang.

– Cho‘qqilar intensivligi o‘zgarishi bilan yustirovkani ham yaxshilab boring va 5 dan 1 ga qaytishda ham.

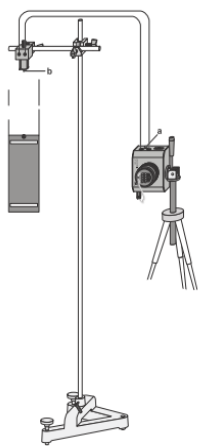
VideoCom kalibrovkasi va yo‘lning vaqtga bog‘liqlik diagrammasini qayd qilish:

- “Settings/Path Calibration” menyusini F5 klavishi bilan chaqiring.
- “Path Calibration” registridagi ikkita akslantiruvchi folgalarning birinchi vaziyati uchun 0.2 m va ikkinchi vaziyati uchun 0 m qiymatlarni kiriting.
- “Read Pixels from Display” tugmasini bosing va “Apply Calibration” funksiyasini faollashtiring.
- “Settings/Path Calibration” menyusini yana bir marta chaqiring va “Measuring Parameters” registridan quyidagi o‘rnatmalarni tanlang.

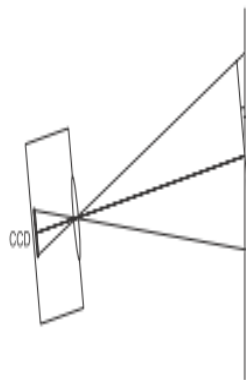
$$\Delta t = 12.5 \text{ ms (80 fps)}$$

Flash\chaqnash Auto Smoothing\silliqlash Maximum (8*dt) Measurement Stop\o‘lchashni to‘xtatish - At End of Path\Yo‘l oxirida $s = 1 \text{ m}$

- F9 klavishini bosib o‘lchashni va erkin tushishini yozib olishni boshlang.
- Keyin “Settings/path Calibration” menyusidan “Linearization” registridan “Suggest Linearization” tugmasini bosing.
- Agar burchak $\alpha > 1^\circ$ aniqlansa, VideoCom ni yetarlicha perpendikulyar bo‘lgunicha yustirovka qiling (6-rasmga qarang).
- “Cancel” buyrug‘i bilan linearizatsiyani bekor qiling.
- Video Com ning perpendikulyar yustirovkasini yaxshilang.
- F4 klavishi bilan o‘lchangan eski qiymatlarni o‘chiring, jismning erkin tushishini yana bir marta yozib oling va yana burchakni aniqlang.
- Jarayonni $\alpha < 1^\circ$ bo‘lgunicha takrorlang; keyin “Apply Linearization” ni faollashtiring va aniqlangan δ buzilishni qabul qiling.



5-rasm. Erkin tushishni VideoCom bilan qayd qilish tajribasi qurilmasi.



6-rasm. VideoCom va erkin tushish trayektoriyasi orasidagi α burchakni aniqlash chizmasi

- O‘lchanqan qiymatlarni F2 klavishi bilan saqlan va faaylni nomlang.
- “Path Calibration” registratoridagi “Read Pixels from Table” tugmasini bosib so‘l kollibrovkasini takrorlang, “Apply Calibration” funksiyasini faollashtiring va “OK” bosib tasdiqlang.
- Sichqonchaning “ s_1/m ” o‘lchangan qiymatlar ustuniga olib kelib o‘ng tugmasini bosing va chiqqan menyudan “Delete Column” buyrug‘ini tanlang.
- O‘lchanqan qiymatlarni F2 klavishi bilan saqlang va faylni nomlang.

Sinash uchun savollar:

1. Geologik razvetkada g ning ahamiyati.
2. Erkin tushish tezlanishining yo‘nalishini o‘zgarish sabablari.
3. Yer vaznini o‘lchash uchun g ning ahamiyati.
4. Video Com (337 47) ishlash prinsipini tushuntiring.

4-laboratoriya ishi

BURCHAK OSTIDA YUQORIGA OTILGAN JISMNING HARAKATINI O'RGANISH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 5, 29, 34, 55, 57.*)

Tajriba maqsadi: Qiya harakat va erkin tushishni solishtirish. Parabolaik shaklli traektoriyaning tezlikka va otish burchagiga bog'liqligini qayd qilish. Uchish uzoqligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash. Ko'tarilish balandligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash.

Qisqacha nazariya: Biror jism gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi va son qiymati v_0 ga teng bo'lgan boshlang'ich tezlik bilan otilgan, deb faraz qilaylik. Shu jism harakat trayektoriyasining ko'rinishini, uning harakat vaqtini, ko'tarilish balandligini va uchish uzoqligini aniqlaylik.

Jismning harakatini Yerga nisbatan qarab, Yerni sanoq boshi sistemasi qilib olamiz va unga to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasini joylashtiramiz. Havoning qarshiligini e'tiborga olinmasa, jism tezligining tashkil etuvchilari uchun quyidagi ifodalarni yoza olamiz:

$$V_x = v_0 \cos \alpha$$

$$V_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

Oxirgi formuladan jism tezligining vertikal tashkil etuvchisi avval yuqoriga tik yo'nalgan bo'ladi va vaqt o'tishi bilan kamayib boradi, so'ng esa o'z yo'nalishini pastga tomon tik o'zgartiradi. Jismning koordinatalari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Shuning uchun ularni vaqtning funksiyalari sifatida quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$X = v_0 \cos \alpha t$$

$$Y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Jismning harakati gorizonttal yo'nalishda v_x tezlikli tekis harakat bilan v_y boshlang'ich tezlikda yuqoriga vertikal yo'nalgan tekis sekinlanuvchan harakat yig'indisidan iborat bo'lgan murakkab harakatdir.

Tajribada m massali po‘lat sharcha gorizontga α burchak ostida v_0 boshlangich burchak ostida otilgan. Po‘lat sharchaning gravitatsiya maydonidagi harakatining tekislikdagi proyeksiyasi (7-rasm) quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = m \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix} \quad (1.20)$$

$\mathbf{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$: radius vektor

m: po‘lat sharcha massasi

$\mathbf{F} = m \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$: po‘lat sharchaga ta’sir qiluvchi kuch

Quyidagi boshlangich shartlar asosidagi

$$\mathbf{r}(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ va } \mathbf{v}(0) = \begin{pmatrix} v_0 \cos \alpha \\ v_0 \sin \alpha \end{pmatrix}$$

(1.20) tenglama yechimi po‘lat shar koordinatalarining t vaqt funksiyasi kabi ifodalanadi:

$$\begin{aligned} x(t) &= v_0 \cos \alpha t \\ y(t) &= v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned} \quad (1.21)$$

Bularni s uchish masofasi va h maksimal ko‘tarilish balandligining h og‘ish burchagi α va v_0 boshlang‘ich tezlikka bog‘liq tenglamalar kabi ifodalash mumkin:

$$s = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad (1.22)$$

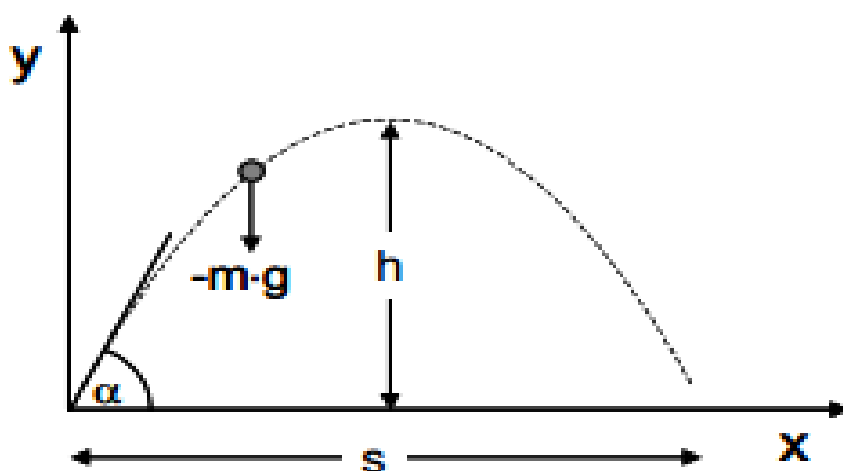
$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha \quad (1.23)$$

Bu tajribada uchish uzoqligi s va h maksimal ko‘tarilish balandligi α og‘ish burchagining funksiyasi sifatida v_0 boshlang‘ich tezlikning uchta turli qiymati uchun aniqlangan.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Katta proyeksion qurilma (336 56) – 1ta
2. Qisqich (301 06) - 2ta
3. Vertikal shkala, 1 m (311 22) – 1ta
4. Po‘lat o‘lchov lentasi, 2 m (311 77) – 1ta
5. Egarsimon asos (300 11) – 1ta

6. Laboratoriya tagligi II (300 76) – 1ta
7. Lotok, 552 x 197 x 48 mm (649 42) – 1ta
8. Kvarts qum 1 kg (309 00 743) – 1ta



7-rasm: Moddiy nuqtaning gravitatsiya maydonidagi harakati. (1.20) tenglama asosida bo‘ladigan harakatning tanlangan koordinatalar sistemasida tavsiflanishi.

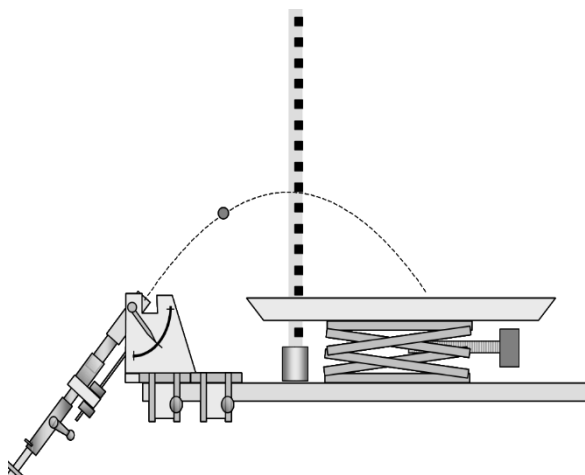
Qurilma:

- Proyeksion qurilmani 8-rasmga ko‘rsatilgani kabi stolga o‘rnatish.
- Lotokni laboratoriya tagligiga o‘rnatish.
- Qum to‘shalma sathi (I usulda) yoki oq qog‘oz varog‘i ustidagi nusxa olish qog‘ozi (II usulda) sathi proyeksion qurilmadagi sharcha sathi (10 sm) bilan bir xil sathda bo‘lsin.
- Trayektoriyaning h maksimal ko‘tarilish balandligini o‘lchash uchun shoxsimon asosga shkala o‘rnatish.

Tajribani o‘tkazish tartibi:

- a) Uchish uzoqligining otilish burchagiga bog‘liqligini aniqlash.
- Berilgan boshlang‘ich v_0 tezlikda s uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog‘liqligini o‘lchang.
 - Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y’ani v_0 boshlang‘ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma: Sharchaning tushish nuqtasi ikki usulda Qum to'shalma (I usul) yoki oq qog'oz varog'i ustidagi nusxa olish qog'ozini qo'yish (II usul) bilan qayd qilinishi mumkin. Ikkinchi usul uchun nusxa olish va oq qog'ozni yopishqoq lenta bilan mahkamlash tavsiya qilinadi. Har bir tushish nuqtasini raqamlab boring (336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasiga qarang).



8-rasm. Uchish uzoqligi va balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlovchi tajriba qurilmasi tuzilish chizmasi. Biror o'zgarish borligini tekshirish uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasi bilan solishtiring.

b) Ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash

- Berilgan v_0 boshlang'ich tezlikda maksimal ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini o'lchang.
- Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y'ani boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma. Trayektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligi vertikal shkalali harakatlanuvchi chizg'ich bilan oson va aniq aniqlanishi mumkin. Qo'shimcha ma'lumot uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasiga qarang.

b) Murakkab harakat: qiya harakat va erkin tushishni solishtirish.

Qisqacha nazariya: Bu tajriba shuni ko'rsatadiki, qiya trayektoriya bo'ylab harakatni vertikal va gorizontal yo'nalgan ilgarilanma harakatlar yig'indisi deb qarash mumkin.

Tajribada v_0 boshlang'ich tezlikli jism (sharcha) gorizontga nisbatan α burchak ostida $t=0$ vaqtda otilgan. Jism ko'chishi aniqlash uchun koordinatalar sistemasi kiritilgan bo'lib, harakat trayektoriyasi xy-tekislikka chiziladi va jismning boshlang'ich vaziyati koordinatalar boshi bilan mos tushadi (9- rasmga qarang). Harakatning x_1 va y_1 tashkil qiluvchilari quyidagilardir:

$$x_1(t) = v_0 t \cos \alpha \quad (1.24)$$

$$y_1(t) = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1.25)$$

bu erda g -erkin tushish tezlanishi.

x_1 tashkil qiluvchi ilgari lanma harakatni y_1 tashkil qiluvchi esa $v_0 \sin \alpha$ boshlang'ich tezlikli vertikal harakatni tavsiflaydi. (1.24) va (1.25) tenglamalarni tajribada tekshirish uchun ikkinchi sharcha koordinatalar sistemasida (s, h) nuqtaga o'rnatilgan (9-rasmga qarang) va birinchi jism otilgach qo'yib yuboriladi hamda erkin tushadi. Bu ko'chish quyidagich ifodalanadi (y_2 tashkil qiluvchi)

$$y_2(t) = h - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1.26)$$

Agar ikkinchi sharcha harakat yo'nalishida qurima uzunligiga teng masofaga qo'yilsa ko'tarilish balandligi va uchish uzoqligi otilish burchagi bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi:

$$h/s = \tan \alpha \quad (1.27)$$

Unda ikkala sharcha ushishi davomida to'qnashadi. (1.24) ga asosan 1-sharcha x -o'qi bo'ylab s masofani bosib o'tishi uchun

$$t_s = \frac{s}{v_0 \cos \alpha} \quad (1.28)$$

teng vaqt o'tadi.

Agar t_s ni (1.25) tenglamaga qo'ysak y_1 tashkil qiluvchi harakat tenglamasiga ega bo'lamiz:

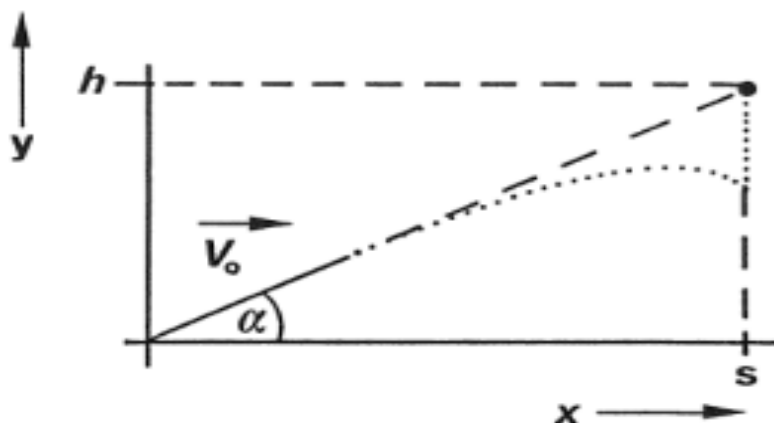
$$y_1(t = t_s) = \frac{s * \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{2} g t_s^2 = h - \frac{1}{2} g t_s^2$$

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \right)$$

Bu tenglama t_s vaqtda erkin tushayotgan ikkinchi jism harakat tenglamasi bilan yaxshi mos tushadi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, agar (1.27) shart bajarilsa ikkala sharchalar ham otilish tezligi v_0 qiymatidan qat'iy nazar to'qnashadilar.

Harakat gorizontal bo'lsa, ikkinchi shar proyeksion qurilma sathida joylashgan bo'lsa va $h=0$ balandlikdan erkin tushishdagi y_2 tashkil qiluvchi quyidagiga teng

$$y_2 = -\frac{1}{2}gt^2$$



9-rasm: Qiya otilgan jism harakatini erkin tushuvchi jism harakati bilan solishtirish.

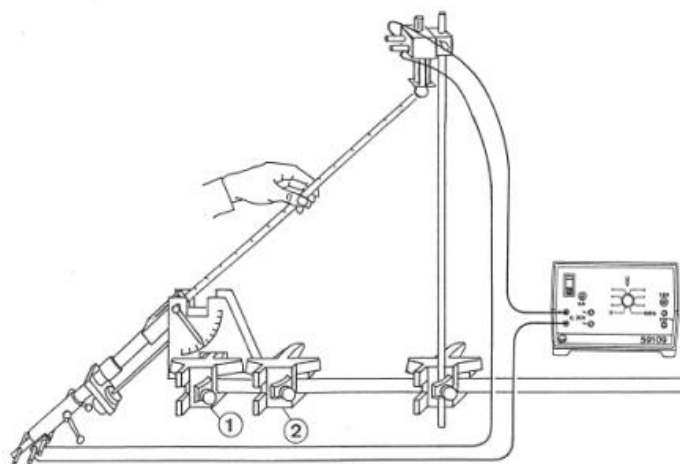
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Katta namoyish qurilmasi (336 56) – 1ta
2. Ushlab turuvchi magnit (336 21) – 1ta
3. Ta'minlash manbai 10 V DC va 2A
4. Past kuchlanishli transformator S (591 09) – 1ta
5. Metall o'lchov lentasi (311 77) – 1ta
6. Qisqichlar (301 07) – 3ta
7. Asosli sterjen, 75 sm (300 43) - 1ta

Qurilmani o'rnatish.

Namoyish qurilmasi prujinasini siqayotganda va ishga tushirganda barmoqlaringizni xavfli zonaga olib bormang.

Katta namoyish qurilmasini stolga eksplyatatsiya yo'riqnomasi va 10-rasm asosida mustahkam o'rnatish. O'rnatilgandan keyin burab qotiriladigan (1) va (2) qisqichlarni mustahkam qotiring.



10-rasm. Qiyalik bo'ylab harakatni o'rganish qurilmasi va qiyalik burchagini o'rnatish.

Tutib turuvchi magnitni quvur oxiriga harakatni to'xtatish uchun 10-rasmda ko'rsatilganidek o'rnatish. Proyeksiya nuqtasi va taglik ustuni orasidagi masofa taxminan 40 sm bo'lishi lozim. Kerakli elektr ulanishlarni amalga oshiring. Ta'minlash manbaini ulang va qurilma prujinasini siqing (qisish darajasi -2) va ikkinchi 30 millimetrli po'lat sharni ushlab turuvchi magnitga biriktiring.

Tajribani bajarish tartibi:

Proyeksion qurilmaning ishga tushirish uchun qattiq siqilgan prujinasini bo'shatish mexnizmini bosing va sharlar uchishi trayektoriyasini kuzating. Kerak bo'lsa proyeksion qurilmani qayta sozlang. Agar sharlar to'qnashsa prujinaning siqilish darajasini o'zgartiring va tajribani takrorlang.

Sinash uchun savollar:

1. Otilish burchagini uchish uzoqligiga bog'liqligini tushuntiring.
2. Otilish burchagini ko'tarilish balandligiga bog'liqligini tushuntiring.
3. Erkin tushayotgan va gorizontga burchak ostida otilgan jismlar harakatlarini bog'liqligini tushuntiring.
4. Burchak ostida otilgan jism tezligining gorizont va vertikal tashkil etuvchilari haqida ayting.

5-laboratoriya ishi

AYLANMA ELASTIK VA NOELASTIK TO‘QNASHUVDA BURCHAK MOMENTINING SAQLANISHINI KUZATISH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 5, 10, 29, 34, 56.)

CASSY Lab 2 tomonidan tavsifnoma Namuna tajribalari va parametrlarni yuklash uchun CASSY Lab 2 help ma'lumotnomasidan foydalaning.

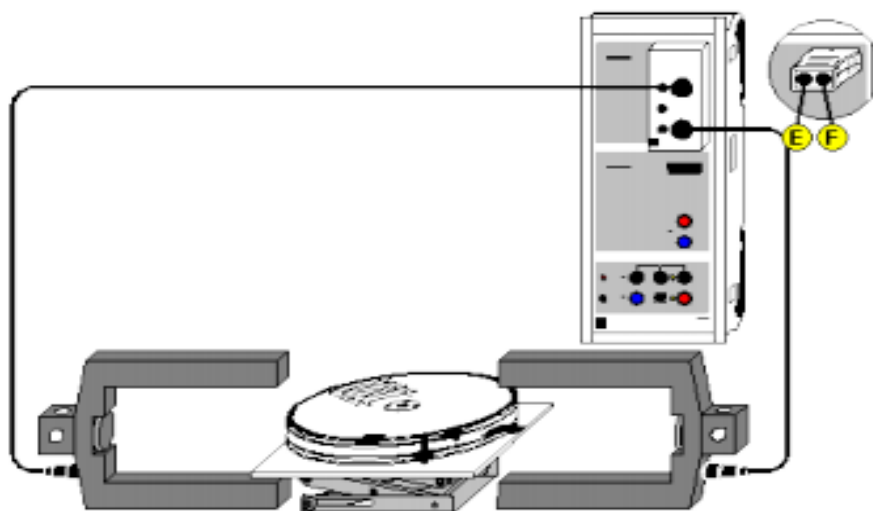
Tajriba maqsadi: Aylanma elastik, noelastik to‘qnashuvlarda burchak momentining saqlanishi. Burchak momenti va energiyaning saqlanishi (aylanma to‘qnashuv)

Qisqacha nazariya: Aylanuvchi modelda ikki jismning ω burchak tezligi to‘qnashuvdan oldin va keyin yorug‘ik datchli ayrilar orasidan o‘tyotganda o‘lchanishi mumkin. Shu usulda burchak momentining elastik va noelastik to‘qnashuvdagi burchak momentining saqlanish qonunini va shuningdek energiya saqlanishi qonunini elastik aylanma to‘qnashishda tekshirish mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Sensor-CASSY (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 (524 034 yoki 524 074) – 1ta
3. Taymer bloki yoki Taymer S -1ta
4. Aylanuvchi model – 1ta
5. Ayriga o‘rnatilgan yorug‘lik datchiklari (337 46) – 2ta
6. Ko‘p o‘zakli kabel, 6-qutbli, 1.5 m (501 16) – 2ta
7. Laboratoriya shtativi II (300 76) – 1ta
8. Windows XP/Vista/7/8 OT kompyuter -1ta

Tajriba qurilmasi (11-rasmga qarang) Aylanuvchi model va yorug‘lik datchigi ayrisining dastlabki vaziyati shunday bo‘lsinki, to‘qnashudan keyin aylanuvchi jismlarga o‘rnatilgan yorig‘lik to‘sgichlar yorug‘lik datchigi ayri ichidan o‘tsin. Yorig‘lik to‘sgichlar ayri ichidan o‘tayotganda yorug‘likni to‘sib o‘tishlari zarur.



11-rasm. Tajriba qurilmasi

Tajribaning o‘tkazish tartibi:

- Inertsia momentlari J_1 va J_2 larni jadvalga kiriting (sichqonchanning o‘ng tugmasini chertish orqali J_1 va J_2 qiymatlarini jadvalga kiritishni faollashtiring).
- To‘qnashuvdan oldin yorig‘lik to‘stgichlarning E va F yorug‘lik datchiklariga nisbatan vaziyatini kiriting (Parametrlar ω_1 , ω_2 , ω'_1 va ω'_2)

To‘rtta turli joylashish holatlari mavjud:

Ikkala yorig‘lik to‘stgich ham yorug‘lik datchigi orqasida.

Chap yorug‘lik to‘stgich yorug‘lik datchiklari orasida, o‘ng yorug‘lik to‘stgich esa yorug‘lik datchigi orqasida.

O‘ng yorug‘lik to‘stgich yorug‘lik datchiklari orasida, chap yorug‘lik to‘stgich esa yorug‘lik datchigi orqasida.

Ikkala yorug‘lik to‘stgich ham ichkarida (tutashgan holda).

- Bayroq eni va radiusini kiriting (shuningdek ω_1 , ω_2 , ω'_1 va ω'_2 parametrlarni ham).
- To‘qnashuvni yuzaga keltiring (agar to‘qnashuvdan oldin burchak tezlik qiymati noldan farq qilsa $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan nolga keltiring) va amin bo‘lingki yorug‘lik datchiklari biron bir boshqa zarb yoki impulsni qayd qilmasin (masalan aylanuvchi jismning qaytish zarbini va h.k.).

- O'lchashlarni ***End of Collision*** buyrug'i bilan to'xtating (o'lchashlar avtomatik ravishda burchak tezligining to'rtta qiymati o'lchangach to'xtatiladi).
- O'lchangan qiymatlarni tahlil qilish uchun tugmasi bilan jadvalga o'tkazing yoki $\rightarrow 0 \leftarrow$ buyrug'i bilab yangi o'lchashni bajarishga kirishing.

Sinash uchun savollar:

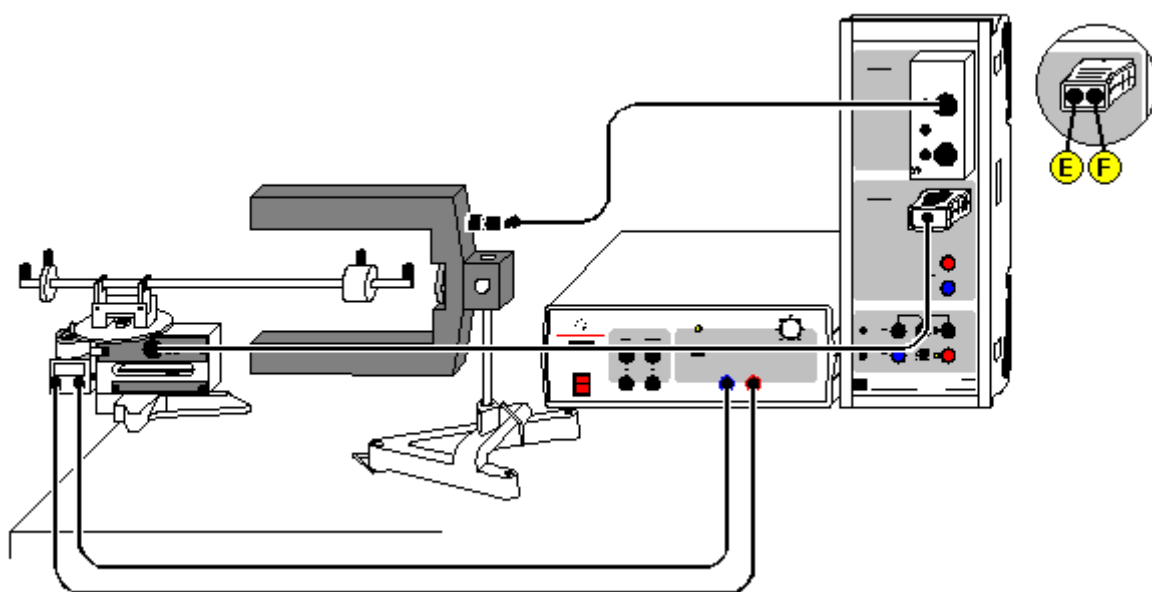
1. Burchak tezligi haqida ma'lumot bering.
2. Elastik va noelastik to'qnashuv haqida ma'lumot bering.
3. Aylanma moment haqida ma'lumot bering.
4. Burchak momentining saqlanishi haqida ma'lumot bering.

6-laboratoriya ishi

AYLANAYOTGAN JISMGA TA'SIR QILUVCHI MARKAZDAN QOCHMA KUCHNI ANIQLASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 6, 10, 32, 38, 55.)

Tajriba maqsadi: Markazdan qochma kuchni o'lchash qurilmasi va CASSY bilan o'lchash. CASSY Lab 2 bilan birga bajariladi Namunalar va ma'lumotlarni yuklash uchun CASSY Lab 2 help menyusidan foydalaning. Markazdan qochma kuchni aniqlash qurilmasi blok sxemasi 12-rasmda keltirilgan.



12-rasm. Aylanayotgan jismga ta'sir qiluvchi markazdan qochma kuchni kuzatishga yordam beruvchi qurulma.

Qisqacha nazariya: Jismlarning trayektoriyasi va tezligini oldindan hech qanday cheklashlar qo'yilmagan holida muayyan kuchlar ta'siridagi harakati erkin harakat deyiladi. Aksincha, jismning trayektoriyasiga va tezligiga oldindan muayyan cheklashlar qo'yilgan bo'lsa, jismning harakati erksiz harakat bo'ladi. Masalan, ipga bog'langan sharchaning gorizontal tekislikda aylanishi, vagonlarning relslar bo'yicha harakati, jismning qiya tekislikda sirpanishi kabi harakatlar erksiz bo'ladi.

Jismning erksiz harakatida unga tashqi (oldindan berilgan) kuchlardan tashqari yana bog‘lanishni yuzaga keltiruvchi jism tomonidan ham kuchlar ta’sir qiladi. Bu kuchlar bog‘lanish reaksiyalari deb ataladi. Ipga bog‘langan sharcha aylana bo‘ylab harakatlanganda ipning sharchaga ko‘rsatgan ta’sir kuchi $F_{m.i.}$ (bog‘lanish reaksiyasi) markazga intilma kuch bo‘ladi.

Markazga intilma kuchning kattaligini Nyutonning ikkinchi qonuni

$$F = ma \quad (1.29)$$

dan foydalanib markazga intilma kuch uchun quyidagi munosabatlarni hosil qilamiz:

$$F_{m.i.} = m \frac{v^2}{R} \quad (1.30)$$

Nyutonning uchinchi qonuniga muvofiq, aylana bo‘ylab harakatlanayotgan jism o‘z navbatida unga bog‘lanish qo‘yayotgan jismga kattaligi markazga intilma kuchga teng, lekin qarama-qarshi yo‘nalgan kuch bilan ta’sir qiladi. Masalan, ipga bog‘langan sharchaning aylanma harakatida ip sharchaga qanday kuch bilan ta’sir qilsa, sharcha ham ipga shu kuchga teng, lekin qarama-qarshi tomonga yo‘nalgan kuch bilan ta’sir qiladi. Bu kuch markazdan qochma kuch deb ataladi. Markazdan qochma kuch radius bo‘ylab aylana markazidan yo‘nalgan bo‘ladi.

Markazdan qochma kuch qurilmasi F markazdan qochma kuchning r nuqtada joylashgan jism m massaga bog‘liqligini tajribaviy tadqiq qiladi. Aylanish markazidan r masofada ω burchak tezlik bilan aylanayotgan jismga ta’sir qiluvchi markazdan qochma kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$F = m\omega^2 r \quad (1.31)$$

Markazdan qochma kuch qurilmasida sterjenga mahkamlangan m massali yukka ta’sir qiluchi F -markazdan qochma kuch sterjen orqali va aylanuvchi o‘qqa o‘rnatilgan tenzodatchikka beriladi. Tenzodatchikka qo‘yilgan kuch elektrik usulda o‘lchanadi. Tajriba uchun mo‘ljallangan aniqlik darajasida prujina deformatsiyasi elastikdir va deformatsiya koeffitsiyenti F kuchga proporsionaldir.

Agar mavjud markazdan qochma kuch qurilmasi (347 21) markazdan qochma kuch nuqtasi (524 0681) bilan modernizatsiya qilinsa ham o‘lchashlar va

natijalarni qayta ishlash usuli o'zgarmaydi va S-markazdan qochma kuch qurilmasi bilan farqi yo'q. Markazdan qochma kuch qurilmasini (347 21) markazdan qochma kuch muftasi (5240681) bilan ishlatishdan oldin nol holati va kuchni ko'paytirish koeffitsiyenti markazdan qochma kuch muftasi yo'riqnomasiga asosan o'rnatilishi lozim.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. CASSY-sensori (524 010 yoki 524) – 1ta
2. CASSY Lab (013 524 220) – 1ta
3. Taymerli adapter yoki S-Taymer (524 034 yoki 524) - 1ta
4. Markazdan qochma kuch qurilmasi-S (074 524 068) – 1ta
5. Ta'minlash manbai (521 49) – 1ta
6. Shoxsimon yorug'lik datchigi (337 46) – 1ta
7. Ko'p ozakli kabel, 6-o'zakli (501 16) – 1ta
8. Tutgichli qisqich (301 06) – 1 ta
9. Sterjen asos-taglik, V-simon, 20 sm (300 02) – 1ta
10. Sterjen ustun, 10 sm (300 40) - 1ta
11. Juft kabellar, 50 sm, qizil va ko'k (501 45) – 1ta
12. Windows XP/Vista/7/8 OT o'rnatilgan kompyuter

Tajriba qurilmasi (12-rasmga qarang)

Markazdan qochma kuch qurilmasini tutgichli qisqichlar bilan stolga mahkamlang. Yorug'lik datchigi sterjenli asos taglik bilan o'rnatilgan bo'lib shunday joylashtiriladiki, aylanayotgan sterjen U-simon datchikli dastak orasidan bimalol o'ta olsun. Ammo U-simon oraliqdan m-massali jism o'tib yorug'likni to'sib qo'ymasligi zarur. Markazdan qochma kuch qurilmasi B kirishga ulanadi, yorug'lik datchigi 6-qutbli kabel bilan taymer korpusi A kirishiga Sensor-CASSY ga ulanadi. Markazdan qochma kuch aylantirish yuritmasi ta'minlash manbaiga ikkita kabellar bilan ulanadi.

Yuritmaning ta'minlash kuchlanishi shunday tanlanishi zarurki, bunda o'lchangan kuch qiymati 15 N dan oshmasligi zarur.

Tajribani o'tkazish tartibi:

Parametrlarni o'rnatish

- Aylanuvchi dastak tinch turganda ekrandagi kuchni 0 ga o'rnatish. Buning uchun markazdan qochma kuch qurilmasida Settings Force FB1 tugmasini bosib $\rightarrow 0 \leftarrow$ o'rnatish (sichqonchaning o'ng tugmasi bilan).
- Kompensatsiyalovchi yuklarni qurilmaning qisqa dastagiga shunday o'rnatishki bunda o'lchangan F kuch yuksiz ammo xavfsizlik vintlari bilan o'tkazilgandagi kabi bo'lsin.
- Past ω burchak tezligidan boshlang, o'lchangan kuch qiymatini qo'lda  tugmasi bilan jadvalga kiriting.
- O'lchashni kattaroq burchak tezligida davom ettiring (Kuchlanishni ortiring).
- Qator o'lchashlar o'tkazishda m massani o'zgartirib ($r = o'zgarmas$) va r ni o'zgartirib ($m = o'zgarmas$) hollarda o'lchashlar olib boring. Buning uchun **Measurement** $\rightarrow$ **Append New Measurement Series** funksiyasini tanlang va kichik burchak tezliklardan boshlang.

Sinash uchun savollar:

1. Markazdan qochma kuch qurilmasini ishlash prinsipi haqida ma'lumot bering.
2. Aylana bo'yicha harakat haqida ma'lumot bering.
3. Koriolis kuchi haqida ma'lumot bering.
4. Butun dunyo tortilish qonuni haqida ma'lumot bering.

7-laboratoriya ishi

ERKIN GIROSKOPNI AYLANMA HARAKATINI O'RGANISH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 5, 6, 10, 32, 38, 57.*)

Tajriba maqsadi: Erkin giroskop pressesiyasini va Giroskop chayqalishini o'rganish.

Qisqacha nazariya: Giroskop pressesiyasi giroskop tashqi kuch ta'sirida harakatlanganda sodir bo'ladi. Giroskop shindeliga aylantiruvchi moment tasir qilsa shindel bu aylantiruvchi momentga mos aylanmaydi, u faqat to'g'ri burchakka buriladi.

Giroskopda koordinata boshidan o'tuvchi va koordinata boshiga burchak ostida bo'lgan aylanish o'qi mavjud (13-rasm). Koordinata boshidan giroskop og'irlik markazigacha bo'lgan masofa s va giroskop o'qining Z -o'qiga nisbatan og'ishi α ga teng.

Giroskopning impuls momenti quyidagiga teng

$$\vec{L} = J \cdot \vec{\omega} \quad (1.32)$$

bu erda ω - giroskop aylanma chastotasi,

J -giroskopning 3-o'qqa nisbatan inertsia momenti.

L qiymati odatda vaqtga bog'liq bo'ladi ya'ni $L = f(t)$. Giroskopning og'irlik markaziga ta'sir qiluvchi $F = mg$ og'irlik kuchi aylantiruvchi momentni hosil qiladi va giroskop o'qining aylanishiga sabab bo'ladi.

$$\vec{M} = \vec{d} \cdot \vec{F} = m \cdot \vec{d} \cdot \vec{g}$$

shuning uchun

$$M = d \cdot F \sin \alpha = m \cdot d \cdot g \sin \alpha \quad (1.33)$$

M kuch momenti F va d ga bog'liq bo'lib tekislikka nisbatan perpendikulyar yo'nalgan bo'lib dL impuls momentining o'zgarishiga olib keladi. dL impuls momentining o'zgarishi impuls momenti oniy qiymatiga perpendikulyar yo'nalgan. M kuch momenti tomonidan hosil qilingan qo'shimcha impuls momenti quyidagicha boladi:

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$dL = L \sin \alpha \, d\varphi \quad (1.34)$$

bundan (13-rasmga qarang), quyidagi kelib chiqadi, bu erda

$$M = L \sin \alpha \frac{d\varphi}{dt} = L \sin \alpha \, \omega_p$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega_p$$

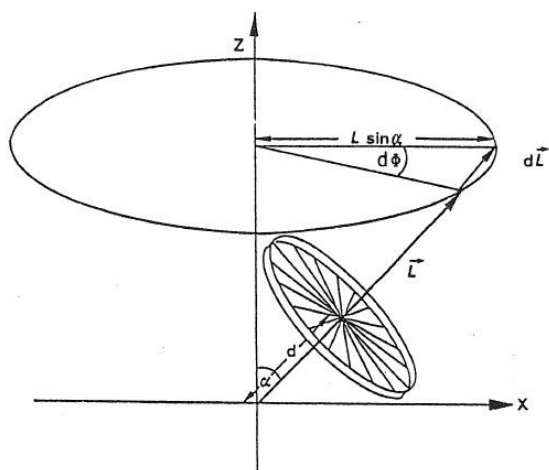
precession chastota.

(1.32), (1.33) va (1.34) asosida quyidagini olish mumkin:

$$\omega_p = \frac{m g d}{L} = \frac{d}{\omega} \frac{m g}{J} \quad (1.35)$$

Bundan aytish mumkinki, pressesiya chastotasi d og'irlik markazidan tayanch nuqtasigacha bo'lgan masofaga to'g'ri proporsional va giroskop aylanish chastotasiga teskari proporsionaldir. Bu giroskop shpindeli va Z-o'q orasidagi burchakka bog'liq emas.

(bu yerda differensiallash uchun $\omega_p \ll \omega$ giroskop tez deb qaralgan)



13-rasm. Giroskop pressesiyasi

d bevosita anialana olmaydi chunki giroskop og'irlik markazi P noma'lumdir. O'lchashlardagi bu kattalik-masofa giroskop spindelining quyi nuqtasi va giroskop azimuti yuqori nuqtasi orasidagi masofadir.

S_0 giroskop spindeli yuqori nuqtasi va spindelidagi ochilgan pazi orasidagi masofa. Giroskop og'irlik markazi P bo'ladi agar yuqoridan qo'yilgan qismi aniq pazga joylashsa. Agar $S = S_0$ giroskop og'irlik markazi va tayanch nuqtalari ustma-ust tushsa, ya'ni giroskop muvozanat holatini saqlasa, chapga yoki o'ngga og'masa (erkin giroskop kabi). Tanlangan har qanday P uchun

$$d = s_0 - s \quad (1.36)$$

d qiymati musbat yoki manfiy va pressesiya harakat yo'nalishi soat strelkasi bo'ylab yoki teskari bo'lishi tayanch nuqtasi o'girlik markazidan yuqorida yoki pastda bo'lishiga bog'liq.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Taglikli sterjen, 100 sm (300 44) – 1ta
2. Taglikli sterjenlar, 25 sm (300 44) – 2ta
3. Leybold multiqisqichlar (301 01) – 1ta
4. Burama qisqich, yakkalik (301 07) – 1ta
5. Shoxsimon yorug'lik datchigi (337 46) – 2ta
6. Katta giroskop (348 18) – 1ta
7. Ulanish kabellari, 6-uyali, 1.5 m (501 16) – 2ta
8. Ĭ-sanagich (575 51) – 1ta
9. Raqamli sanagich (575 50) – 1ta
10. Boshqarish kaliti (575 51) – 1ta
11. Yuklar, har biri 100 g (590 24) – 10 ta
12. Ulanish simlari, 25 sm (501 23) – 2ta
13. Shtangosirkul (311 52) – 1ta
14. Dinamometr, 100 N (314 201) – 1ta
15. Taglik asos (300 02) – 1ta

O‘rnatish: 14-rasmda keltirilgan tajriba qurilmasini yig‘ing. Pressesiya chastotasini o‘lchash uchun yorug‘lik datchigidan, boshqaruv bloki va raqamli sanagichdan foydalaning. Pressesiya davrini o‘lchash uchun 13-rasmda ko‘rsatilgan boshqaruv bloke qora tugmasini bosing va tanlash kalitini “man” holatiga o‘tkazing. Raqamli sanagichni vaqtni o‘lchash holatiga o‘tkazing.

Eslatma: Aylanma chastota ω giroskop spitsalari bilan yorug‘lik datchigidan o‘tishi chastotasi f bilan aniqlinishi mumkin. Bir aylanish yorug‘lik yo‘lidan 18 marta o‘tishga mos keladi (18 ta spetsa):

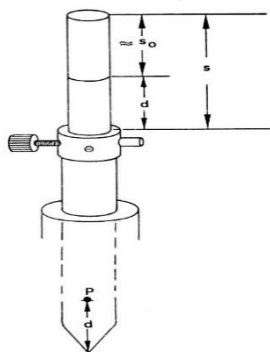
$$\omega = 2\pi f = 2\pi N/18$$

(N : sanagich ko‘rsatishi)

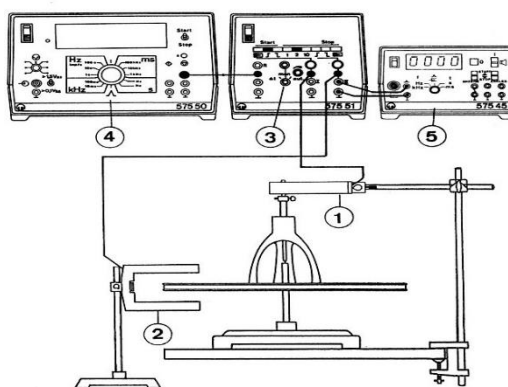
Tajribani o‘tkazish tartibi:

Maqbul s masofani shtangensirkul bilan o‘rnating. Groskopni vertikal o‘rnating va asos taglikni shunday joylashtiringki, giroskop spesiylari yorug‘lik datchigi virtual o‘qida yorug‘lik nurini kesib o‘tsin. Giroskopni harakatga keltiring. O‘ng qo‘l bilan yuqori nuqtasidan mahkam ushlab chap qo‘l bilan giroskop g‘ildiragini aylantiring, giroskop tez aylansin ammo 3 Hz dan tezroq emas. Giroskop shpindelini sekin qiyalatingki, goroskop pressessiyasi shindellarning qo‘shimcha tebranishisiz sodir bo‘lsin.

Giroskop sekin-asta sekinlashguncha ω_p va ω qiymatlarni bir necha marta o‘lchang. Amin bo‘lingki, pressessiya chastotasi mos w aylanish chastotasida o‘lchangan bo‘lsin. Tajribani s ning bir necha qiymatida olib boring. S_0 ni shtangensirkul bilan o‘lchang.



14-rasm



15-rasm

Giroskop chayqalishi

Tajriba maqsadi: Azimutda muvozanatda turuvchi giroskopning chayqalish chastotasining aylanish chastotasiga bog'liqligini o'lchash. $f_n = f_z \frac{J_z}{J_{xy}}$

bog'lanishni nazariya bilan solishtirish

- J_z - z o'qi bo'ylab inertsia momenti
- J_{xy} - ekvatorial o'q bo'ylab inertsia momenti

Qisqacha nazariya: Aylantiruvchi moment ta'sir qilmayotgan simmetrik giroskop og'irlik nuqtasida muvozanatda bo'ladi va uning impuls momenti quyidagiga teng va doimiydir

$$L = J\omega$$

bu yerda ω - giroskopning burchak tezligi, J-inertsia tenzoridir. Bizning tajribada qo'llanilayotgan giroskop uchun J inertsia momenti quyidagi tashkil qiluvchilarga ega

$$J = \begin{pmatrix} J_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & J_{xy} & 0 \\ 0 & 0 & J_z \end{pmatrix}$$

Agar burchak tezlik yo'nalishi inertsia momenti asosiy o'qlari bo'ylab yo'nalmagan bo'lsa, L va ω yo'nalishi mos tushmaydi. Natijada, giroskopning koordinata boshi bilan bog'langan o'qi bir nuqtada doimiy turmaydi, ammo impuls momenti vektori yo'nalishi bo'ylab f- "**chayqalish chastotasida**" aylanadi. Burchak tezlik ω ikkita tashkil qiluvchiga ajratilishi mumkin ω_z -giroskop o'qi bo'ylab aylanish burchak chastotasi va ω_n chayqalish burchak tezligi (16- rasmga qarang). ω yo'nalishi ham "**oniy aylanish o'qi**" kabi aniqlanadi. L, ω va ω_z yo'nalishlari doimo bir tekislikda yotadi.

ω_z va ω_n orasidagi bo'g'lanishni hisoblash uchun biz giroskop harakatini giroskop tanasi bilan bog'langan koordinatalar sistemasining laboratoriya bilan bog'langan Dekart koordinatalar sistemasi bilan mos kelgan vaqtda o'rganamiz.

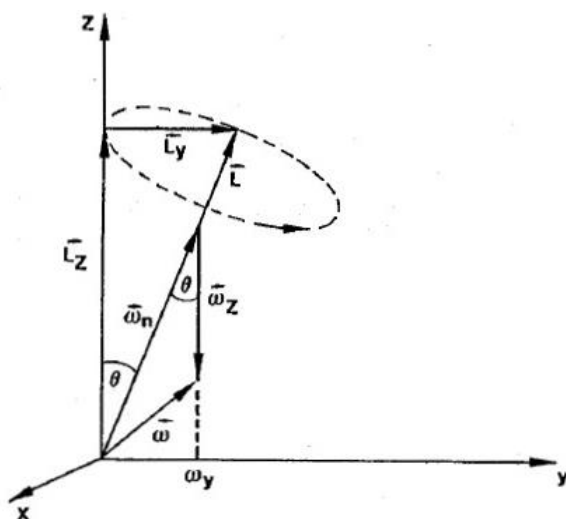
Dastlab, quyidagi tenglamalar L impuls momenti tashkil qiluvchilari uchun o‘rinlidir:

$$L_y = J_{xy}\omega_y = L \sin\theta \quad (1.37)$$

$$L_z = J_z\omega_z = L \cos\theta \quad (1.38)$$

L_x nolga teng chunki, L (x , y) tekislikda yotadi. 16-rasmda biz quyidagini olishimiz mumkin:

$$\sin\theta = \frac{\omega_y}{\omega_n} \quad (1.39)$$



16-rasm. Qo‘llaniladigan o‘zgaruvchilar va (1.40) tenglamani differensiallashtirish uchun; matnga qarang.

(1.37) va (1.39) dan dastlab quyidagini olishimiz mumkin

$$L = J_{xy} \omega_n$$

Agar biz (1.38) tenglamadan L ni yo‘qotib bu tenglamani ω bo‘yicha yechsak ω_n uchun quyidagini olamiz

$$\omega_n = \omega_z \frac{J_y}{J_{xy} \cos\theta}$$

yoki 2π ga bo‘lingandan keyin va kichik θ burchaklar uchun

$$f_n = f_z \frac{J_y}{J_{xy}} \quad (1.40)$$

Aylanish chastotasi f_z va chayqalish chastotasi f_n orasidagi bo'g'lanishni ifodalovchi proporsionallik koeffitsiyenti tajribada miqdor jihatdan ko'rsatildi. Agar giroskopning asosiy inertsia momentlari J_z va J_{xy} ma'lum bo'lsa proporsionallik koeffitsiyenti J_z / J_{xy} ham aniqlanishi mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. U-simon yorug'lik datchigi (337 46) – 2 ta
2. Ulanish kabellari, 6-o'zakli (501 16) – 2ta
3. Taglik asosga o'rnatilgan katta giroskop (348 18) – 1ta
4. Sanagich-P (575 45) – 1ta
5. Raqamli snagich (575 50) – 1ta
6. Boshqaruv paneli (575 51) – 1ta
7. Taglikli sterjen, 75 sm (300 43) – 1ta
8. Taglikli sterjen, 47 sm (300 42) – 1ta
9. Taglikli sterjen, 25 sm (300 41) – 1ta
10. Leybold multiqisqichlari (301 01) – 1ta
11. Stolga qo'yiladigan qisqich(tutgich), yakka (301 07) – 2ta
12. Ulash simlari, 25 sm – 2ta

Qurilma:

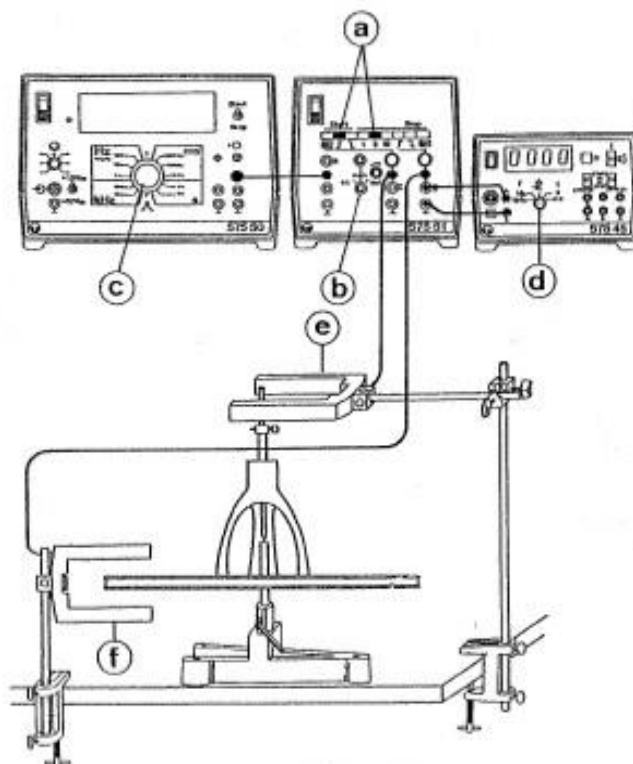
Qurilmani 17-rasmda ko'rsatilgani kabi tuzing va bir birga biriktiring va ulang.

Boshqaruv panelidan qora rangdagi (a) tugmani bosib T_n chayqalish davrini o'lchang. "man" rejimi uchun (b) kalitni ulang. Vaqt shkalasini ms ga va chastotani 1 kHz qilib tanlash uchun (c) tugmani "Hz" shkala rejimni tanlash uchun (d) tugmani bosing.

Giroskopni shunday sozlangki, og'irlik markazi tayanch sterjen oxirida bo'lsin. Buni posibnik vtulkasida mahkamlagichni siljitib tekshiring. Giroskop o'qini qiya holda saqlab uni sekin aylanish holatiga o'tkazing va qo'yib yuboring. Pressesiya harakati sodir bo'lmasin.

Sozlash uchun yordamchi ma'lumot: to'g'ri sozlangan holda podshibnik korpusi yuqori nuqtasi podshibnik panelida ko'rsatilgan belgi sathida bo'ladi.

Girooskop tagligini shunday siljitingki val (e) yorug'lik datchigi nurini kesib otsin, keyin esa (f) yorug'lik datchigini shunday o'rningingki, nurini girooskop spetsiyalari kesib o'tsin (kesib o'tish holati yorug'lik datchigidagi LED diodlar bilan indikatsiya qilinadi).



17-rasm. Chayqalish chastotasi f_n va aylanish chastotasi f_z ni aniqlash qurilmasi.

Tajribani o'tkazsh tartibi:

Chap qo'lingiz bilan girooskop validan ushlang va chap qo'lingiz bilan girooskop tez aylanishi uchun bir nech bor turtki bering. Girooskop valini qo'yib yuborganingizda unga yon tomonga qarab kichik turtki beringki, chayqalish boshlanganda u yorug'lik datchigi nuri yo'lini kesib o'tsin.

Boshqaruv panelida reset tugmasini bosib T chayqalish davrini sanagich bilan aniqlang. P sanagichdagi 18 f nurni kesib o'tish soniga (18-spetsiya) 1 ta aylanish yoki bir davr to'g'ri keladi.

Tajribani aylanish tezligi kamayishi barobarida bir necha marta takrorlang (Har bir o'lchashdan oldin reset tugmasini bosishni unutmang).

Sinash uchun savollar:

1. Og'irlik markazi haqida ma'lumot bering.
2. Planetalar aylanishi haqida ma'lumot bering.
3. Aylanma momentning saqlanish qonuni haqida ma'lumot bering.
4. Pirildoqlar haqida ma'lumot bering.

8-laboratoriya ishi

MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ERKIN TUSHISH

TEZLANISHINI ANIQLASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 1, 4, 6, 29, 30, 33, 34, 55.)

Tajriba maqsadi: Mayatnik tebranish davrining mayatnik ipi uzunligiga bog'liqligini aniqlash. Mayatnik tebranish davrining mayatnik og'ish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Tebranish (va to'lqin) tabiatda va texnikada ko'p kuzatiladigan va yaxshi ma'lum bo'lgan hodisadir. Bu hodisani ham nazariy ham amaliy o'rganish fizikaning fundamental asoslarini tushunish va o'rganishda juda muhim hisoblanadi. Shuningdek bu tajribalar nazariy va amaliy fizika orasidagi bog'liqlikni elementar darajada tushunishga imkon beradi.

Matematik mayatnik tajribasi mexanik tebranishni modelini vaqt va uzunlikni o'lchash bilan tavsiflovchi ko'plab turli tajribalar orasida eng mashhuri hisoblanadi. Boshqa mexanik tebranishlar modelini tadqiq qilish uchun quyidagilarga murojaat qiling: fizik mayatnik (ya'ni teskari mayatnik: P1.5.1.2 to P1.5.1.6), prujinali mayatnik (P1.5.2.1 yoki S-laserli harakat sensori bilan CASSY tajribalari: PCP1.5.1 dan PCP1.5.5 gacha) va aylanma tebranish (P1.5.3.1 dan P1.5.3.4 gacha) bularning bari o'rganilishi zarur bo'lgan tebranishlarning asosiy turlaridir (erkin, majburiy va vaotik tebranishlar titrash tebranishi bilan birga).

Oddiy matematik mayatnik deganda L uzunlikdagi vaznsiz ipga osilgan m massali moddiy nuqta tushuniladi. Ishqalanish kuchlarini hisobga olmagan holda moddiy nuqta harakati Nyuton qonunlari asosida nazariy ravishda quyidagicha tavsiflanishi mumkin:

$$J \frac{d^2\phi}{dt^2} + D \sin\phi = 0 \quad (1.41)$$

$J = mL^2$: osma chetiga nisbatan inertsia momenti

$D = mgL$ kuch momenti

g-erkin tushish tezlanishi

ϕ -og‘ish burchagi

m-massa

Kichik burchaklar ($\sin\phi \approx \phi$) uchun (1.41) tenglama yechimi moddiy nuqta quyidagi tebranish davri bilan o‘g‘irlik kuchi ta’sirida tebranishini ko‘rsatadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1.42)$$

Shuning uchun mayatnik tebranish davri T va L uzunligini bilgan holda matematik mayatnikdan g erkin tushish tezlanishini aniqlash mumkin.

Mayatnik tebranishi ham energiya aylanishini kuzatish mumkin bo‘lgan standart namunadir. (1.41) tenglamani t vaqt bo‘yicha integrallab energiyaning saqlanish tenglamasi ilinishi mumkin:

$$L_2 \left(\frac{d\phi}{dt} \right)^2 + 2gL(1 - \cos\phi) = E_{kin} + E_{pot} = E_0 = const \quad (1.43)$$

E_{kin} - kinetik energiya

E_{pot} - potensial energiya

E_0 - to‘la energiya

$\phi = \alpha$ bo‘lgan nuqtada burchak tezlik nolga tenglashadi va potensial energiya minimal qiymatga erishadi:

$$E_0 = 2gL(1 - \cos\alpha) \quad (1.44)$$

(1.43) tenglamani (1.44) tenglama bilan almashtirsak kattaroq og‘ish burchaklari uchun tebranish davrini aniqlash imkoni paydo bo‘ladi:

$$\frac{T}{4} = \sqrt{\frac{L}{g}} \int_0^\alpha \frac{d\phi}{\cos\phi - \cos\alpha}$$

$k = \sin\alpha/2$ deb olsak tebranish davri quyidagicha aniqlanadi

$$T = 4 \sqrt{\frac{L}{g}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\phi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\phi}} = 4 \sqrt{\frac{L}{g}} K(k)$$

Bu yerda $K(k)$ birinchi tartibli elliptik integral. Tebranish davri uchun berilgan $K(k)$ tartibni davom ettirsak:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\phi}{2} + \dots\right) \quad (1.45)$$

O'gish burchagining kichik qiymatlarida ya'ni $\phi \leq 7^\circ$ bo'lsa, tebranish davri (1.42) tenglama natijasiga yaqin bo'ladi – bu tenglama esa m massali jismga ta'sir qiluvchi barcha kuchlarni hisobga olgan (1.41) tenglama.

Mazkur tajriba qurilmasida po'lat sharcha po'lat simga osilgan. (Muqobil sifatida po'lat sim o'rniga leskadan (309 48) foydalanish ham mumkin.) Osmo mayatnik ilgakli burama mixga o'rnatilgan moslamada ishqalanishni kamaytirish uchun uchi bilan igna (ishqalanishni kamaytirish uchun) qo'yilgan.

Metall sharcha massasi po'lat sim massasidan ancha katta va osma turli ishqalanishlardan holi yoki minimallashtirganda matematik mayatnikning nazariy modelining approximationsidir.

Natijalar aniqligini oshirish uchun tebranishlar sonini ham oshirish zarur. Bunday holda erkin tushish qiymatidagi xatolik faqat mayatnik uzunligi qiymatidagi xatolikka bog'liq bo'ladi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Osmaga osilgan sharli mayatnik (346 39) – 1ta
2. Po'lat o'lchash lentasi, 2 m (311 77) - 1ta
3. Stopli soat (313 07) – 1ta

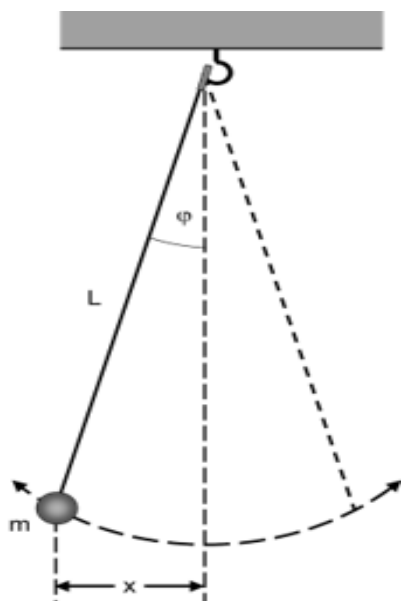
Tajribaning o'tkazish tartibi:

a) Tebranish davrini og'ish burchagi funksiyasi sifatida aniqlash

- Mayatnik uzunligini 1.0 metrdan uzunroq qilib tanlang.
- Bir nechta burchaklar uchun 10 davrni olchang.

Og'ish burchagini ϕ ni aniqlash uchun mayatnik tagiga x ni aniq o'lchash uchun metall o'lchagich o'rnatilgan (18- rasmga qarang). Og'ish burchagi quyida berilgan trigonometrik tenglamadan aniqlanadi:

$$\phi = \arcsin \frac{x}{L} \quad (1.46)$$



18-rasm. L uzunlkdagi ϕ burchakka og‘dirilgan matematik mayatnik tebranish davrini aniqlash qurilmasi.

b) Tebranish davrining uzunlikka bog‘liqligini aniqlash

- Mayatnik uzunligini 1.0 metrdan uzunroq qilib tanlang.
- O‘lchash xatoligini kamaytirish uchun 10 tebranish davrini o‘lchang
- Mayatnik uzunligi L ni o‘lchang.
- Tajribani mayatnikning uzunligini o‘zgartirib takrorlang. Mayatnik uzunligini 0.8 m dan 2.0 m gacha oraliqda tanlash tavsiya qilinadi.

Sinash uchun savollar:

1. Matematik mayatnik haqida ma’lumot bering.
2. Mayatnik tebranish davrining mayatnik og‘ish burchagiga bog‘liqligi haqida ma’lumot bering.
3. Muvozanat va oddiy tebranishlar haqida ma’lumot bering.
4. Tebranish vaqtida kuch va potensial energiya haqida ma’lumot bering.

9-laboratoriya ishi

TOR TEBRANISHLARINI O'RGANISH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 3, 4, 6, 10, 30, 33, 55, 57.)

Tajriba maqsadi: Torning tebranish chastotasining tor uzunligiga va tarangligiga bog'liqligini aniqlash

Qisqacha nazariya: Tor tarang tortilganda tor uzunligi L u tarqatadigan mexanik to'lqinning uzunligining yarmiga teng bo'ladi: $L = \lambda / 2$. Shuning uchun torning asosiy toni chastotasi quyidagicha aniqlanadi

$$f = c/(2L) \quad (1.47)$$

bu erda c tor bo'ylab tarqaladigan to'lqin fazasi tezligi. Faza tezligi taranglik kuchi F , tor ko'ndalang kesimi yuzasi S va tor zichligiga bog'liq

$$c^2 = F/(A\rho) \quad (1.48)$$

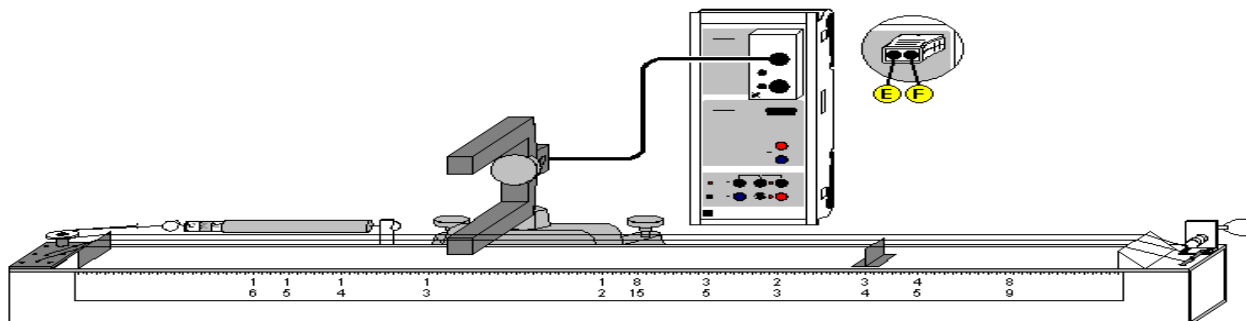
Tajribada tebranish chastotasi f va mos holda tovush balandligi tor uzunligi hamda taranglik kuchi funksiyasi sifatida o'lchanadi. Buning uchun CASSY 2 T tebranish davrini o'lchash uchun katta aniqlikdagi sekundomer sifatida qo'llaniladi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. CASSY Sensori (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 (524 220) – 1ta
3. Taymer adapteri yoki Taymer S (524 034 yoki 524 074) – 1ta
4. Shoxsimon yorug'lik to'suvchi, infraqizil (337 46) – 1ta
5. Ko'p o'zakli kabel, 6-o'zakli, 1.5 m (501 16) - 1ta
6. Monoxord (414 01) – 1ta
7. Yuqori aniqlikli dinamometr, 100 N (314 201) – 1ta
8. V-shaklli stend asosi, 20 cm (300 02) - 1ta
9. Stend yo'lkasi, 10 cm (300 40) – 1ta
10. Stend yo'lkasi, 25 cm (300 41) – 1ta
11. Leybold multiqisqichi (301 01) – 1ta
12. Windows XP/Vista/7/8 operatsion tizimi o'rnatilgan PC

Tajriba qurilmasi (19-rasmga qarang)

T tebranish davri monoxordning yog‘och rezonans qutisi va tor orasiga o‘rnatilgan shoxsimon yorug‘lik to‘sgich bilan o‘lchanadi. Yorug‘lik to‘sgich CASSY-Sensor kirishi A ga taymer orqali ko‘p ozakli kabel bilan ulangan.



19-rasm. Tajriba qurilmasi

Tajribani o‘tkazish uchun eslatma:

T- tebranish davrini aniqroq o‘lchash uchun shoxsimon yorug‘lik to‘sgichni doimo torning tebranuvchi qismi o‘rtasiga joylashtirish lozim. T tebranish davri tor nurni tebranish davri mobaynida ikki marta kesib o‘tsagina aniqlanadi. Buning uchun shoxsimon yorug‘lik to‘suvi ichida joylashgan qizil yorug‘lik diod nurini tor muvozanatda bo‘lgan holatida yopib turishi lozim. Bundan tashqari Tebranish qiymatini qayd qilish mobaynida tilga olingan qizil yorug‘lik diodi eng chekka og‘ishlar orasida bo‘lishiga e‘tibor qiling. Shoxsimon yorug‘lik to‘suvida infraqizil nur uchun ikkita kichik appertura (tirqish) mavjud. Tor kichik tirqish ustiga o‘rnatilgandagina yaxshi natijaga erishilishi mumkin (kerak bo‘lganda to‘sgichni ozroq burung). Tebranish davomida tor monoxord usti sirtiga nisbatan parallel harakat qilishi lozim.

Torning taranglik kuchi F darajalangan dinamometr bilan o‘lchanib, rostlanishi mumkin. Buning uchun dinamometr bilan birga buraladigan ilgak ham qo‘yilgan. Tordagi taranglik kuchi buraladigan ilgak bilan o‘zgartirilishi mumkin. Tajribani o‘tkazish davomida dastlab taranglik kuchi 100 N qilib o‘rnatilsa va keyin kamaytirib borilsa yaxshi natijaga erishiladi.

O'lchashlar davomida torning tebranuvchi qismi uzunligi L siljiydigan taglik bilan o'zgartirilishi mumkin. Tor tebrantirilganda torning tebranishda ishtirok etmaydigan qismiga qo'l bilan teginmang.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

a) Taranglik kuchini o'zgartirish.

Parametrlarni o'rnatish:

- Buraluvchi ilgak yordamida taranglik kuchini 90-100 N qiymatda o'rnatish.
- Jadvalga dinamometr ko'rsatgan F taranglik kuchi qiymatini yozib oling
- Shoxsimon yorug'lik to'suvchini tor ositga joylashtiring. Tor tinch turganida tor kichik tirqish ustiga to'g'ri kelishini va bunda qizil yorug'lik diodi yonmagan bo'lishi lozim. Kerak bo'lganda shoxsimon yorug'lik to'suvchini qayta o'rnatish.
- Torni ohista chertib tebrantiring (tor tebranishi mobaynida yorug'lik diodi yonishi kerak), va shu zahoti (2-3 sekund ichida) ekrandagi o'lchangan qiymatlarni jadvalga o'tkazing (tajribani 7, 8 marta o'tkazib natijalarni kuzating) (F_9 tugmasini bosib).

b) Tor uzunligini o'zgartirish.

Parametrlarni o'rnatish:

- Taglikni surib tor uzunligini keragicha o'rnatish.
- Tor uzunligini aniqlab jadvalga yozib qo'ying.
- Qizili yorug'lik diodi o'chganligini tekshiring, kerak bo'lganda yorug'lik to'suvchi shoxni qayta o'rnatish.
- Torni ohista chertib parallel tebrantiring (tor tebranishi mobaynida yorug'lik diodi yonishi kerak), va shu zahoti (2-3 sekund ichida) ekrandagi o'lchangan qiymatlarni jadvalga o'tkazing (tajribani 7, 8 marta o'tkazib natijalarni kuzating) (F_9 tugmasini bosib).

Sinash uchun savollar:

1. Torning tebranish chastotasining tor uzunligiga va tarangligiga bog'liqligi.
2. Elastik to'lqinlar.
3. Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar.
4. To'lqinning tarqalish tezligi. To'lqin uzunligi.

10-laboratoriya ishi

ENERGIYA SAQLANISH QONUNINI MAKSVEL DISKI YORDAMIDA O'RGANISH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 4, 10, 30, 33, 34, 57.*)

Tajriba maqsadi: Energiya saqlanishi qonuniga kirish. Potensial energiyaning kinetik va aylanma harakat energiyasiga aylanishida energiya miqdorini o'lchash. Maksvel diski inertsia momentini aniqlash

Qisqacha nazariya: Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonuni ko'p asrlik tajribalarning yakunidir. Qonunning g'oyasi birinchi marta 1748-yilda rus olimi M.V. Lomonosovning materiya va harakatning saqlanish qonunida ifodalangan edi. Deyarli yuz yildan so'ng turli jarayonlar (mexanik va issiqlik, kimyoviy va elektr, mexanik va elektr, kimyoviy va issiqlik, issiqlik va elektr jarayonlari) ning bog'liqligini o'rganishga doir ishlarning umumlashtiruvchi tadqiqotlar tufayli energiyaning saqlanishi, bir turdan ikkinchi turga aylanishining umumiy qonuni yaratildi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi.

Yopiq sistemadagi barcha hodisalarda energiya hech vaqt bordan yo'q bo'lmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. U faqat bir turdan ikkinchi turga yoki bir jismdan ikkinchi jismga o'tib, miqdor jihatdan i'zgarishsiz qoladi.

Bu qonunni mexanik hodisalarga tatbiq qilib quyidagicha ifodalash mumkin: *mexanik hodisalarda energiya hech vaqt bordan yo'q bo'lmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, balki teng miqdorda potensial energiya ko'rinishidan kinetik energiya ko'rinishiga va, aksincha, aylanib turadi.*

Umumiy holda, jism bir vaqtda ham kinetik energiyaga, ham potensial energiyaga ega bo'lishi mumkin. Bu energiyalarning yig'indisi *to'la mexanik energiyani* tashkil qiladi.

Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonuni tabiatning hech istisnosiz eng umumiy qonunidir; yangidan ochiladigan jarayon va hodisalar uni tasdiqlaydi, xolos. Biroq, bu qonun eng umumiy bo'lgani uchun ham uning

umumiy nazariy isboti yo‘q va faqat xususiy hollar (aniq jarayonlar) uchun nazariy isbot qilinishi mumkin.

Mexanik energiyaning saqlanish qonunini namoyish qilish uchun Maksvel diskidan foydalaniladi. Agar disk qo‘lda yuqoriga ko‘tarilsa va pastga tusha boshlasa E_{pot} potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi $E_{rot} + E_{trans}$ (aylanish va o‘zgargan energiya).

Sistemaning to‘la energiyasi E esa o‘zgarmasdir:

$$E = E_{pot} + E_{rot} + E_{trans} \quad (1.49)$$

yoki

$$E = mgh + \frac{m}{2} v^2 + \frac{I}{2} \omega^2 \quad (1.50)$$

bu erda m -massa va I -disk inertsia momenti, h -ko‘tarilish balandligi, v -chiziqli tezligi va ω -burchak tezligi. g -erkin tushish tezlanishi.

Tinch holatda ($v = 0$ va $\omega = 0$) deb hisoblab, harakat pastga yo‘nalganda (1.50) tenglamani quyidagicha yozish mumkin

$$mgh = \frac{m}{2} v^2 + \frac{I}{2} \omega^2 \quad (1.51)$$

r shpindel radiusini bilgan holda v chastotani quyidagicha aniqlash mumkin:

$$v = \omega r \quad (1.52)$$

(1.52) va (1.51) bilan disk inertsia momentini aniqlash mumkin:

$$I = mr^2 \left(\frac{2gh}{v^2} - 1 \right) \quad (1.53)$$

bunda $m = 450 \text{ g}$, $r = 3 \text{ mm}$ va $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Maksvel disklari (331 22) – 1ta
2. U-simon tutgichga o‘rnatilgan yorug‘lik datchigi (337 46) – 1ta
3. Ko‘p o‘zakli kabel, $l = 1.5 \text{ m}$ (501 16) – 1ta
4. Sanagich-S (575 471) – 1ta
5. Magnit tutgichli qaytuvchi mexanizmli adapter (336 25) – 1ta

6. Ko'rsatkichli o'lchagich (311 23) – 1ta
7. Egarsimon asos (300 11) – 1ta
8. Support block (301 25) – 1ta
9. Taglik asos MF (301 21) – 2 ta
10. Sterjen ustun, 50 cm (301 27) – 2ta
11. Sterjen ustun, 100 cm (300 44) – 2ta
12. Leybold multiqisqichi (301 01) – 4ta

Tajriba qurilmasi

Tajriba qurilmasini 20-rasmga asosan yig'ing. Dastlab yo'rug'lik to'silishi sezuvchi datchikli ramka o'rnatiladigan po'lat ustunlarni yig'ing. Keyin Maksvel diskli sterjenni shunday o'rningi, disk o'qi ikki uchi bir sathda bo'lsin. Tajribani boshlashdan oldin diskni pastga va yuqoriga bir necha marta harakatlantirsangiz yaxshi natijaga erishasiz.

Ulash kalitini boshqarish blokiga ulang. Shkalali o'lchagichni U-simon tutgichga o'rning. Shkala ko'rsatkichi yuqoridan disk o'qining eng yuqori holatiga to'g'rilangan bo'lsin. Bunday holati tajriba davomida o'zgarish kerak. Eng quyi ko'rsatkichi esa yorug'lik nurini to'sish nuqtasi o'ri bilan barobar bo'lsin.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Tajribada disk boshlang'ich holatdan yorug'lik datchigigacha bo'lgan masofani o'tguncha ketgan vaqt t o'lchanadi va s masofa o'tgandagi disk tezligi aniqlanadi.

Masofa 15 sm dan 55 sm gacha bo'lib 5 sm oralatib o'zgartirib boriladi.

a) Boshlang'ich holatdan yo'rug'lik datchigigacha bo'lgan s masofada t harakat vaqtini o'lchash

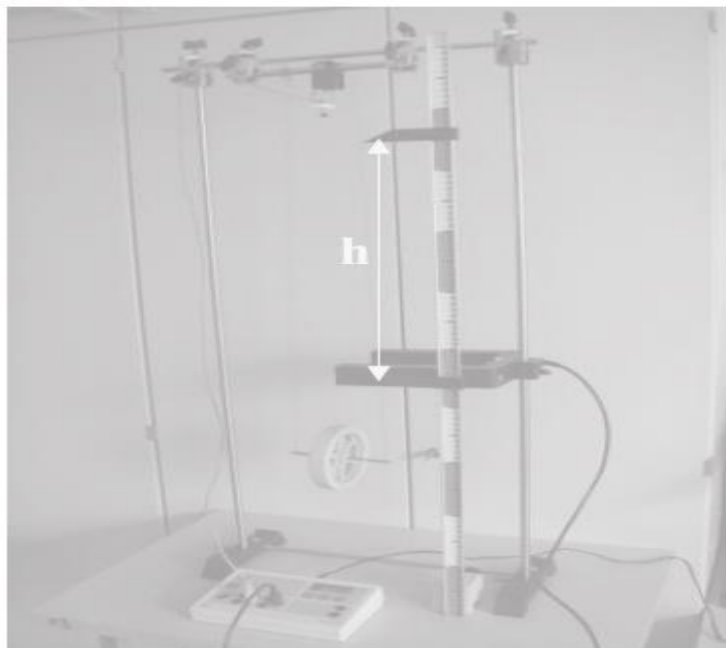
- Klavishli kalitni sanagichning E portiga ulang. Yorug'lik datchigini F portga ulang.

- $t_{E \rightarrow F}$ rejimini tanlang - Diskni yuqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring (21-rasm).

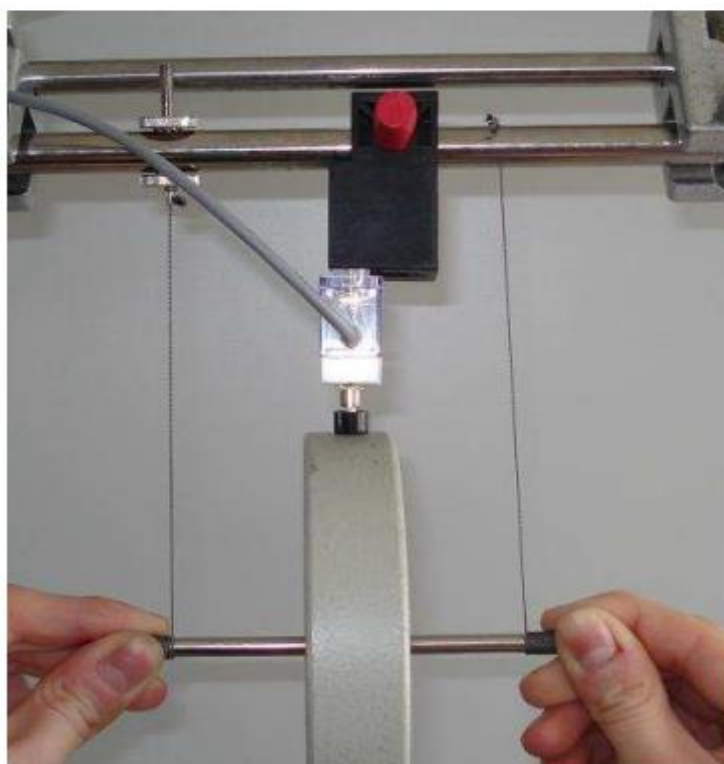
- START tugmasini bosing

- Diskni qo'yib yuboring (sanagich hisoblashni boshlaydi)

- Disk yorug'lik datchigidan o'tishi bilan o'lchash to'xtaydi
- t tushish vaqtini yozib oling.



20-rasm: Maksvel disklari yordamida energiya saqlanishi qonunini tekshirish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi.



21-rasm: Diskning boshlang'ich holati

b) Yorug'lik datchigi yaqinidagi v tezlikni aniqlash

- Yorug'lik datchigini elektron sanagichning E portiga ulang
- t_E rejimini tanlang
- Diskni yuqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring (21-rasm).
- Start tugmasini bosing.
- Diskni qo'yib yuboring (sanagich hali hisoblashni boshlamaydi) Disk yorug'lik datchigidan o'tishi davomida o'lchash amalga oshiriladi
- Δt vaqtini yozib oling.
- ϑ tezlik qiymatini quyidagi ifodadan aniqlang

$$\vartheta = \frac{d}{\Delta t} \quad (1.54)$$

shpindel diametri $d = 6 \text{ mm}$.

Sinash uchun savollar:

1. Maksvel diski ishlash prinsipi haqida ma'lumot bering.
2. Energiya saqlanish qonunini tushuntiring.
3. Potensial energiyaning kinetik va aylanma harakat energiyasiga aylanishini tushuntiring.
4. Inertsia momentini haqida ma'lumot bering.

11-laboratoriya ishi

HAVODAGI TOVUSH TEZLIGINING HARORATGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 2, 3, 5, 6, 32, 34, 36, 57.)

Tajriba maqsadi: Muhitdagi tovush tezligining haroratga bog'liqligini o'rganish.

Qisqacha nazariya: Tovush to'lqinlari ham barcha to'lqinlar kabi muhitda tarqaladi va bo'shlikda tarqala olmaydi. Shuning uchun ham vakuumdan tovush uzatilmaydi.

Gazlarda va suyuqliklarda tovush to'lqinlari faqatgina bo'ylanma bo'lishi mumkin. Chunki bu muhitlar faqatgina siqilish (cho'zilish) deformatsiyasiga nisbatangina elastiklik qobiliyatiga ega. Qattiq jismlar esa ham siqilish (cho'zilish) ham siljish deformatsiyalariga nisbatan elastik bo'lganliklari uchun ularda tovush to'lqinlari ham bo'ylanma ham ko'ndalang bo'lishi mumkin.

Bahorda avval chaqmoq chaqnashini keyin esa momaqaldiroq tovushini eshitamiz. Bu hodisa tovushning tezligi yorug'likning tezligidan juda kichik ekanini ko'rsatadi.

Tovushning $T=273K$ da havodagi tezligi $V = 331 \text{ m/s}$ ga teng. To'lqinlarning tarqalish tezligi muhitga va haroratga bog'liq. Bu xususiyat tovushning tarqalish tezligiga ham xosdir.

To'lqinlar manbai va qabul qiluvchining bir-biriga nisbatan harakatlanishi natijasida qabul qilinayotgan to'lqinlar chastotasining o'zgarishiga Dopler effekti deyiladi.

Mazkur tajriba tovush impulsining havodagi tarqalish tezligini gruppaviy va fazaviy tezliklari teng bo'lgan holda aniqlaydi. Tovush impulsi "titrovchi" membranali karnayga arrasimon kuchlanish berib hosil qilinadi. Bunda zarb natijasida havoda zarb to'lqini hosil bo'ladi. Tovush impulsi mikrofon yordamida karnaydan malum masofada qabul qilinadi.

c-tovush tezligini aniqlash uchun biz, tovush impulsining karnayda hosil bolishi va mikrofondan qabul qilinishi orasidagi t vaqtini o'lchaymiz. Karnayda

shakllanadigan impulsning aniq boshlanish nuqtasini to'g'ridan-to'g'ri aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun mikrofonni bir marta s_1 ikkinchi marta s_2 nuqtaga qo'yib o'lchash olib boriladi. Tovush tezligi $\Delta s = s_1 - s_2$ yo'llar farqi va o'tish vaqtlari farqi $\Delta t = t_1 - t_2$ nisbati kabi quyidagicha aniqlanadi $c = \Delta s / \Delta t$.

Tovush qurilmasiga isitgichdan isitilgan havo yuboriladi shu bilan birga shu vaqtda bu qurilma o'lchashga ta'sir qiluvchi tashqi faktorlar harorat farqi va havo konveksiyasi kabilarni blokirovka qiladi. Bu tizimda p bosim o'zgarmas saqlanadi (atrof muhitning amaldagi bosimi). T harorat ortishi bilan ρ havo zichligi kamayadi va tovush tezligi ortadi.

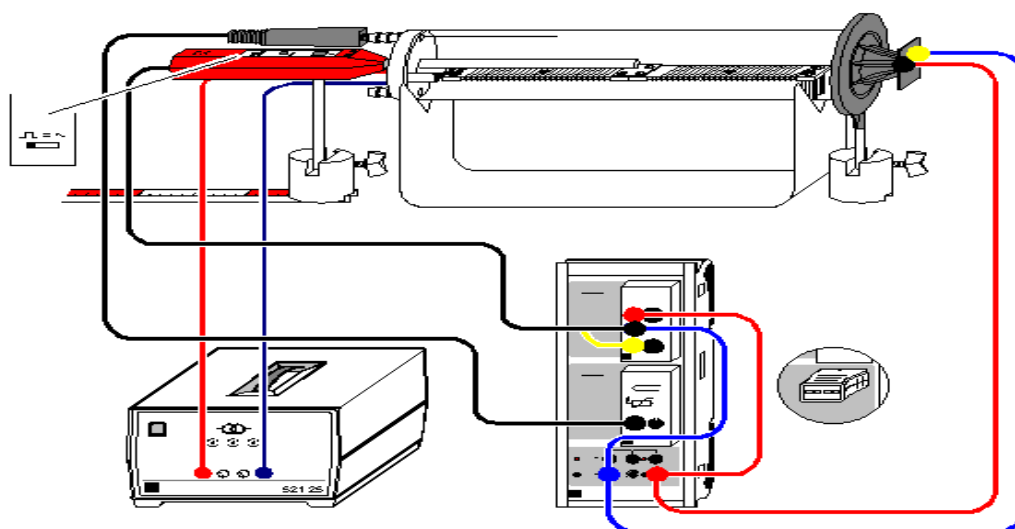
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Sensor-CASSY (524 010 yoki 524 013) – 1ta
2. CASSY Lab 2 (524 220) – 1ta
3. Timer (524 034) – 1ta
4. Haroratni o'lchash bloki (524 045) – 1ta
5. NiCr-Ni harorat sensori (666 193) – 1ta
6. NiCr-Ni S adapteri (524 0673) - 1ta
7. NiCr-Ni harorat sensori, K tipli (529 676) – 1ta
8. Tovush tezligini qayd qilish qurilmasi (413 60) – 1ta
9. Quvur va ga'ltaklar uchun taglik (516 249) – 1ta
10. Yuqori chastotali tovush dinamigi (587 07) – 1ta
11. Universal mikropfon (586 26) – 1ta
12. Transformator 12 V/3.5 A. (521 25) – 1ta
13. Shkalali metall rels, 0.5 m (460 97) – 1ta
14. Egarsimon izolyatsiyali taglik (300 11) – 2ta
15. Juft kabel, 25 sm, qizil va qora (501 44) – 1ta
16. Juft kabel, 100 sm, qizil va ko'k (501 46) – 1ta
17. Windows XP/Vista/7/8 OT kompyuter – 1ta

Tajriba qurilmasi (22-rasmga qarang)

- Isitgichni tovush tezligini o'lchash qurilmasidagi plastik quvurga tutashtiring.

- Plastik quvurni quvur va shlanglar uchun mo'ljallangan taglikka joylashtiring va yuqori chastotali karnayni iloji boricha mustahkam o'rning.
- Universal mikrofonni o'rtadagi tirqishga taxminan 1 sm chuqurlikka o'rning va harakatlenganda quvur ko'ndalang kesimiga parallel qolishini ta'minlang. Universal mikrofon rejimlarni tanlash muruvatini "Trigger" (ishga tushurish) holatiga o'tkazing. Mikrofonni ishga tushirishni esdan chiqarmang.
- Darajalangan metall relsni tezda egarsimon tutgich ostiga qo'ying.
- Sensor-CASSY dagi A kirishga timerni va B kirishga haroratni qayd qilish qurilmasini ulang va zanjirni rasmdagi kabi ulang, S ta'minlash manbaidan kuchlanishni maksimal qilib o'rning.



22-rasm Tajriba qurilmasi

Tajribani o'tkazish tartibi:

a) Xona haroratidagi o'lchashlar

Qurilmani ishga tushuring

- Sekundomer orqali o'lchashlarni bir necha marta takrorlang.
- Siljiydigan kontaktga ega bo'lgan mikrofon butun yo'l davomida plastik quvur ichida bo'lib, metall relsda Δs masofada (Δs mikrafondan yuqori chastotali karnaygacha bo'lgan masofa) o'zgarishlarni seza oladi.

-  Sekundomer orqali o'lchashlarni bir necha marta takrorlang.
- $c = \Delta s / \Delta t$ ifodadan foydalanib tovush tezligini aniqlang (Draw Mean dan foydalanib grafikdan tovush o'tishi vaqtining o'rtacha qiymatini aniqlang).

b) Haroratga bog'liqligini o'lchash

Qurilmani ishga tushiring

- Universal mikrofonni o'rnatish.
- Xona haroratida yana Δt_{A1} o'tish vaqtini aniqlang va aniqlangan tovush tezligidan foydalanib $s = c \Delta t_{A1}$ mikrofon va dinamik orasidagi masofani hisoblang, hamda bu qiymatni jadvalga yozing (s-ustundagi birinchi qatorga kiriting).
- Qizdirgichni ta'minlash manbaiga (12 V, tok 3.5 A atrofida) himoyalangan kabel bilan ulang.
- Tok o'tish vaqtini  sekundomer orqali har 5 °C da aniqlang.

Sinash uchun savollar:

1. Tovush tebranishlari deb nimaga aytiladi?
2. Tovush bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda tezligini o'zgarish sabablarini tushuntiring.
3. Tovush tezligini temperaturaga bog'liqligi.
4. Tovush bosimini tushuntiring.

2–BOB. MOLEKULAR FIZIKA

1-laboratoriya ishi

QATTIQ JISMLARNI CHIZIQLI KENGAYISH KOEFFITSIYENTINING TEMPERATURAGA BOG‘LIQLIGINI O‘RGANISH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 7, 9, 12, 37, 39, 43, 57.)

Tajriba maqsadi: Latun, po‘lat va shishani chiziqli kengayish koefitsiyentlarining temperaturaga bog‘liqligini o‘lchash

Qisqacha nazariya: Qattiq jismlar ma‘lum shaklga va hajmga ega bo‘lishlari bilan xarakterlanadi. Qattiq jismlar bir-biridan ichki tuzilishi jihatidan batam om farq qiluvchi kristall va amorf jism lar ko‘rinishida uchraydi. Lekin hozirgi zamon fizikasida qattiq jism deganda kristall jismlar nazarda tutiladi, amorf jismlar o‘ta qovushoq suyuqlik sifatida qaraladi. Kristall jismlarda atom yoki molekulalar bir-biriga nisbatan ma‘lum bir tartibli vaziyat egallab joylashadi. Buning oqibatida kristallning tashqi ko‘rinishi ma‘lum geometrik shaklga ega bo‘ladi. Agar kristall tarkib topgan zarralarni bir-biriga to‘g‘ri chiziq bilan tutashtirsak, fazoviy yoki kristall panjara deb ataladigan panjara hosil bo‘ladi. Kristallning ayrim zarralari panjarani hosil qilgan chiziqlarning kesishgan nuqtalarida — panjara tugunlarida joylashgan boladi. Bu zarralar musbat va manfiy ionlar, neytral atom va molekulalar bolishi mumkin.

Qizdirilgan jism o‘lchamlarining kattalashuvi, sovutilganining esa, kichiklashuvi kundalik hayotdan ma‘lum. Haroratning ko‘tarilishi natijasida jism chiziqli o‘lchamlarining va hajmining ortishiga **issiqlikdan kengayishi** deyiladi.

Harorat ortishi bilan atomlarning to‘la energiyasi ortadi, demak issiqlik tebranma harakat amplitudasi ortadi. Natijada qattiq jism zarralarining muvozanat holatlari orasidagi o‘rtacha masofa kattalashadi, ya‘ni issiqlikdan kengayish ro‘y beradi.

Chiziqli kengayish. Bizga T_0 haroratli va l_0 uzunlikli qattiq jism berilgan bo‘lsin. Uni bir o‘lchamli, ya‘ni ko‘ndalang kesim yuzasi uzunligiga nisbatan e‘tiborga olmaydigan darajada kichik deb olamiz. Jismni T haroratgacha, ya‘ni $\Delta T = T - T_0$

haroratga isitaylik. Natijada uning uzunligi l gacha, yani $\Delta l = l - l_0$ ga ortadi. Qizigan jismning uzunligi harorat o'zgarishiga chiziqli bog'liq.

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (2.1)$$

bu yerda α -ga chiziqli kengayishning harorat koeffitsienti deyiladi. Agar α ni aniqlasak

$$\alpha = \frac{\Delta l}{\Delta T l_0} \quad (2.2)$$

birligi
$$[\alpha] = \frac{[\Delta l]}{[\Delta T] l_0} = \frac{1}{K} \frac{m}{m} = 1 K^{-1}$$

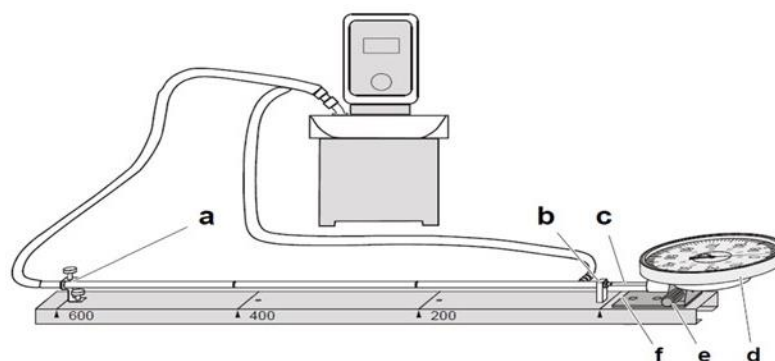
α jismni nisbiy chiziqli kengayishi $\Delta l/l_0$ ning harorat o'zgarishi ΔT ga nisbati bilan aniqlanadi. Boshqacha aytganda jismning harorati 1 K ga o'zgarganda, uning uzunligi dastlabki uzunligining qancha qismiga o'zgarganini ko'rsatadi.

Har qanday asbob-uskuna, mashinalarni yasashda ular tayyorlanadigan materiallarning issiqlikdan kengayishi hisobga olinadi. Misol uchun elektr qurilmalarida turli xil metallar, yoki metall va shishalarning kavsharlanishiga zarurat bo'lsa unda chiziqli kengayish harorat koeffitsientlari bir-biriga yaqin bo'lganlarinigina tanlash zarur. Aks holda qizish yoki sovush natijasida mexanik kuchlanish vujudga kelib asbobni ishdan chiqarishi mumkin.

Ko'plab mashina va mexanizmlarning issiqlikdan kengayishi maqsadga muvofiq bo'lmagan qismlari invordan yasaladi. Ko'rsatishi haroratga bog'liq bo'lmasligi uchun invordan soat mayatniklari, geodeziya uzunlik o'lchov asboblari yasaladi.

Quvur yo'llarini qurishda ma'lum masofada bukri qismlar qilinadi. Bu qismlar quvurlarni isishda yoki sovushda uzunligi o'zgarishi natijasida buzilishdan saqlaydi.

Elektr uzatish simlarining osiltirib qo'yilishida ham o'tkazgich materialining issiqlikdan kengayishi hisobga olinadi. Elektr yordamida yuruvchi transport vositalarining o'tkazgichlari yuklar yordamida tortib qo'yiladi va hokazolar.



23-rasm. Quvurlarning chiziqli kengayishini temperatura funksiyasi sifatida o'lchash bo'yicha tajriba qurilmasini kengaytiruvchi apparat bilan birgalikdagi sxematik ko'rinishi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Bo'ylama kengayishni o'rganish uchun asbob (381 341) – 1ta
2. Siferblatli indikator, 10 mm (361 15) – 1ta
3. Siferblatli indikatorni tutgich (381 36) – 1ta
4. Termometr -10... dan +110 °C gacha (382 34) – 1ta
5. Sirkulyasion termostat +25 ...dan +100 °C gacha (666 768) – 1ta
6. Nasos (666 7703) – 1ta
7. Silikonli quvurlar, 7 mm Ø (667 194) – 2ta
8. Toza suv, 5 l (675 3410) – 2ta

Tajriba qurilmasi

23-rasmda tajriba qurilmasi sxematik tarzda tasvirlangan.

- Siferblatli indikatorni (381 36) (e) tutgichdagi vintni burang (tafsilotlar uchun kengaytiruvchi apparat instruksiyasidan 381 341 foydalaning) va siferblatli indikatorni (361 15) (d) o'z o'rniga o'rnatish.

- Kengaytiruvchi apparatning qo'zg'almas tayanchini (a) 600 belgisiga o'rnatish va latun quvurning ochiq uchini qo'zg'almas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting.

- Latun quvurning yopiq uchini biriktiruvchi quvur qismini yo'naltirgichga (b) shunday bir tekis siljitingki qisqa quvur (f) pastga qarasin.

- Latun quvurni qo'zg'almas tayanchga mustahkamlash uchun vintni burab qotiring (vint quvurdagi xalqasimon o'yiqa kirishi kerak).

- Kengayuvchi qismni oʻrnatish (c) (siferblatli indikator 361 instruksiyasining mos varagʻiga qarang)

- Sirkulyasion termostatni ishga tayyorlang va uni ulang. (Toʻliqroq bayonnoma tafsilotlari uchun, 666 768 instruksiyaning mos varagʻiga murojat qiling.)

Diqqat: Sirkulyasion termostaddan foydalanishdan oldin uning instruksiyasini diqqat bilan oʻqib chiqing.

- Sirkulyasion termostat vannasini distillangan suv bilan toʻldiring.

- Asbobni silikonli quvurlar yordamida sirkulyasion termostadga ulang, yaʼni latun quvurning ochiq uchini va qisqa quvurni (f) termostat nasosining qisqa quvuriga biriktiring

- Suv vannasining temperaturasi T oʻlchash uchun termometrdan (382) foydalaning.

Tajribani oʻtkazish tartibi:

- Nolni oʻrnatish uchun siferblatli indikatorning korpusini buring

- Boshlangʻich temperaturani oʻlchang, yaʼni xona temperaturasi T_0 .

- Sirkulyasion termostatni ulang va uning temperaturasi T_0 ga nisbatan 5 K ga kattaroq qilib oʻrnatish.

- Toki termodinamik muvozanat oʻrnatilmaguncha kuting.

- Temperaturani T oʻlchang.

- Siferblatli indikatorning koʻrsatishini yozib oling.

- T temperaturani taxminan 5 K qadam bilan 373 K gacha koʻtaring.

- Latun quvur xona temperaturasigacha sovushiga imkon bering.

- Latun quvurni poʻlat quvur bilan almashtiring va kengaytiruvchi apparatning qoʻzgʻalmas tayanchini (a) 600 belgisiga oʻrnatish va poʻlat quvurning ochiq uchini qoʻzgʻalmas tayanchga kiritib, bir tekis siljiting

- Shunday tajribalarni shisha trubka bilan ham bajaring. Bu holda temperatura T ni taxminan 10 K qadam bilan koʻtaring.

Sinash uchun savollar:

1. Qattiq jismlar deb nimaga aytiladi?
2. Kristall va amorf jismlar haqida ma'lumot bering.
3. Qizdirilgan jism o'lchamlarining kattalashuvini nazariy yo'l bilan tushuntiring.
4. Quvurlarnin chiziqli kengayishini temperatura funksiyasi sifatida o'lchash bo'yicha tajriba qurilmasini haqida ma'lumot bering.

2-laboratoriya ishi

SUYUQLIKLARNING HAJMIY KENGAYISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 7, 8, 10, 37, 38, 43, 47, 55.)

Tajriba maqsadi: Dilatometrning hajmini V_0 aniqlash. Suvni va etanolni hajmlarining kengayishini temperaturaning funksiyasi sifatida o‘lchash va ularning hajmiy kengayish koeffitsiyentlarini γ aniqlash. Suv bilan etanolning hajmiy kengayish koeffitsiyentlarini taqqoslash.

Qisqacha nazariya: Agar idish ichidagi V_0 hajmga ega suyuqlikning temperaturasi ϑ , $\Delta\vartheta$ ga o‘zgarsa, qattiq jismda kuzatiladigandek, uning hajmi ΔV_0 ga o‘zgaradi.

$$\Delta V_0 = \gamma V_0 \Delta\vartheta \quad (2.3)$$

Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash

Amalda hajmiy kengayish koeffitsiyenti γ suyuqlikning temperaturasiga ϑ bog‘liq emas, ammo suyuqlikning turiga bog‘liq. Umuman olganda suyuqliklar odatda, qattiq jismlarga nisbatan ko‘proq kengayadi. Hajmiy kengayish koeffitsiyenti dilatometr yordamida aniqlanishi mumkin.

Dilatometr tor bo‘g‘izli shisha kolba bo‘lib, uning ustki tomonidan, radiusi r ma‘lum bo‘lgan ochiq kapillyar mahkamlanadi. Kapillyardagi suyuqlikning sathi h uning yon tomoniga chizib qo‘yilgan milimetrli shkala bo‘yicha aniqlanadi. Shisha kolba suvli vannada bir tekis qizdirilsa, suyuqlikning hajmi kengayishi evaziga kapillyardagi suyuqlikning sathi ko‘tariladi. Suyuqlik sathining o‘zgarishi Δh hajmning o‘zgarishiga mos keladi, ya‘ni

$$\Delta V = \pi r^2 \Delta h \quad (2.4)$$

bu yerda $r = (1.5 \pm 0.08)$ mm.

Ammo, bundan tashqari qizishda dilatometrni o‘zining ham kengayishini hisobga olish kerak. Bunday kengayish suyuqlik sathining o‘zgarishiga to‘sqinlik qiladi. Shunday qilib, suyuqlik hajmining o‘zgarishini quyidagidan aniqlash mumkin:

$$\Delta V_0 = \Delta V + \Delta V_D \quad (2.5)$$

bu yerda ΔV_D dilatometr hajmining o'zgarishi bo'lib, u quyidagidan aniqlanadi:

$$\Delta V_D = \gamma_D V_0 \Delta \vartheta \quad (2.6)$$

bu yerda $\gamma_D = 0.84 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

(2.3), (2.5), va (2.6) formulalardan foydalanib, suyuqlikning hajmiy kengayish koefitsiyentini aniqlash formulasini keltirib chiqarish mumkin:

$$\gamma = (1/V_0) (\Delta V / \Delta \vartheta) + \gamma_D \quad (2.7)$$

Dilatometning V_0 hajmini ham aniqlash kerak bo'ladi. U quyidagicha aniqlanadi: oldin bo'sh quruq dilatometrning massasi m_1 o'lchanadi, shundan so'ng ochiq kapillyarning pastki belgisigacha suv bilan to'ldirilgan dilatometrning massasi m_2 o'lchanadi. Turli temperaturalar uchun suv zichliklari keltirilgan jadvaldan (1-jadvalga qarang) foydalangan holda, dilatometrning hajmi quyidagi formuladan topiladi:

$$V_0 = (m_2 - m_1) / \rho \quad (2.8)$$

Jadval 1. Toza suv zichligining ρ temperaturaga bog'liq ϑ funksiyasi sifatida adabiyotlarda keltirilgan natijalar

ϑ	$\rho, g/sm^3$	ϑ	$\rho, g/sm^3$
15 °C	0.999099	23 °C	0.997540
16 °C	0.998943	24 °C	0.997299
17 °C	0.998775	25 °C	0.997047
18 °C	0.998596	26 °C	0.996785
19 °C	0.998406	27 °C	0.996515
20 °C	0.998205	28 °C	0.996235
21 °C	0.997994	29 °C	0.995946
22 °C	0.997772	30 °C	0.995649

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Dilatometer (382 15) – 1ta
2. Termometr, 10 dan 110 0 C gacha (382 34) – 1ta yoki
3. NiCr-Ni temperatura datchigi (666 193) – 1ta
4. Yakka kirishli raqamli termometr (666 190) – 1ta

5. O'quv laboratoriya tarozisi 311 (315 05) – 1ta
6. Diametri $d = 150$ mm va quvvati 1500 W bo'lgan qizdirgich (666 767) – 1ta
7. Mustahkam shishadan tayyorlangan, hajmi 400 ml bo'lgan menzurka (664 104) – 1ta
8. V shaklidagi shtativ asosi (300 02) – 1ta
9. Uzunligi 47 sm bo'lgan shtativ ustuni (300 42) – 1ta
10. Multi qisgich Leybold (301 01) – 2ta
11. Diametri $0 \div 80$ mm bo'lgan universal qisgichlar (666 555) – 2ta
12. Etanol, denaturat, 1 l (671 972) – 1ta

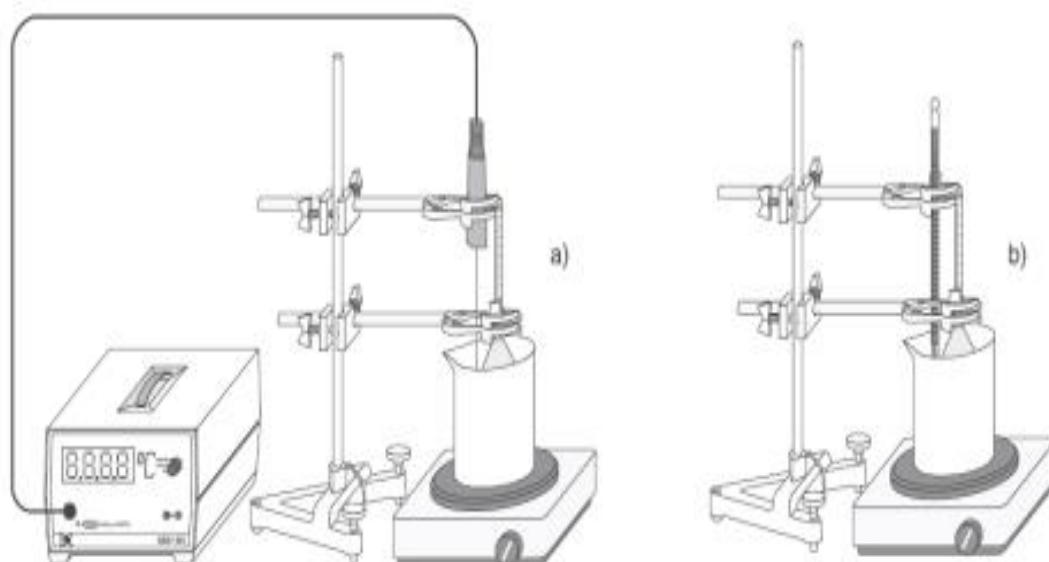
Bundan tashqari kerak: distillangan yoki tuzsizlantirilgan suv

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Eslatmalar: Turli kuchlanganlikli kapillyar kuchlar ta'siri tufayli suyuqlik sathini h o'lchashda anchagina xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Ulardan xoli bo'lish uchun kapillyarni toza tuting va zuriyat tug'ilganda uni mos tozalovchi eritmalar bilan tozalang va shundan so'ng uni distillangan suv bilan chaying.

a) Dilatometrni kalibrlash:

- Bo'sh dilatometrning massasini m_1 aniqlang.
- Kolbani ochiq tomonidan uchdan birigacha suv soling.
- Suv pufakchalaridan xoli bo'lish uchun, kapillyar trubkani mahkamlamasdan oldin, dilatometrni suv vannasida qaynash temperaturasigacha qizdiring.
- Suv vannasini xona haroratigacha sovushini kuting; shundan so'ng zurur bo'lgan sathgacha yana suyuqlik quyib to'ldiring. Temperaturani ϑ qayd qiling.
- Kapillyar trubkani o'z joyiga o'rnatib. Trubkaning ochiq tomoniga barmog'ingizni bosib, kapillyar trubkani chiqarib oling va suyuqlikning sizishiga yo'l qo'ying.
- Kolbadagi kapillyarni o'zgartiring, dilatometrni quriting va suv bilan to'ldirilgan dilatometrning massasini m_2 o'lchang.



24-rasm. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi. a) temperatura datchigidan foydalanilganda; b) termometrdan foydalanilganda.

b) Suv va etanol hajmlarining kengayishini o'lchash.

Diqqat: Qizdirgich o'chirilganidan keyin ham suyuqlikning qandaydir vaqt mobaynida qizishi davom etadi va shu sababli suyuqlik dilatometrdan toshib ketishi mumkin.

Ayniqsa, kolba etanol bilan to'ldirilgan holatda ishlaganingizda, etanol toshib ketishining oldini olish uchun, qizdirgichni ancha ilgari o'chiring. Tajriba qurilmasi 24-rasmدا tasvirlangan

- Dilatometrni qiziyotgan suvli vannaga shunday tushirikki, kapillyar trubka vannadagi suv sathidan chiqib tursin.
- Qizdirgichni eng quyi qadam bilan o'zgaradigan pog'onada ulang va dilatometrdagi suyuqlikning sathi shkaladagi eng yuqoridagi belgiga yetganda uni o'chiring.
- Suyuqlikning sathi o'zining maksimumiga yetguncha kuting va shundan so'ng suvli vannaning taxminan 1-2 K ga sovushiga yo'l bering.
- Keyin suvli vannaning sovushi davom etishiga yo'l berib, kapillyar trubkadagi suv sathini h temperatura funksiyasi sifatida aniqlang (2-jadvalga qarang),

- Keyinchalik, to'liq quritilgan dilatometrni etanol bilan to'ldiring va uni suvli vannada qizdirib, suyuqlik sathini h temperatura funksiyasi sifatida o'lchashni takrorlang (3- jadvalga qarang).

ϑ	$\underline{h}$ <i>sm</i>	ϑ	$\underline{h}$ <i>sm</i>
60 °C	9.5	45 °C	4.25
59 °C	9.3	44 °C	3.9
58 °C	8.9	43 °C	3.55
57 °C	8.6	42 °C	3.2
56 °C	8.2	41 °C	2.9
55 °C	7.85	40 °C	2.6
54 °C	7.5	39 °C	2.3
53 °C	7.1	38 °C	2.0
52 °C	6.75	37 °C	1.7
51 °C	6.4	36 °C	1.4
50 °C	6.0	35 °C	1.1
49 °C	5.7	34 °C	0.8
48 °C	5.3	33 °C	0.5
47 °C	4.9	32 °C	0.3

Jadval 2. Toza suv sathi h temperatura ϑ funksiyasi sifatida

ϑ	$\underline{h}$ <i>sm</i>	ϑ	$\underline{h}$ <i>sm</i>
38 °C	9.9	32 °C	4.6
37 °C	9.1	31 °C	3.7
36 °C	8.25	30 °C	2.7
35 °C	7.4	29 °C	1.8
34 °C	6.5	28 °C	0.9
33 °C	5.55		

Jadval 3. Etanol sathi h temperatura ϑ funksiyasi sifatida

Sinash uchun savollar:

1. Suyuqliklarni deb nimaga aytiladi?
2. Suvni hajmining kengayishini temperaturaga bog'liqligini tushuntiring.
3. Suv bilan etanolning hajmiy kengayish koeffitsiyentalari farqi yuzaga kelish sabablari.
4. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasini ishlash prinsipi tushuntiring.

3-laboratoriya ishi

YAKKA PLASTINA METODI BILAN ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIKNI ANIQLASH

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 7, 8, 9, 41, 43, 45, 47, 56.*)

Tajriba maqsadi: Qurilish materiallarida issiqlik o'tkazuvchanlik fizikaviy hodisasini va issiqlikning jamg'arilishini o'rganish. Turli qurilish materiallarining temperaturaviy o'zgarishlarini vaqt funksiyasi sifatida qayd qilish. Qurilmaning issiqlik muvozanatini sifatli kuzatish. Qurilish materiallarining issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashda temperaturalar farqidan foydalanish.

Qisqacha nazariya: Yakka plastina metodi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini λ aniqlashda, Δt vaqt ichida qurilish materialli ichidan o'tgan issiqlik miqdori ΔQ , plastinaning tashqi va ichki tomonlaridagi temperaturalar farqiga $\Delta \vartheta$ va plastinaning yuzasiga A to'g'ri proporsionalligi, plastina qalinligiga d esa teskari proporsionalligi faktlaridan foydalaniladi.

$$\Delta Q / \Delta t = \lambda \cdot A / d \cdot \Delta \vartheta \quad (2.9)$$

Bu formuladan λ uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\lambda = \Delta Q / \Delta t \cdot d / A \cdot 1 / \Delta \vartheta \quad (2.10)$$

O'lchashlar o'tkazilayotganda, issiqlik oqimi faqat namuna orqali o'tayotganiga (issiqlik miqdori sizib ketishining boshqa yo'llari yo'q) va u bir jinsli ekanligiga amin bo'lish kerak. Shuni e'tiborga olish kerakki, mazkur ishda issiqlikni izolyasiyalovchi devorli kalorimetrik kameradan foydalaniladi.

Issiqlik oqimi qurilish materialli namunasining ichidan o'tishi uchun quyidagilar zarur: - kamerani ichki qismdan elektr qizdirish va - muzni bevosita namunaning tashqi tomoniga joylashtirish.

Issiqlik muvozanatida, ya'ni har bir nuqtada temperatura uzoq vaqt mobaynida doimiy bo'lgan stasionar holatda, uzatilayotgan elektr energiya quvvati P aynan issiqlik oqimiga mos keladi

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2.11)$$

yoki

$$P \cdot t = W = Q \quad (2.12)$$

Shunday qilib, t vaqt ichida qizdirgichdan nurlantirilgan elektr energiya qiymati W , shu vaqt ichida qurilish materiali namunasidan o'tgan issiqlik miqdoriga Q teng. Buni hisobga olgan holda, qurilish materiali namunasining issiqlik o'tkazuvchanligi λ quyidagi munosabat yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\lambda = P \cdot \frac{d}{A} \cdot \frac{1}{\Delta\vartheta} \quad (2.13)$$



25-rasm. Yakka plastina metodidan foydalanib qurilish materiali namunasining issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlash uchun qurilma.

Mazkur tajribada kameraning ichidagi qurilish materialini pastki qismining temperaturasi va kameraning tashqi qismining (bu holda muz) temperaturasi o'lchanadi.

Elektr plita ulanganidan sistema birdaniga issiqlik muvozanatiga erishmaydi. Temperatura muvozanati holatida, temperaturalar farqini saqlash uchun, yetarli

darajada uzoq vaqtdan keyin (taxminan 1 soat) temperaturaning o'zgarishini yozib boring. Ichki temperaturaning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi temperaturaga va plus qandaydir konstantaga proporsional:

$$\Delta\vartheta/\Delta t = \alpha\vartheta + b \quad (2.14)$$

Bu tenglamaning vaqt funksiyasi sifatidagi yechimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\vartheta(t) = \vartheta_{IM} - \vartheta_{Farq} \cdot e^{\frac{t}{\tau}} \quad (2.15)$$

bu yerda, ϑ_{IM} – issiqlik muvozanati holatidagi ichki temperatura, $\vartheta_{Farq} = \vartheta_{IM} - \vartheta_{Bosh}$ temperaturalar farqi, τ - vaqt doimiysi.

Issiqlik muvozanatida qurilish materiali namunasini qizlirilayotgan qismining temperaturasi quyidagi ko'rinishdagi funksiya bilan ifodalanishi mumkin:

$$f(x) = A - B \cdot \exp(-x/C) \quad (2.16)$$

va tajribadagi o'lchanayotgan temperatura qiymatlarini aks etiradi.

Mos keltirish uchun olingan parametr A berilgan temperaturaga aynan to'g'ri keladi. Kamera tashqarisida joylashgan muz, qurilish materiali namunasi ustining temperaturasi past va eng asosiysi doimiy qilib ushlab turadi. Ammo, bunda temperatura qiymatining kichik tebranishlari bo'lishi mumkin, shuning uchun tashqi temperaturaning qiymati o'rtachalashtiriladi va shu o'rtacha qiymatdan temperaturalarning farqini hisoblashda foydalaniladi.

$$\Delta\vartheta = \vartheta_{IM} - \vartheta_{sovuq} \quad (2.17)$$

va provardida issiqlik o'tkazuvchanlik hisoblanib topilishi mumkin.

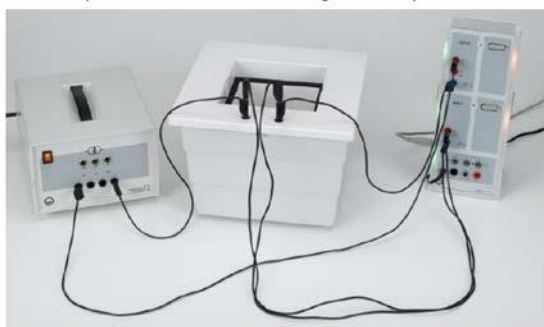
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Kalorimetrik kamera (389 29) – 1ta
2. Kalorimetrik kamera uchun qurilish materiallari (389 30) – 1ta
3. Transformator 2 12 V; 120 Vt (521 25) – 1ta
4. Datchik-CASSY 2 (524 013) – 1ta
5. CASSY Lab 2 (524 220) – 1ta
6. NiCr-Ni Adapter S, Tip K (524 0673) – 1ta

7. NiCr-Ni – temperatura datchigi, 1.5 mm, Tip K (529 676) – 2ta
 8. Biriktiruvchi simlar 19 A, 50 sm, qora, juft (501 451) – 1ta
 9. Biriktiruvchi simlar 32 A, 100 cm, qora (501 33) – 4ta
 10. Muz
 11. Yupqa plastikli plyonka
- PK Windows XP/Vista/7/8 – 1ta

Tajriba qurilmasi

a) Quvvatni o'lchash



26-rasm. Elektroplitkaning quvvatini aniqlash.

26-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan. Odatda tajribani boshlashdan oldin, elektroplitkaning quvvatini P aniqlash kerak. Buning uchun kalorimetrik kamerani qurilish materiali plastinkasisiz qisqa vaqt ulang. Elektroplitkani kalorimetrik kameraga joylashtiring. Biroq hali transformatorni ulamang!

26-rasmda tasvirlaganidek kuchlanish va tok kuchini o'lchash uchun transformator va kalorimetrik kamerani CASSY datchigiga (Sensor-CASSY) ulang.

b) Temperaturani o'lchash.

25-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.

- Elektroplitkani kalorimetrik kameraga joylashtiring.
- Qurilish materiali plastinkasini kalorimetrik kameraga joylashtirish uchun tayyorlang.
- Qurilish materiali plastinkasida o'rnatish uchun mo'ljallangan aylana o'yiqlar ichiga, issiqlik o'tkazuvchi pastadan foydalanib, alyuminiyli kontakt disklarni

oʻrnatish. Oʻrnatishda kontakt diskda qilingan belgi oʻyiqdagi chiziqli bilan mos kelsin.

- Kontakt disklarni oʻrnatishda faqat issiqlik oʻtkazuvchi pastadan foydalaning. Diqqat bilan, egmasdan, yupqa alyuminiy plastinani (qalinligi 0.3 mm) qora tarafi bilan qurilish materiali
- Namunasining issiqlik oʻtkazuvchi pasta surilgan tashqi tomoniga oʻrnatib, bu ikki plastinani bir biriga qising.
- Bu amalni qurilish materiali namunasining boshqa tomoni uchun ham bajaring.
- Diqqat bilan, egmasdan, temperatura datchigining uchini rezinali tiqindagi teshik (diametri 1.5 mm) orqali siljiting. Uni hali kalorimetrik kameraga oʻrnatmang!
- Tayyor qurilish materiali namunasini ochiq kameraga oʻrnatish va temperatura datchiklarini asosga hamda namuna ustiga qoʻying. Agar qurilish materiali namunasini koʻtarishga ehtiyoj tugʻilsa, ilgakli tutgichdan foydalaning.
- Adapter NiCr-Ni S dan foydalanib, 25-rasmda keltirilganidek qilib, temperatura datchigini SASSUga ulang.
- Transformatorni elektroplitka bilan ulang. Hali transformatorni ishga tushirmang!
- Kalorimetrik kamerani yupqa va suv oʻtkazmaydigan plastmassali plyonka (masalan, plastmassa oʻram) bilan qoplang. Muz kubiklarini sumkani alyuminiy plastinaning tepasiga qoʻying. Suv kameraga kirib ketmasligiga yoki kabellar bilan kontaktlashmasligiga amin boʻling.

Eslatmalar: Sumka juda kichik boʻlmay kerak. Muz iloji boricha alyuminiy plastina bilan zichroq kontaktlashuvi kerak. Muz kubiklari qanchalik kichik boʻlsa, qurilish materiali namunasi bilan muz shunchalik yaxshi kontaktlashadi. Sumkaga zarar yetkazmaydigan qilib joylashtiriladigan ogʻir obyekt ham foydadan xoli emas.

Tajribani oʻtkazish tartibi:

a) Quvvatni oʻlchash

- Laboratoriya oʻrnatmalarini CASSY ga yuklang (CASSY Lab 2).
- Tanlangan namunaga mos ravishda kalorimetrik kamerani transformatorga ulang.

Eslatma: Roxasell (Rohacell) plastinkasi past issiqlik o'tkazuvchanlikga ega bo'lganligi uchun ishchi kuchlanish 6 V chegaradan katta bo'lmasligi kerak, aks holda kalorimetrik kamera o'ta qizib ketishi mumkin!

Transformatorni ishga tushiring, ekranda UB1 kuchlanishni va IA1 tok kuchini kuzating hamda yozib oling. P quvvatni yozib oling. Transformatorni o'chiring.

Eslatma: O'lchash vaqtida transformator iloji boricha qisqaroq vaqt davomida ulangan holatda bo'lishi kerak. Shundan keyin, to issiq plastina xona temperaturasi gacha sovugincha kuting.

b) Temperaturani o'lchash

- Laboratoriya o'rnatmalarini CASSY ga yuklang (CASSY Lab 2).

Eslatma: Zarur bo'lgan hollarda temperatura datchiklarini o'lchash kamerasiga o'rnatmasdan oldin tekshirib oling. Buning uchun ularni bir xil temperaturaga ega obyektga joylashtiring- masalan, ular bir xil temperaturani ko'rsatyotganini aniqlash uchun, turg'un suvga yoki CASSY 2 laboratoriyasiga (CASSY Lab 2) o'rnatib.

- Ikkala temperatura datchiklari o'zgarishlarini kuzating.
- Eng past temperatura o'zgarmay qolguncha kuting.

Eslatma: muz temperaturasi bog'liq ravishda, agar temperatura $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan ancha past bo'lsa, bu maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin. Shu temperaturani o'lchash mobaynida imkoni boricha doimiy qilib ushlab turish kerak, bu temperatura $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqda bo'lishi tavsiya etiladi.

- Transformatorni ishga tushiring. Hali o'lchashni boshlamang!
- Ikkala temperaturaning ham o'zgarishlarini kuzating va to yuqoriroq temperaturaning oshishi boshlanmaguncha kuting.
- O'lchashni  dan boshlang.
- Ichki temperatura ortishni boshlaganda, muz tagidagi tashqi temperatura doimiy qoladi. Tashqi temperatura $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga oshsa, muz bilan kontaktlashishni yaxshilang. Zaruriyat tug'ilganda, bunday tuzatishlarni qaytaring.

- Agar ichki temperatura 60°C ga erishsa, transformatorni o'chiring va tajribani pastroq kuchlanish yoki quvvat bilan takrorlang.
- Agar ichki temperatura juda sekin yoki o'zgarmay qolsa (yoki taxminan minutiga 0.15°C ga o'zgarsa),  dan o'lchash to'xtatilishi mumkin.
- Transformatorni tarmoqdan uzing.

Eslatma: Qismlarga ajratish vaqtida, birinchi navbatda temperatura datchiklarini oling va keyin idgakli tutqichdan foydalanib, qurilish materialini namunasini chiqarib oling.

Sinash uchun savollar:

1. Moddalarni issiqlikdan nurlanishi haqida ma'lumot bering.
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik haqida ma'lumot bering.
3. Yakka plastina metodi haqida ma'lumot bering.
4. Yakka plastina metodidan foydalanib issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlaydigan qurilmani ishlash prinsipini tushuntiring.

4-laboratoriya ishi

QUYOSH KOLLEKTORINING EFFEKTIVLIGINI ISSIQLIK IZOLYASIYASINING FUNKSIYASI SIFATIDA ANIQLASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 7, 8, 9, 11, 41, 32, 47, 58.)

Tajriba maqsadi: Quyosh kollektorining temperatura ko'effitsiyentini issiqlik izolyasiyasi bilan va usiz o'lchash. Quyosh kollektorining effektivligini baholash.

Qisqacha nazariya: Quyosh kollektori quyosh radiyasiyasinı yutadi va o'zi hamda to'ldirilgan suvni qizdiradi. Quyosh kollektorining effektivligi η suv yutgan issiqlik energiyasining ΔQ kollektorga tushayotgan radiasion energiyaga ΔE nisbati bilan o'lchanadi:

$$\eta = \frac{\Delta Q}{\Delta E} \quad (2.18)$$

Bu yerda radiasion energiya quyidagidan aniqlanadi:

$$\Delta E = \Delta t \quad (2.19)$$

bunda E radiasiya quvvati.

Kollektor atrof muhitga nisbatan issiqroq bo'lganda, u atrof muhitga nurlanish, konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik orqali issiqlik ajratadi. Shu yo'qotishlar sababli kollektorning effektivligi kamayadi. Tajribada suyuqlikning majburiy sirkulyasiyasi nasos yordamida amalga oshiriladi. Sistema (kollektor, quvurlar va bak) tomonidan yutilgan issiqlik energiyasi asosan suvda mujasamlashganligi uchun quyosh kollektorining temperaturasi juda yuqori bo'lib keta olmaydi.

Tajribalarda quyosh kollektori issiqlik izolyasiyasi bilan hamda usiz qo'llaniladi. Bunda bakda suvning temperaturaviy xarakteristikaları o'lchanadi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Quyosh kollektori (389 50) – 1ta
2. Quvvati 1000 W, och tusli cho'g'lanma lampa (450 72) – 1ta
3. Suv nasosi STE2/50 (579220) – 1ta
4. Boshqariladigan past kuchlanishli kuchlanish transformatori S (521 35) – 1ta
5. Uzunligi 100 sm bir juft kabel (qizil/sariq) (501 46) – 1ta

6. Mobil CASSY524 (009) – 1ta
7. K tipli NiCr-Ni- Adapter S (524 067) – 1ta
8. NiCr-Ni-temperatura datchigi, 1,5 mm, K tipli (529 676) – 1ta
9. Po‘latli o‘lchash poloskasi, 2 m (31177) – 1ta
10. Taymer (31317) – 1ta
11. V shaklsimon shtativ asosi, 20 sm (300 02) – 1ta
12. Shtativ ustunchasi 25 sm, 12 mm (300 41) – 1ta
13. Shtativ ustunchasi 47 sm, 12 mm (300 42) – 1ta
14. Shtativ ustunchasi 75 sm, 12 mm (300 43) – 1ta
15. Multi qisqichlar Leybold (301 01) – 1ta
16. Universal tutgich 0...80 mm (666 555) – 1ta
17. Plastik stakan (59006) – 1ta
18. Silikon quvurlar 5 mm ,1m (604 431) – 1ta
19. Silikon quvurlar 6 mm ,1m (604 432) – 1ta
20. Silikon quvurlar 8 mm ,1m (604 434) – 1ta
21. Bevosita ulagich, 6/8 mm (665 226) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

27-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan. Nakonechniklar bilan quvurlarni ulash uchun mos silikon quvurlar va ulagichlardan foydalaning. Suv nasosini shunday ulangki, u suvni quyosh kollektorining tubidan quyosh kollektori orqali haydasin, ya'ni nasos nakonechnigini kirish kamerasining nakonechnigi bilan ulash kerak. Temperatura datchigini bevosita rezinali jipslagich yordamida quyosh kollektorining chiqish kamerasidagi, 1,5 mm qilib parmalangan teshikka o'rnatish. Temperaturani o'lchashning bu bandi quyosh kollektorini qizib ketishining oldini olish uchun ham qo'llaniladi. Kollektordagi suvning temperaturasi 60 °C dan ortib ketmasligi kerak.



27-rasm. Tajriba qurilmas

Chiqish kamerasining nakonechnigini bak nakonechnigi bilan ulang. Bak chiqish nakonechnigini suv nasosining kirishi bilan ulang. Bakga 1000 ml suv quyding. Bakni shunday ko'taringki, suv nasosi orqali suvning oqib tushishi quyosh kollektoridan o'tib, ortga bakning kirishiga qaytsin. Suv qarshiliksiz oqishi uchun, barcha quvurlar doimo to'g'ri (burishgan va egilgan joyli) bo'lishi kerak. Bakni shtativ ustunidagi oldindan belgilangan joyga o'rnatding. Suv nasosining elektr ta'minotini ulang va qutbga rioya qilib, taxminan 6 V kuchlanish o'rnatding. Quvur shlanglar sistemasida pufaklar yo'qligiga amin bo'ling.

a) Temperaturani o'lchash

Universal tutgich yordamida ikkinchi temperatura datchigini bakdagi suvga o'rnatding. Temperatura datchiklarini NiCr-Ni- adapteri bilan CASSY ko'chma qurilmasiga ulang.

Yoritish vositasi:

Cho'g'lanma lampani shtativga o'rnatding va uni quyosh kollektorining old tomonidan taxminan 50 sm masofada joylashtiring. Cho'g'lanma lampani ulang va uni shunday joylashtiringki, bunda kollektorning aktiv qismi to'liq yoritilsin. Ehtiyoj bo'lganda, korpusning plastmassa qismi yoritilmasligiga erishing.

Cho'g'lanma lampani o'chiring va quyosh kollektorining sovushiga yo'l qo'ying.

Tajribalarni o'tkazish tartibi:

Tajribaga tayyorgarlik

Temperaturani suv sikli ulangan holda o'lchang va temperatura o'zgarmay qolguncha kuting.

O'lchash namunasi:

Suv nasosi kuchlanishini shunday pasaytiringki (2,5 V ga yaqin), oqimning past tezligi amalga oshsin, ya'ni faqat bakdagi suvning kichik oqiminigina kuzatish mumkin bo'lsin.

Bakdagi temperaturani yozib oling va chiqish kamerasidagi temperaturaning o'zgarishini kuzating.

Bir vaqtda cho'g'lanma lampani va taymerni ulang. O'lchashni har minutdan keyin davom ettiring.

Xavfsizlik bo'yicha eslatma!

Suvning temperaturasi 60 °C dan oshib ketmasligi kerak!

Boshlaganigizdan keyin 30 minut o'tganda o'lchashni to'xtating Diqqat: Uzoqroq vaqt mobaynida o'lchashlarni o'tkazganingizda maksimal ruxsat etilgan temperaturaning qiymatini e'tiborga oling.

Issiq suvni shunchalik miqdordagi sovuq suv bilan almashtiring. Tajribalarni boshlash iloji boricha boshlang'ich temperaturadagidek temperaturada amalga oshirilishi kerak.

Quyosh kollektorining old qismiga issiqlik izolyasiyasini o'rnatish.

Tajribani takrorlang.

Sinash uchun savollar:

1. Quyosh kollektori haqida ma'lumot bering.
2. Quyosh kollektorining effektivligini tushuntiring.
3. Quyosh kollektorini qizib ketishining oldini olish uchun qanday usullar qo'llaniladi?
4. Kollektor atrof muhitga qanday holatlarda issiqlik tarqatadi?

5-laboratoriya ishi

SUV ARALASHMASI TEMPERATURASINI ANIQLASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 9, 11, 42, 43, 46, 47, 58.)

Tajriba maqsadi: Temperaturalari t_1 va t_2 bo‘lgan, m_1 va m_2 massali suv miqdorlarini kalorimetrdagi aralashtirish va aralashmaning temperaturasi t_n aniqlash.

Qisqacha nazariya: Jismlar va jism qismlari orasida issiqlikni bir-biriga uzatilish hodisasi issiqlik almashinuv deyiladi va u tabiatda quyidagi usullar bilan amalga oshadi: konveksiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik va nuiianish. Bu sanab o‘tilgan issiqlik almashinuv turlari jism lar yoki jism qismlari orasida temperatura farqi bo‘lgandagina amalga oshadi. Tem peratura farqi katta boiganda jarayon intensiv (jadal) ketadi. Jismlar yoki jism qismlari orasida temperatura tenglashganda issiqlik almashinuv to‘xtaydi va bu holat issiqlik muvozanati deyiladi.

Konveksiya. Suyuqlik va gazlar isitilgan vaqtda issiqlik manbayiga yaqin bo‘lgan qatlam tez isib kengayadi, uning zichligi kamayadi, natijada yuqoriga qalqib chiqib boshlaydi. Uning o‘m ini yuqori, sovuqroq (temperaturasi pastroq, binobarin, zichligi ko‘proq) qatlam egallaydi. Bu jarayonda issiqlik suyuqlik yoki gaz molekulalarining yuqoriroq tem peraturali qatlam lardan pastroq temperaturali qatlamlarga birdaniga siljishi bilan uzatiladi. Bu hodisa konveksiya deyiladi. Konveksiya bo‘lm aganda plita ustiga qo‘yilgan idishdagi suv juda sekinlik bilan isigan bo‘lar edi. Faqat suyuqlik va gazlardagina konveksiya bo‘lishi mumkin.

Agar turli temperaturali ikki modda bir biriga tutashtirilsa, issiqlik almashinuvi jarayonidan keyin bu moddalar orasidagi temperaturalar farqi nolga teng bo‘ladi. Aralashmaning temperaturasi aniqlash uchun quyidagi qoida qo‘llaniladi:

$$c_1 m_1(t_n - t_1) = c_2 m_2(t_2 - t_n) \quad (2.20)$$

bu yerda c_1 va c_2 , mos ravishda modda 1 va modda 2 larning solishtirma issiqlik sig‘imlari; m_1 va m_2 ularning massalari; t_1 va t_2 mos ravishda ularning temperaturalar, t_n esa aralashmaning umumiy temperaturasi.

Turli temperaturali moddalarni aralashtirish bo'yicha tajribalarda issiq jismdan berilgan issiqlik miqdori, sovuq jism olgan issiqlik miqdoriga teng. Ko'rilayotgan holda, issiq suv bergan issiqlik miqdori Q_1 , sovuq suv olgan issiqlik miqdoriga Q_2 teng, ya'ni $Q_1 = Q_2$. Agar suvning solishtirma issiqlik sig'imi c_v ma'lum bo'lsa, unda turli massali suv aralashmasining temperaturasi (2,20) formula yordamida quyidagi formula bo'yicha hisoblanishi mumkin:

$$c_v = c_1 = c_2, \quad c_v = 4,19 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)},$$

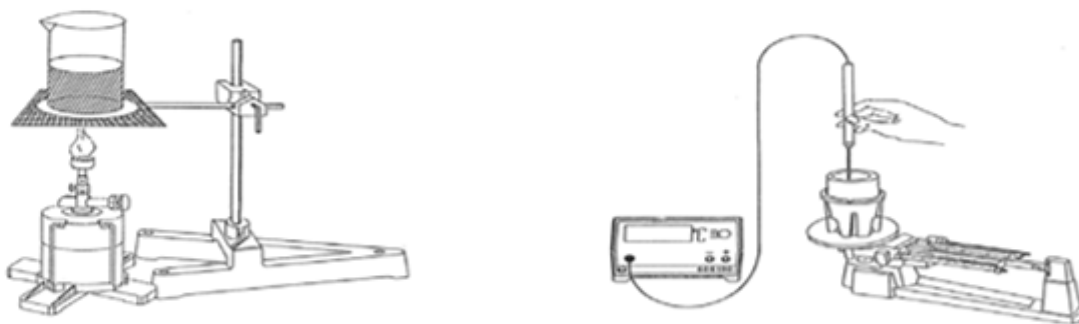
$$t_n = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} \quad (2.21)$$

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Dyuar idishli kalorimetr (38416) – 1ta
2. Temperaturani o'lchash uchun raqamli asbob (666 190) – 1ta
3. Temperatura datchigi (383 02) – 1ta
4. O'quv laboratoriya torozisi 610 (315 23) – 1ta
5. Menzurka, 400 ml (664 104) – 2ta
6. Saqlovchi to'r, qizdirish uchun rezistor (elektroplitka) (303 58) – 1ta
7. Katta shtativ asosi (300 01) – 1ta
8. Shtativ ustuni, 25 sm (300 02) – 1ta
9. Xalqa va asos (302 68) – 1ta
10. Leybold multi qisgichlar (301 01) – 1ta
11. Bunzen gorelkasi, butan uchun (303 11) – 1ta
12. Kallaklar uchta komplekti 303 11 (303 12) – 1ta

Qurilmani ishga tayorlash

28-rasmda ko'rsatilgandek tajriba qurilmasini tayyorlang



28-rasm

Tajribani o'tkazish tartibi:

- Dyuar idishini toroziga qo'yning va uni bo'sh holatda torting.
- Unga temperaturasi $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan, $m_2 = 0,1\text{ kg}$ massali suv quying.
- Oldin sovuq suvning temperaturasi t_1 aniqlang va keyin kalorimetr ichidagi suvning temperaturasi t_2 aniqlang.
- Kalorimetrga $m_2 = 0,15\text{ kg}$ massali sovuq suv qo'shing.
- Aralashtiring va aralashmaning temperaturasi t_n o'lchang.
- Tajribani sovuq suv va issiq suv massalarining boshqa nisbatlari uchun qaytaring.

Sinash uchun savollar:

1. Issiqlik almashinish hodisasini deb nimaga aytiladi.
2. Issiqlik almashinish turlariga ta'rif bering.
3. Konveksiya qanday hodisa?
4. Suyuqliklar aralashmasi temperaturasi qanday topiladi?

6-laboratoriya ishi

QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 8, 9, 11, 44, 45, 47, 57.)

Tajriba maqsadi: Qizdirilgan mis, qo'rg'oshin va shishani sovuq suv bilan aralashtirish va aralashmaning temperaturasi o'lchash. Mis, qo'rg'oshin va shishaning issiqlik sig'imini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Issiqlik o'tkazuvchanlik. Biror metall tayoqchani bir uchidan ushlab turib, ikkinchi uchini alangada qizdirsak, bir oz vaqt o'tgandan so'ng ushlab turilgan birinchi uchining ham isiy boshlaganini sezamiz. Suv solingan metall idishni plita ustiga qo'ysak, avval metall idish devorlari isib, undan so'ng suv isiy boshlaydi. Shunga o'xshagan ko'pgina issiqlik uzatilishi hodisalarini misol tariqasida keltirish mumkin. Bu misollar quyidagicha tushuntiriladi. Issiqlik berilayotgan jismni yoki jism qismlarini tashkil qilgan molekulalarning harakat tezligi ortib temperaturasi ko'tariladi. Bu molekulalar tartibsiz harakatlari tufayli qo'shni jism yoki jism qismlarini tashkil qiluvchi molekulalar bilan to'qnashib, ularga o'z energiyalarining bir qismini beradi, ikkinchi jism molekulalarining energiyasi ortadi. Bu holda issiqlik jismning qatlamidan qatlamiga uzatiladi. Bunday issiqlik uzatilishi issiqlik o'tkazuvchanlik deb ataladi. Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik hodisasi ham molekula (atom)larning harakati tufayli sodir bo'lar ekan. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi gaz va suyuqliklarning o'tkazuvchanligidan katta bo'ladi, chunki metallarda molekulalar zich joylashgandir. Molekulalari siyrak joylashgan moddalar, masalan, gazlar, shuningdek, g'ovak moddalar issiqlik izolyatorlari bo'lib hisoblanadi.

Jism qizishida yoki sovushida yutilgan yoki ajralgan issiqlik miqdori ΔQ temperaturaning o'zgarishiga ΔT va massaga m proporsional:

$$\Delta Q = cm \cdot \Delta T \quad (2.22)$$

bu yerda proporsionallik koeffitsiyenti c – jismning solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi va uning qiymati materialning turiga bog'liq. Mazkur tajribada pitra

shaklidagi turli materiallarning solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyenti aniqlanadi. Har bir hol uchun pitralar torozida tortiladi va T_1 temperaturagacha qizdiriladi, keyin massasi torozida tortib aniqlangan T_2 temperaturali suv quyiladi. Yaxshi aralashgandan keyin issiqlik almashinuvi evaziga pitra bilan suv umumiy temperaturaga erishadi T_m . Bunda pitradan ajralgan issiqlik miqdori ΔQ_1

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (T_1 - T_m) \quad (2.23)$$

(bu yerda m_1 pitra massasi, c_1 - pitraning solishtirma issiqlik sig'imi) suv yutgan issiqlik miqdoriga ΔQ_2 teng

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (T_m - T_2) \quad (2.24)$$

bu yerda m_2 – suv massasi.

Bu yerda suvning solishtirma issiqlik sig'imi koeffitsiyenti c_2 aniq, temperaturasi esa bug' temperaturasiga teng deb faraz qilinadi. No'malum c_1 ning qiymati o'lchangan T_m , T_2 , m_1 va m_2 ning qiymatlari bo'yicha quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$c_1 = c_2 \frac{m_2(T_m - T_2)}{m_1(T_1 - T_m)} \quad (2.25)$$

Kalorimetrning idishi ham pitradan ajralgan issiqlikning bir qismini yutadi. Demak, kalorimetrning issiqlik sig'imi quyidagiga teng bo'ladi

$$C_k = C_2 m_k \quad (2.26)$$

Shunday qilib, kalorimetr idishining suv ekvivalenti m_k hisoblashlarda hisobga olinadi. (2.24) formula bilan hisoblangan yutilgan issiqlikning miqdori ancha aniqroq hisoblanadi

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot (m_2 + m_k) \cdot (T_m - T_2) \quad (2.27)$$

va uni hisobga olgan holdagi (2.25) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$c_1 = c_2 \frac{(m_2 + m_k)(T_m - T_2)}{m_1(T_1 - T_m)} \quad (2.28)$$

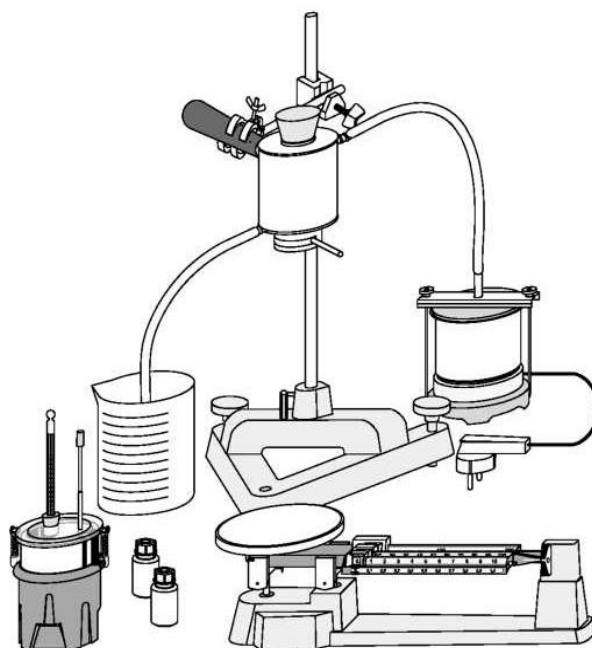
Kerakli asboblari va ashyolar

1. Dyuar idishi (386 48) – 1ta
2. Dyuar idishi g'ilofi (384 161) – 1ta

3. Mis pitra, 200 g (384 35) – 1ta
4. Shisha pitra, 100 g (348 36) – 1ta
5. Qo'rg'oshin pitra, 200 g (315 76) – 1ta
6. O'quv laboratoriya torozisi 610 Tare, 610 g (315 23) – 1ta
7. Termometr -10 °C dan +110 °C gacha (382 34) – 1ta

Tajribaning o'tkazish tartibi:

29-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.



29-rasm. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash uchun tajriba qurilmasi.

- Qizdirgichni shtativga o'rnatish.
- Bug' generatorini suv bilan to'ldiring va ehtiyotlik bilan qurilmani berkiting va uni silikon quvur yordamida qizdirgichning yuqorisidagi (bug' kirishi) shlangli birikmaga ulang.
- Silikon quvurni qizdirgichning pastidagi shlangli birikmaga (bug'ning chiqishi) ulang va quvurning ikkinchi uchini menzurkaga soling. Barcha birikmalarda silikon quvurlar ishonchli mahkamlaganini ko'zdan kechiring.

- Qizdirgichning namunalar kamerasini qo'rg'oshin pitrasi bilan to'ldiring va imkoni boricha uni stopor bilan zich qilib berkiting.
- Bug' generatorini elektr tarmoqqa ulang, shundan keyin esa qizdirgichdagi pitralarni ular orqali bug' o'tkazib 20-25 vaqt davomida qizdiring.
- Bo'sh Dyuar idishining massasini aniqlang, shundan so'ng unga taxminan 180 g suv quyning.
- Dyuar idishini g'ilofga soling va mos ravishda termometr yoki temperatura datchigini qo'ying.
- Suv temperaturasi T_2 o'lchang.

Dyuar idishining qopqog'ini oching va uni chetga suring; namunalar uchun mo'ljallangan to'rni Dyuar idishiga kiriting. Temperaturasi 100 °C bo'lgan pitralarni namunalar uchun mo'ljallangan to'rga tashlang, qopqoqni yoping va pitralarni suv bilan astoydil aralashtiring. Suv temperaturasi ko'tarilmay qolganda, aralashmaning temperaturasi aniqlang. Qo'shimcha ravishda pitralarning massasini m aniqlang.

Mis va shisha pitralar bilan tajribani takrorlang.

Sinash uchun savollar:

1. Issiqlik sig'im va solishtirma issiqlik sig'implarni tushuntiring.
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik nimani hisobiga yuzaga keladi?
4. Jismning qiziganda yoki sovuganda ajraladigan issiqlik miqdori haqida to'la tushuncha bering.

7-laboratoriya ishi

SUV BUG‘LARI HOSIL BO‘LISHINING YASHIRIN ISSIQLIGINI ANIQLASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 7, 8, 9, 11, 12, 44, 47, 55.)

Tajriba maqsadi: Sovuq suv va bug‘ aralashmasining temperaturasi t_m aniqlash, Suv bug‘lari hosil bo‘lishining yashirin issiqligini aniqlash

Qisqacha nazariya: Modda molekulalari xaotik harakatda bo‘lganligi tufayli yuqori bo‘lmagan temperaturalarda ham tezligi, binobarin, kinetik energiyasi katta bo‘lgan molekulalarni uchratish mumkin. Bunday molekulalar, masalan, suyuqliklarda boshqa molekulalarning tortishish kuchlarini yengishi va suyuqlikning sirtqi pardasini “yorib o‘tishi” va tashqariga uchib chiqishi, ya’ni gaz holatiga o‘tishi mumkin.

Moddaning gaz holatiga o‘tish hodisasi bug‘ hosil bo‘lishi deyiladi. Bu jarayon suyuqlikning bug‘lanishi yoki qaynashi yo‘li bilan bo‘ladi. Suyuqlikning erkin (idish devoriga tegib turmaydigan) sirtidan har qanday temperaturada bug‘ hosil bo‘lishi bug‘lanish deyiladi. Suyuqlikning ichida va sirtida bir vaqtda bug‘ hosil bo‘lishi qaynash deb ataladi. Faqat suyuqliklargina emas, balki qattiq jismlar ham bug‘lanadi. Qattiq jism larning bug‘lanishi haydash yoki sublimatsiya deyiladi.

Bug‘lanishda nisbatan katta kinetik energiyali molekulalarning suyuqlikni tark etishi suyuqlik ichki energiyasining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun suyuqlik bug‘langanda hamma vaqt soviydi. Bug‘lanishda temperatura o‘zgarmasligi uchun suyuqlikka tashqaridan issiqlik berish kerak. Muayyan temperaturada suyuqlikning birlik massasini bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori shu temperaturadagi solishtirma bug‘lanish issiqligi deyiladi. Ta’rifga asosan,

$$r = Q/m \quad (2.29)$$

bo‘ladi, bu yerda r — solishtirma bug‘lanish issiqligi bo‘lib, suyuqlikning tabiatiga va temperaturaga bog‘liq. Ifodadan ko‘rinadiki, solishtirma bug‘lanish issiqligi SI da J/kg hisobida o‘lchanadi. Suyuqlik har qanday temperaturada ham bug‘lanadi.

Biroq temperatura ortishi bilan bug‘lanish intensivligi ortishi ravshan, chunki bunda molekulalarning kinetik energiyasi ortadi va ularning suyuqlik sirti pardasini “yorib o‘tishi” yengillashadi. Shu sababli temperatura ortishi bilan solishtirma bug‘lanish issiqligi kamayadi.

O‘zgarmas bosimda moddaga qandaydir issiqlik miqdori uzatilsa, odatda moddaning temperaturasi oshadi. Ammo, agar fazaviy o‘tish mavjud bo‘lsa, moddaning temperaturasi oshmaydi, chunki uzatilayotgan issiqlik fazaviy o‘tishga sarf bo‘ladi. Agar issiqlik uzatish jarayoni fazaviy o‘tishdan keyin ham davom etsa, moddaning temperaturasi yana orta boshlaydi. Suvning bug‘lanishi fazaviy o‘tishning yaqqol misoli hisoblanadi. Moddaning birlik massasi isteyemol qiladigan issiqlik bug‘lanishning yashirin issiqligi Q_v deyiladi.

Tajribada bug‘ hosil bo‘lishining yashirin issiqligi Q_v quvurdan kalorimetrga toza bug‘ uzatish orqali aniqlanadi. Bug‘ sovuq suvni aralashma temperaturasi t_m qizdiradi va so‘ngra suvga kondensasiyalanadi. Bug‘ hosil qilish issiqligi bug‘ni suvga aylantiradi. Aralashma temperaturasi t_2 , sovuq suvning massasi m_2 hamda kondensirlangan suvning massasi m_1 o‘lchanishi va bug‘ hosil bo‘lish issiqligi quyidagi formuladan hisoblab topilishi mumkin:

$$\Delta Q_1 = c m_1 (100^\circ\text{C} - t_m) \quad (2.30)$$

bu yerda c - suvning solishtirma issiqlik sig‘imi koeffitsiyenti.

Chunonchi, bug‘dan ajralib chiqqan issiqlik suvning $t_1=100^\circ\text{C}$ dan aralashma temperaturasi t_m gacha ajralgan issiqlik bilan bug‘ning kondensasiyalanishida ajralgan issiqlik ΔQ_2 yig‘indisiga teng. Oxirgi issiqlik $t_1 \approx 100^\circ\text{C}$ temperaturadagi suvni bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlikka ham teng. Shunday qilib biz quyidagilarga egamiz:

$$\Delta Q_2 = m_1 \cdot r_v \quad (2.31)$$

Sovuq suv bug‘ bilan aralashganda yutilgan issiqlik

$$\Delta Q_3 = c_s m_2 (t_m - t_2) \quad (2.32)$$

Shu bilan bir vaqtda kalorimetr issiqlik yutadi, bu issiqlik miqdori kalorimetrning ma’lum suv ekvivalenti m_k bilan hisoblab topilishi mumkin:

$$\Delta Q_4 = c_k m_k (t_m - t_2) \quad (2.33)$$

bu yerda m_k = kalorimetr massasi

Ajralgan issiqlik miqdori $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$ va yutilgan issiqlik miqdori $\Delta Q_3 + \Delta Q_4$ o‘zaro teng, ya’ni:

$$r = ((c_s m_2 + c_k m_k)(t_m - t_2))/m_1 - c_s(100^\circ C - t_m) \quad (2.34)$$

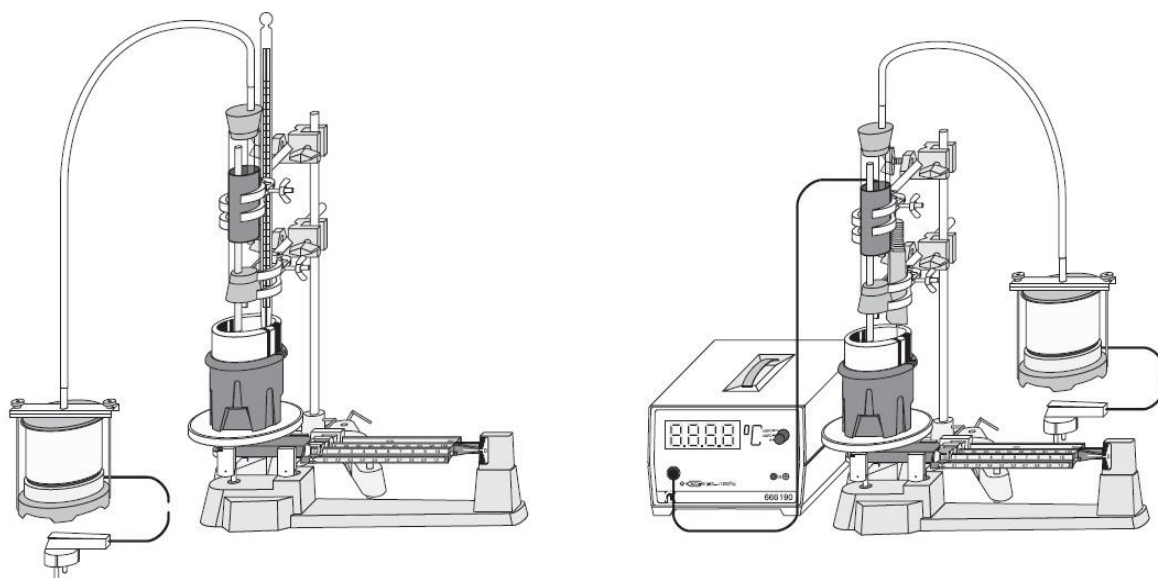
Kerakli asbob va jihozlar:

1. G‘ilofga ega Dyuar idishli kalorimetr (386 48) – 1ta
2. O‘quv laboratoriya torozisi 610 Tare, 610 g (315 23) – 1ta
3. Termometr, -10° dan $+110^\circ C$ gacha (382 34) – 1ta
4. Yoki
5. NiCr-Ni tipli temperatura datchigi (666 193) – 1ta
6. Raqamli termometr (666 190) – 1ta
7. Bug‘ generatori, 550 W/230 V (303 28) – 1ta
8. Suvni ajratgich (384 17) – 1ta
9. Ichki diametri 7 x 1.5 mm, 1 m bo‘lgan silikon trubkalar (667 194) – 1ta
10. Mustahkam shishadan tayyorlangan, hajmi 400 ml bo‘lgan menzurka (664 104) – 1ta
11. V shaklidagi shtativ asosi (300 02) – 1ta
12. Uzunligi 47 sm bo‘lgan shtativ ustun (300 42) – 1ta
13. Multi qisgichlar Leybold (301 01) – 2ta
14. Ddiametri 0÷80 mm bo‘lgan universal qisgichlar (666 555) – 2ta
15. Qo‘shimcha talab qilinadi: distillangan suv

Tajriba qurilmasi 30-rasmda keltirilgan. Tajriba o‘tkazish vaqtida Dyuar idishi o‘quv laboratoriya torozisining pallasida joylashgan bo‘lishi kerak.

- Termometrni yoki NiCr-Ni tipli temperatura datchigini o‘rnating;
- 2 sm balandlikgacha bug‘ generatoriga distillangan suv soling va qopqoqni berkiting. Shundan so‘ng qisma vositani tartib va ehtiyotlik bilan mahkamlang.

- Bug' trubkasining kirishini suv ajratgichga shunday siljitingki, pastki stoporgacha bo'lgan masofa yuqorigi stoporgacha bo'lgan masofadan katta bo'lsin. Bug' trubkasining chiqishini u yuqorigi stoporgacha yetmaguncha siljiting.
- Silikon quvurlardan bug' trubkasini chiqishi bilan bug' generatorini va bug' trubkasining kirishi bilan suv ajratuvchi separatorni biriktirish uchun foydalaning. Hozircha suv ajratgichni o'rnatmang.



30-rasm. Suv bug'lari hosil bo'lishining yashirin issiqligini aniqlash uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi: chap tarafdagida temperatura termometr yordamida o'lchanadi, o'ng tarafdagida esa temperatura temperatura datchigi yordamida o'lchanadi.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Dyuar idishini sovuq suv bilan to'ldirish:

- Bo'sh Dyuar idishining massasini o'lchang.
- Dyuar idishiga taxminan 150 gramm distillangan suv soling va uning massasini m_2 hamda temperaturasini t_2 o'lchang.

- Suv ajratgichni shunday oʻrnatingki, bugʻ trubkasining chiqishi Dyuar idishi tubining oʻrtasidan 1 sm yuqorida joylashsin. Zaruriyat tugʻilganda uni silikon quvur qisqa boʻlagi bilan tortish mumkin.

- Qurilmaning umumiy massasini aniqlang.

Bugʻni quvur orqali idishga uzatish:

- Suv ajratgichni menzurkaga joylashtiring va silikon quvurlar yaxshi qotirilganiga amin boʻling.

- Bugʻ generatorini elektr tarmoqqa ulang va bugʻ chiqishini kuting.

- Suv ajratgichni Dyuar idishining tepasiga oʻrnating va yana bir bor toʻliq massaning ortishini va temperaturaning koʻtarilishini kuzating.

Toʻliq massa taxminan 20 g. ortgandan keyin, bugʻ generatori oʻchiriladi va tezda aralashmaning temperaturasi t_m aniqlanadi.

Sinash uchun savollar:

1. Bugʻlanish deb nimaga aytiladi.
2. Kalorometr qanday asbob?
3. Solishtirma bugʻlanish issiqligiga taʼrif bering
4. Sovuq suv va bugʻ aralashmasini temperaturasi qanday aniqlanadi.

8-laboratoriya ishi

KRITIK NUQTADA SUYUQLIK-GAZ FAZAVIY O'TISHINI KUZATISH

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 9, 10, 11, 12, 45, 47, 56.*)

Tajriba maqsadi: Kritik nuqtadan yuqori qizdirishda suyuqlik-gaz fazaviy chegaraning yo'qolishini kuzatish. Kritik nuqtadan pastga sovushda suyuqlik-gaz fazaviy chegaraning shakllanishini kuzatish. Kritik opalessensiyani kuzatish.

Qisqacha nazariya: Ideal gazning muhim xossalaridan biri, temperatura absolyut nolga yaqinlashganda ham, uning kondensirmasligi hisoblanadi. Bunday gaz tabiatda mavjud emas, chunki past temperaturalarda ham bunday gaz chiziqli o'lchamlari orasidagi o'rtacha masofaga nisbatan ancha kichik bo'lgan zarrachalardan tashkil topgan va ular faqat elastik to'nashishlardan tashqari bir biri bilan ta'sirlashmaydi. Ideal gaz o'zgarmas temperaturada siqilsa, uning bosimi hajmga teskari proporsional tarzda oshadi (31-rasmga qarang).

Ideal gazning bosimi p , temperaturasi T va molyar hajmi V orasidagi munosabatlar ideal gazlar uchun asosiy tenglama bilan ifodalanadi:

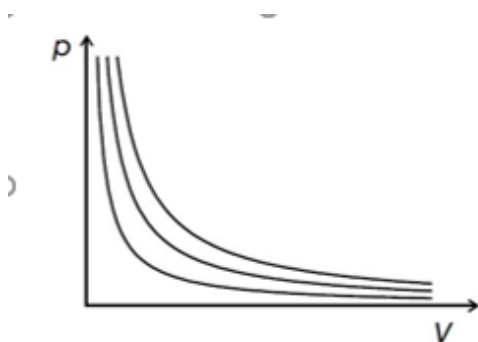
$$pV = RT \quad (2.35)$$

bu yerda $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ – universal gaz doimiysi.

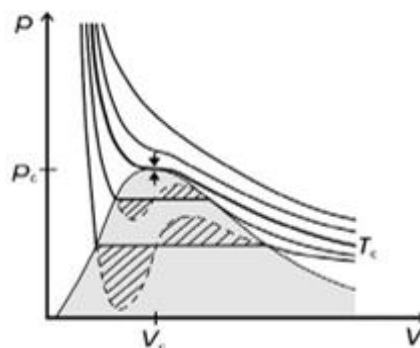
Ko'pchilik real gazlarning xossalari ideal gaz xossasiga yaqin bo'ladi, agarda ular kondensasiya yoki suyuqlanish temperaturasidan yetarli darajada yiroq holatda bo'lsa, masalan atmosfera bosimidagi xona temperaturasida. Gaz temperaturasi kondensasiya temperaturasiga yaqinlashganda, ya'ni yuqori p bosimda yoki past T temperaturada, uning xossalari ideal gaz xossalaridan ancha chetlashadi. Gazning zichligi ortganda ularning molekulalari orasidagi o'rtacha masofa haddan tashqari kichik bo'ladi. Real gazlarning o'zini tutishi taxminan van der Vaals tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$(p + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT \quad (2.36)$$

Bu tenglamadagi van der Vaals konstantalari a , b gaz holatiga bog‘liq va gaz zarrachalarining o‘zaro tortilishini hamda ularning effektiv hajmlarini xarakterlaydi.



31-rasm. Ideal gaz uchun izotermalar bilan pV diagrammalar.



32-rasm. Real gazning izotermalar bilan pV diagrammasi. Suyuqlik-bug‘ aralashmasi diagrammaning bo‘yalgan sohasida mavjud.

32-rasmda real gazning pV diagrammadagi izotermalari keltirilgan. Gorizontall urinmasi burilish nuqtasi kabi aniqlanadigan izoterma o‘zgacha ahamiyatga ega. Bu nuqta kritik nuqta deb ataladi; bu nuqtaga mos kelgan bosim qiymati p_c kritik bosim deb, molyar hajm kritik hajm V_c deb va temperatura T kritik temperatura T_c deb ataladi. Kritik temperaturadan yuqorida barcha bosimlarda modda gazsimon holatda bo‘ladi va izotermalar van der Vaalsa tenglamasiga mos kelib, ideal gaz uchun asosiy tenglamaga yaqinlashadi.

Kritik temperaturadan pastda vaziyat ancha murakkab. Agar hajm yetarli darajada katta bo‘lsa (32-rasmdagi shtrixlangan sohadan o‘ngda), modda gazsimon holatda bo‘ladi va bug‘ deb hisoblanadi. Juda kichik hajmlarda (shtrixlangan sohadan chapda) gaz suyuqlikga o‘tadi va amalda siqilmas bo‘ladi. Shtirixlangan soha suyuqlik-bug‘ aralashmasiga mos kelib, u yerda bug‘ proporsiyasi chapdan o‘nga ortib boradi. Bu van der Vaals tenglamasining voqyelikdan chetlanishidir: doimiy temperaturada hajmning o‘zgarishi aralashmadagi bug‘ proporsiyasi bilan o‘zgaradi, ammo uning bosimi emas. Shtrix chiziqlar bilan chizilgan chiziqlarning bir qismi van der Vaals tenglamasiga mos keladi va ular gorizontall chiziqlar bilan

almashtirilishi kerak. Ular shunday bug‘ bosimiga mos keladiki, bunda bug‘ va suyuqlik bir biriga nisbatan muvozanatda bo‘ladi. Suyuqlik va gaz turli solishtirma og‘irlikka egaligi sababli, odatda ular og‘irlik kuchi ta’sirida bir biridan ajraladi.

Temperatura ortishi bilan bug‘ning zichligi ortadi, shu vaqtda esa, suyuqlikning zichligi kamayadi. Kritik temperaturada bu solishtirma og‘irliklar tenglashadi va shu sababli suyuqlik bilan bug‘ni bir biridan farq qilib bo‘lmay qoladi, ya’ni ular to‘liq aralashgan bo‘ladi. Aralashma kritik temperaturaga yaqinlashganligi sababli, barokamera chegarasida yorug‘likning sochilishi o‘ta yuqori darajaga erishadi. Bu holisa kritik opalessensiya deb ataladi, va u zichlikning o‘zgarishidan kelib chiqib, kritik temperatura yaqinida jiddiy ortadi, chunki siqiluvchanlik katta va zichlik o‘zgarishining qarshiligi kichik bo‘ladi. To‘lqin uzunligi kichik bo‘lgan yorug‘lik sochiladi, bu vaqtda esa to‘lqin uzunligi uzun yorug‘likning tarqalishi davom etadi. Kritik temperaturani kuzatish uchun mo‘ljallangan barokamera bu hodisalarni bizga namoyish qilish uchun imkon beradi. Barokameraning qobig‘i issiq suv yoki bug‘ bilan qizdiriladi. Yuqori bosimga chidamli bo‘lgan ikkita yassi shisha darcha vazifasini o‘taydi va qizdirishda hamda xuddi shuningdek, sovushda temperatura kritik temperaturadan T ortganda, barokameradagi moddaning o‘zini tutishini kuzatishga imkon beradi. Hodisani bevosita barokamerada kuzatish yoki devorga proyeksiyalash mumkin. Barokamera oltingugurt geksoxlorigi SF_6 bilan to‘ldiriladi. Xona temperaturasida uning kritik zichligi qiymati (ya’ni kritik hajmning aksi) suyuqlik va gazlar zichliklarining qiymatlariga deyarli teng. Qizdirishda sistema kritik nuqta orqali o‘tishi uchun, barokamera yarmigacha xona temperaturasida suyuq gaz bilan to‘ldiriladi. SF_6 kritik temperaturada quyidagi termodinamik o‘zgaruvchilarga ega:

Kritik temperatura: $T_c = 318.7 \text{ K}$

Kritik bosim: $p_c = 37.6 \text{ bar}$,

Kritik molyar hajm: $V_c = 200 \text{ cm}^3 / \text{mol}$

Kerakli asboblari va jihozlar:

1. Kritik temperaturani namoyish qilish uchun barokamera (371 401) – 1ta
2. Lampa, 6 V/30 Vt (450 51) – 1ta

3. Lampa korpusi (450 60) – 1ta
4. Asferik kondensor (460 20) – 1ta
5. Transformator, 6 VAC, 12 VAC, 30 VA (562 73) – 1ta
6. Kichik optik kursi (460 43) – 1ta
7. Tutgichli linza, $f = 100 \text{ mm}$ (460 03) – 1ta
8. To‘g‘ri burchakli prizma (461 11) – 1ta
9. Leybold multi qisgichlar (301 01) – 4ta
10. Katta V shaklsimon shtativ asosi (300 01) – 1ta

Qizdirish uchun:

11. Sirkulyasion termostat, 30 ... 100 °C (666 768) – 1ta
 12. Silikon quvurlar, ichki.diam.7x1.5 mm, 1m (667 194) – 2ta
- Yoki
13. Bug‘ generatori, 550 Vt/230 V (303 28) – 1ta
 14. Silikon quvurlar, ichki.diam.7x1.5 mm, 1m (667 194) – 1ta
 15. Menzurka, 400 ml (664 104) – 1ta

Temperaturani o‘lchash uchun:

16. Bir kirishli raqamli termometr (666 190) – 1ta
 17. Temperatura datchigi, NiCr-Ni (666 193) – 1ta
- Yoki
18. Termometr, -10 dan 150 °C gacha (382 33) – 1ta

Tajriba qurilmasi

33-rasmda tajriba qurilmasi tasvirlangan

Bug‘ generatoridan foydalanishda quyidagilarga e‘tibor bering:

Quvurda kondensasiyalanishning oldini olish uchun, silikon quvurlarni har birining uzunligi 0.5 m bo‘lgan ikkita bo‘lak qilib kesib oling.

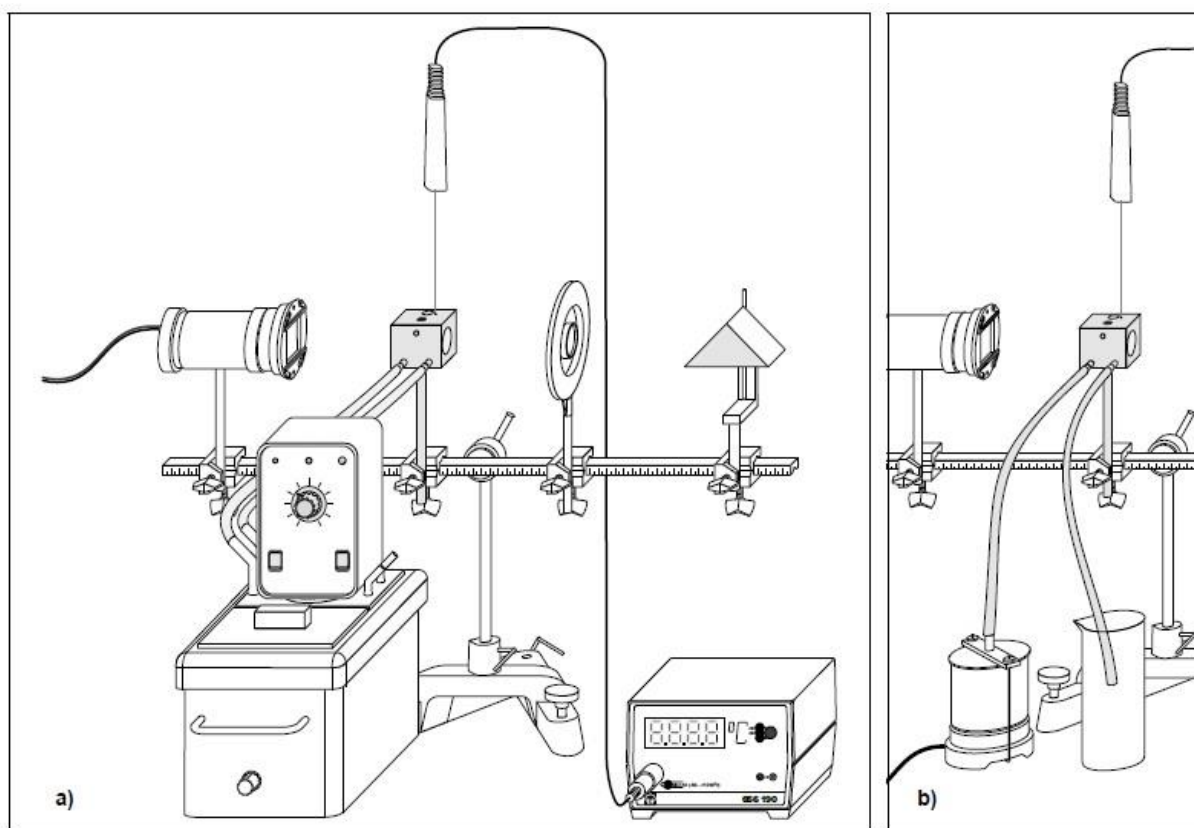
Silikon quvurlarni biriktirishdan oldin, barokameraning qizdirish kanalini puflash orqali tekshiring va uning ichidagi to‘siqlardan xoli bo‘ling.

Temperatur datchigini o'z joyiga o'rnatishdan oldin, ozgina moylovchi modda suring, masalan issiqlik uzatilishini yaxshilash maqsadida mos teshiklarni suvlang.

- Asferik kondensorni lampa nasadkasiga o'rning.

33-rasmda tasvirlangan qurilmani shunday yig'ingki, bunda lampa, barokameraning shisha tuynugi, linza va to'g'ri burchakli prizma bir o'qda joylashsin.

Har safar apparat bilan ishlashdan oldin, hyech qanday bug' yoki issiq suv nazoratsiz sizib o'tib ketmasligiga, apparatga ziyon yetmasligiga yoki buzmasligiga amin bo'lish uchun silikon quvurlarning ulanish joylarini tekshiring.



33-rasm: Kritik nuqtani kuzatish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi. Barokamerani sirkulyasion termostat bilan qizdiriladigan to'liq yig'ilgan qurilma (a). Optik kursidagi alohida komponentlarning aniq o'rni ekran sirtigacha bo'lgan masofaga bog'liq va u linzani siljitish orqali osongina topilishi mumkin. Qurilmaning barokamerani qizdirish uchun mo'jallangan bug' generatori qismi (b)

Har safar apparat bilan ishlashdan oldin, hych qanday bug‘ yoki issiq suv nazoratsiz sizib o‘tib ketmasligiga, apparatga ziyon yetmasligiga yoki buzmasligiga amin bo‘lish uchun silikon quvurlarning ulanish joylarini tekshiring.

Lampani transformatorga ulang va barokamera tarkibini rangi ochiq sirtga proyeksiyalang (masalan devorga qotirilgan oq qog‘oz varag‘i). - Zururiyat bo‘lganda, qurilmani o‘rnatish tartibini qayta o‘qib chiqing.

Kichik optik kursidagi linzani siljitish orqali suyuqlik meniskining tasvirini to‘plang.

Tajribaning o‘tkazish tartibi:

Bug‘ generatoridan foydalanganingizda quyidagi taraflarga diqqat qiling:

Qizdirish bug‘ bilan amalga oshirilganda, barokameradagi temperatura juda tez ortadi, shuning uchun kritik temperaturani nazorat qilish ancha qiyin.

Suv va bug‘ ikkalasi ham birgalikda majburan qizdirish kanalidan oqmasligi uchun, bakdagi suv kuchli qaynamasligi kerak.

Bug‘ generatorining bakini shunday to‘ldiringki, uning 2 sm ga yaqin yuqorisi bo‘sh qolsin.

Suv qaynashni boshlaganidan, darhol bug‘ generatorini o‘chiring.

Sistema sovuyotganda, suv ortga so‘rib olinmasligi uchun, menzurkadagi kondensasiyalayotgan suvning sathi quvur sathiga yetmaganligiga amin bo‘ling, aks holda issiqliq zarbi evaziga barokameraga ziyon yetishi mumkin.

Sirkulyasion termostatdan foydalanish uchun ko‘rsatmalar:

- Proyeksiyalangan tasvirni kuzatish uchun xonani qorong‘ulashtiring.
- Sirkulyasion termostatni ulang va boshlang‘ich temperaturani 40 °C o‘rnating.
- Taxminan 40 °C dan boshlab, sirkulyasion termostatning temperaturasi sekin oshiring, bunda moddaning yetarli darajada qizishi hamda fazalar chegarasining yo‘qolishini yaqqol kuzatish kafolatgan bo‘lishi kerak.

Sistemaning temperaturasi kritik temperaturadan ortgandan keyin, sirkulyasion termostatning temperaturasi kritik temperaturadan past holatga o‘rnating.

Sistema kritik temperaturadan past holatga o‘tganda, kamera hajmi bo‘yicha temperatura gradiyentlari bilan bog‘liq bo‘lgan nomaqbul effektlarni kamaytirish

uchun, temperaturani yana sekin oshirish va tajribani takrorlash maqsadga muvofiq.

Sinash uchun savollar:

1. Ideal gaz deb qanday gazlarga aytiladi.
2. Van der Vales tenglamasi haqida
3. Kiritik nuqta deb nimaga aytiladi.
4. Kondensirlanish deb nimaga aytiladi.

9-laboratoriya ishi

DOIMIY BOSIMDA GAZ HAJMINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGI (GEY - LYUSAK QONUNI)NI O'RGANISH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 7, 8, 9, 12, 35, 36, 47, 58.)

Tajriba maqsadi: Doimiy bosimda p gaz hajmining V temperaturaga bog'liqligini aniqlash. Tajriba natijalarini past temperaturalar tarafga ekstrapolyasiyalash yo'li bilan temperaturaning absolyut shkalasini aniqlash

Qisqacha nazariya: ν mol miqdordagi ideal gazning holati tajribada aniqlanishi mumkin bo'lgan bosim, hajm va temperatura qiymatlari bilan to'liq ifod Bu uch miqdor orasidagi munosabat asosiy gaz qonuni bilan aniqlanadi:

$$pV = \nu RT \quad (2.37)$$

bu yerda r – bosim; V - hajm; T – temperatura; ν – ideal gazning moldagi miqdori; R - universal gaz doimiysi (8,31 Dj/(K·mol)).

Agar miqdorlardan biri- bosim, hajm yoki temperatura doimiy qolsa, qolgan ikki miqdorni bir biridan mustaqil tarzda o'zgartirib bo'lmaydi. Masalan, doimiy bosimda holatlarning Gey-Lyussak munosabati o'rinli bo'ladi:

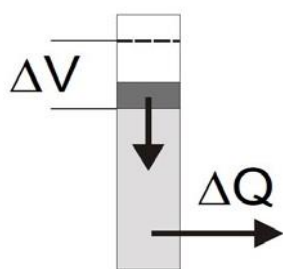
$$V \sim T \quad (2.38)$$

Mazkur tajribada bu qonun gazli termometr yordamida tasdiqlanadi. Gazli termometr shisha kapillyardan tashkil topgan bo'lib, uning bir uchi ochiq. Havoning ma'lum miqdori kapillyar ichida simobning tomchisi bilan zich berkitiladi. Tashqi p_0 bosimda, kapillyar ichidagi havo V_0 hajmga ega.

Gazli termometr temperaturasi taxminan $t \approx 90^\circ\text{C}$ ga yaqin suvga joylashtiriladi va bu sistema asta - sekin sovutiladi (34-rasm). Gazli termometrning ochiq uchi atrof muhitning bosimi ta'sirida bo'ladi. Shunday qilib, qamalgan havo ustunining bosimi tajriba vaqtida doimiy qoladi. Hajm quyidagicha aniqlanadi:

$$V = \pi \frac{d^2}{4} h \quad (2.39)$$

bu yerda $d = 2,7$ kapillyarning ichki diametri, h – havo ustunining balandligi.



$p = \text{constant}$

34-rasm. Termodinamik jarayonning sxematik tasvirlanishi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Gazli termometr (382) – 1ta
2. Dastaki vakuum nasosi (375) – 1ta
3. V shaklsimon shtativ asosi. 20 sm (300) – 1ta
4. Shtativ ustuni, 47 sm (300 42) – 1ta
5. "Timsoh" tipli qistirgich (301 11) – 2ta
6. Qizdiruvchi elektr plitka (666 767) – 1ta
7. Shisha o'lchov stakani, 400 ml (664 103) – 1ta

P2.5.2.2(a)

8. Raqamli termometr (666) – 1ta
9. NiCr-Ni temperatura datchigi (666) – 1ta

P2.5.2.2(b)

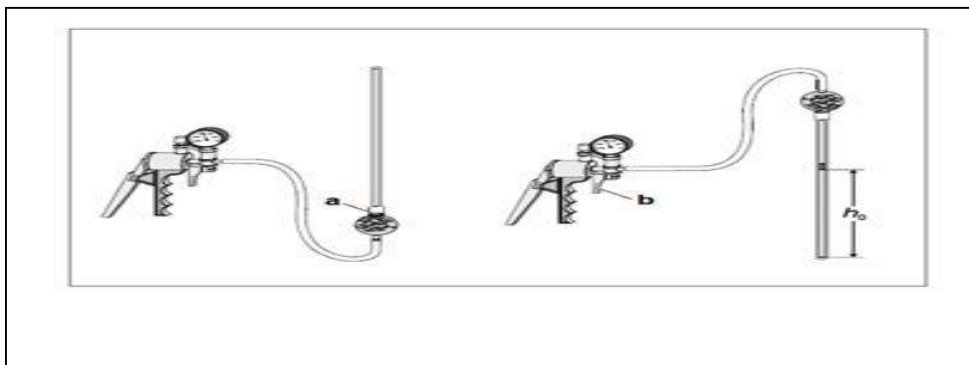
10. Mobil CASSY Lab (524) – 1ta
11. NiCr-Ni aylantirgich S (524) – 1ta
12. NiCr-Ni temperatura datchigi 1.5 mm (529 676) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

Simob tomchilarini yig'ish

- Dastaki (qo'l bilan yurgiziladigan) vakuum nasosini gazli termometrga ulang va termometrni shunday ushlangki, uning ochiq uchi pastga qarab yo'nalgan bo'lsin. (35-rasmga qarang).

- Dastaki vakuum nasosi yordamida maksimum ortiqcha bosimni Δp yuzaga keltiring va tomchi shaklidagi simobni qavariq joyga (a) to'plang. Dastaki vakuum nasosining manometri ortiqcha bosimni Δp manfiy qiymat tarzida ko'rsatadi.
- Agarda hali ham simobning tomchilari kapillyarda qolsa, kapillyarni sekin turtkilab, ular qavariq joyga (a) siljiriladi. Simob bilan berkitilgan kapillyar uchida qolgan kichkina simob tomchisi tajribani bajarishga xalaqit bermaydi.



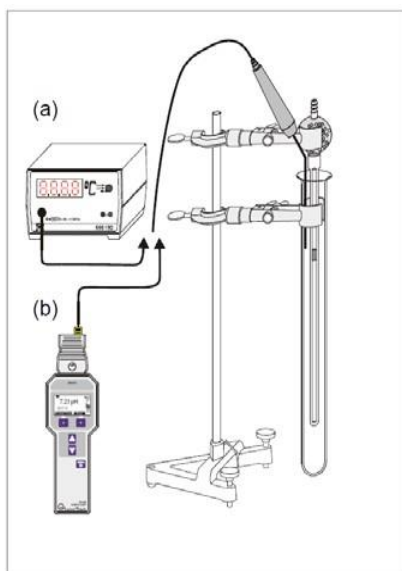
35-rasm. Simob tomchilarini yig'ish va dastlabki gaz hajmini V_0 o'rnatish

Gaz hajmini V_0 o'rnatish

- Gazli termometrdan foydalanish uchun uni ishchi holatdan (ochiq uchi yuqorida) sekin shunday buringki, simob kapillyarning kirish teshigiga siljisin.
- Dastaki vakuum nasosining ventilyasiya klapanini (b) sekin oching va Δp bosimni sekin 0 ga shunday kamaytiringki, simob yakka bog'langan tomchi bo'lib asta yumalasin.
- Gazli termometr bilan katta trubkani shtativ ustuniga o'rnatib. Agar katta simob tomchisi kuchli ventilyasiya yoki vibrasiya natijasida parchalansa, qaytadan simobni yig'ing.

Temperaturani raqamli termometr bilan o'lchash (o'lchash asbobini taqdimot qilish)

Gazli termometrga parallel qilib temperatura datchigini NiCr-Ni katta probirkaga kiritib va uni raqamli termometr bilan ulang.



36-rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi: Temperaturani mos ravishda raqamli termometr (a) yoki mobil CASSY (b) yordamida o'lchash

Temperaturani Mobil CASSY yordamida o'lchash (ko'chma o'lchash asbobi)

Gazli termometrga parallel qilib temperatura datchigini NiCr-Ni katta probirkaga kiriting va uni Mobil CASSY bilan ulang.

Tajribani o'tkazish tartibi:

- Shisha idishdagi 400 ml hajmli suvni 90 °C gacha elektroplitkada qizdiring.
- Issiq suvni ehtiyotlik bilan shisha idishga quyning. Temperatura ko'tarilib borgan sari gazning boshlang'ich bosimi pasayadi.
- Temperatura ortishini kuzating va temperatura hamda havo ustunining balandligini aniqlash uchun, temperatura pasaya boshlash momentini kuting.
- Suv vannasining (probirkadagi suv) sovushi mobaynida gazli termometrning asta-sekin temperaturasi t va berk havo ustunining balandligini o'lchang.

Sinash uchun savollar:

1. 1 mol miqdorga tarif bering.
2. Mendeleyev-Klaperon qonunini tushuntiring.
3. Gey - lyusak qonuni haqida ma'lumot bering.
4. Tajriba qurilmasining ishlash prinsipini tushuntiring.

10-laboratoriya ishi

RICHARD METODI BILAN HAVO UCHUN ADIABATA KO'RSATGICHI (C_p/C_v) ANIQLASH

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 7, 8, 11, 35, 45, 47, 56.*)

Tajriba maqsadi: Po'lat zoldirning ossillyasiya davrini o'lchash. Havo uchun adiabata ko'effitsiyentini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Gazlarning kinetik nazariyasi ideal gazlarning adiabata ko'effitsiyentini ko'rsata oladi. Gazning ichki energiyasini U unga tashqaridan uzatilayotgan issiqlik miqdorini ΔQ oshirish yoki uning ustida mexanik ish ΔW bajarish orqali o'zgartirish mumkin:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W \quad (2.40)$$

Holatni adiabatik o'zgartirishlarda tashqi atrof muhit bilan issiqlik almashinuv bo'lmaydi. Shu sababli issiqlik miqdori o'zgarmaydi: $\Delta Q = 0$ (ya'ni entropiya doimiy qoladi).

Ideal gaz qonunidan $pV = mRT$ $\Delta U = C_v m \Delta T$, hamda (2.40) tenglamadan Puasson tenglamasi kelib chiqadi, u temperatura o'zgarganda holatning adiabatik o'zgarishini ifodalaydi:

$$pV = \text{const} \quad (2.41)$$

bu yerda k adiabata ko'rsatgichi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$k = \frac{C_p}{C_v} \text{ va } C_p = C_v + R \quad (2.42)$$

bu yerda C_p – doimiy bosimda solishtirma issiqlik sig'imi C_v - doimiy hajmda solishtirma issiqlik sig'imi C_p bilan C_v haqida nazariy bashorat qilish

Bir mol ideal gazni doimiy hajmda (izoxorik jarayon) ΔT gacha qizdirish uchun quyidagi energiya kerak bo'ladi:

$$\Delta Q = C_v \Delta T \quad (2.43)$$

bu yerda C_v molyar issiqlik sig'imi. Doimiy hajmda holatning o'zgarishida mexanik ish bajarilmaydi, ya'ni (2.40) tenglamada $\Delta W = 0$. Shunday qilib, sistemaga berilayotgan issiqlik ΔQ faqat zarrachalarning kinetik energiyasini

oshiradi. Gazlar kinetik nazariyasidagi zarrachalar erkinlik darajasi bo'yicha energiyaning bir tekis taqsimlanishi qonuniga asosan zarrachalar o'rtacha kinetik energiyasining ortishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta E_{kin} = \frac{1}{2} f R \Delta T \quad (2.44)$$

bu yerda f – bir zarrachaga to'g'ri keladigan erkinlik darajasining soni, R – universal gaz doimiysi, ΔT – temperaturaning o'zgarishi.

(2.43) va (2.44) formulalarni taqqoslashdan ideal gazning molyar issiqlik sig'imi faqat gaz molekulasining erkinlik darajasi bilan aniqlanishi kelib chiqadi:

$$C_v = \frac{1}{2} f R \quad (2.45)$$

Bir atomli gazlarning zarrachalari faqat uchta erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Bir atomli gazlarda o'rtacha issiqlik energiyalarida (~ 25 meV) burchak momentlarining kvantlanishi natijasida aylanma erkinlik darajasining yuzaga kelishi kuzatilmaydi. Ikki atomli va chiziqli ko'p atomli molekulalar aylanma erkinlik darajalariga ega. Ammo, o'q bo'yicha inersiya momenti kichik bo'lganligi sababli, ikki atomli va chiziqli ko'p atomli molekulalar molekulyar o'qqa nisbatan faqat perpendikulyar aylanadi.

Chiziqli molekulalar uchta ilgarilanma erkinlik darajasiga qo'shimcha 2 ta aylanma erkinlik darajasiga ega ($f = 5$). Xona haroratida faqat nochiziqli molekulalar uchun barcha uchta aylanma erkinlik darajasi qo'zg'aladi ($f = 6$).

Ideal gaz qonunini qo'llash, erkinlik darajasi soni bilan adiabata ko'rsatgichi orasidagi quyidagi munosabatni olishga imkon beradi (jadval 4 ga qarang):

$$k = \frac{C_p}{C_v} = \frac{f+2}{f} \quad (2.46)$$

Jadval 4. Ideal gazlar uchun (2.46) formula bilan hisoblangan adiabata ko'rsatgichlari:

Gaz turi	Bir atomli (He, Ar)	Chiziqli ikki atomli molekulalar (O_2 , N_2 , H_2)	Nochiziqli ko'p atomli molekulalar
f	3	5	6
k	1,67	1,40	1,33

Richard metodi bo'yicha C_p/C_v nisbatni aniqlash.

Bu tajribada gazli trubkaga kiritilgan va gaz hajmini zich bekituvchi po'lat zoldirning tebranish davri orqali havoning adiabat ko'rsatgichi k aniqlanadi.

37-rasmga binoan, agar ballondagi bosim p atmosfera bosimi p_0 bilan po'lat zoldir og'irligi yuzaga keltirayotgan bosim yig'indisiga teng bo'lsa, shisha trubkadagi zoldir muvozanat holatida bo'ladi:

$$p = p_0 + \frac{mg}{A} \quad (2.47)$$

bu yerda m – po'lat zoldir massasi, g – erkin tushish og'irligi, A – Shisha trubkaning ko'ndalang kesimi yuzasi.

Zoldir muvozanat holatidan x masofaga siljisa, unda bosim dp ga o'zgaradi. Shu sababdan $F = A dp$ kuch po'lat zoldirni harakatlantiradi va unga Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan tezlanish beradi:

$$A dp = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2.48)$$

Bu jarayon juda tez amalga oshgani uchun, uni amalda adiabatik deb hisoblash mumkin va bu (2.41) tenglamani differensiyalash orqali kelib chiqadi:

$$V^k dp + p k V^{k-1} dV = 0 \quad (2.49)$$

$$dp = - \frac{k p}{V} dV \quad (2.50)$$

Po'lat zoldir shisha trubkaning ichida x masofaga siljiydi deb faraz qilindi, bu esa hajmning o'zgarishiga olib keladi:

$$dV = Ax \quad (2.51)$$

dV ni (2.50) tenglamaga va dp ni (2.48) tenglamaga qo'yib, zoldir harakat tenglamasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

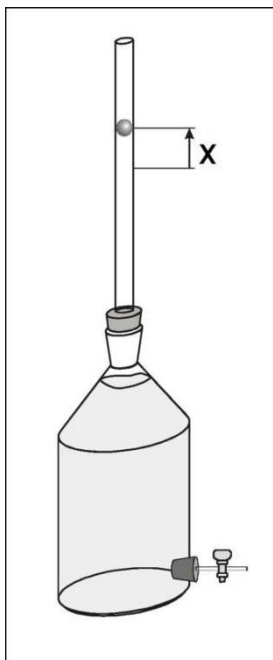
$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k p A^2}{m V} x = 0 \quad (2.52)$$

(2.52) formula garmonik ossillyator tenglamasi hisoblanadi va undan siklik chastotani ω aniqlash

$$\omega = \sqrt{\frac{k p A^2}{m V}} \quad (2.53)$$

Bu munosabatdan po‘lat zoldir bajarayotgan garmonik ossillyasiyalarning davrini aniqlash mumkin:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m V}{k p A^2}} \quad (2.54)$$



37-rasm. Richard metodi bilan adiabata ko‘rsatgichini k aniqlash uchun tajriba qurilmasi

Bu tenglamadan adiabata ko‘rsatgichi uchun quyidagi formulani olish mumkin:

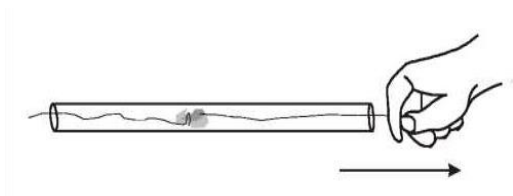
$$k = \frac{4\pi^2 m V}{A^2 p T^2} \quad (2.55)$$

(2.55) tenglamadagi tenglik belgisining o‘ng tomonidagi barcha miqdorlarni ($4\pi^2$ dan tashqari) tajribada aniqlash mumkin va ular asosida adiabata ko‘rsatgichini aniqlash mumkin.

Tajriba o‘tkazish bo‘yicha maslahatlar

(2.54) tenglama bo‘yicha, idishning hajmi qanchalik katta bo‘lsa, po‘lat zoldirning ossillyasiya davri shunchalik katta. Boshqa tarafdin, tajriba aniqligi ossillyasion davrni T aniqlash aniqligi bilan belgilanib, bu davr (2.55) tenglamadagi kvadrat ildizdan topiladi. Shuning uchun, mazkur tajribada aspirator (so‘rib oluvchi qurilma) qo‘llaniladi.

Po‘lat zoldirning ossillyasiyasi soni shisha trubkaning va po‘lat zoldirning tozaligiga juda kuchli bog‘liq. Har bir tajribadan oldin 38-rasmda ko‘rsatilganidek, ipga bog‘langan yumshoq mato yoki teri parchasi bilan shisha trubkani diqqat bilan tozalash kerak. Shisha trubkani yumshoq mato parchasi bilan tozalashda tozalovchi vositalardan foydalaning.



38-rasm. Har bir tajribadan oldin yumshoq mato parchasi bilan shisha trubkani diqqat bilan tozalash zarur.

Kerakli asbob va jihozlar:

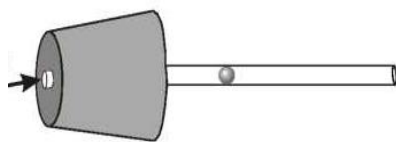
1. Marriot kolbasi, 10 l (371 04) – 1ta
2. Ossillyasion trubka (371 05) – 1ta
3. Taymer (313 07) – 1ta
4. Aneroid barometr (317 19) – 1ta
5. Plastik menzurka, 1000 ml (590 06) – 1ta
6. Vazelin, 50 g (675 3100) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

- Shisha trubkani 38-rasmda keltirilganidek tozalang.
- Po‘lat zoldirni tozalang.

Eslatma: Faqat presizision shisha trubkani va po‘lat zoldirni tozalashgina zoldirning yaxshi ossillyasiyasiga olib keladi.

Shisha trubkani rezina tiqinga o‘rnating. Siz rezina tiqinning oldingi tarafidan jiplagich xalqadan foydalanishingiz mumkin, buni soddagina oddiy qog‘oz bilan amalga oshirish mumkin (39-rasm).



39-rasm. Tajribani o'tkazish uchun qulaylik yaratish maqsadida jipslashtiruvchi xalqa sifatida rezina tiqinga kiritilgan qog'oz o'ramidan foydalanish mumkin.

Tajribani o'tkazish tartibi:

- Aspiratorning pastki teshigi berk ekanligiga amin bo'ling.
- Presizion shisha trubkali rezina tiqinni aspiratorning yuqorigi teshigiga perpendikulyar qilib joylashtiring
- Agar endi zoldir shisha trubkaga kiritilsa, u idishdagi havo hajmi shakllantirgan havo yostig'ida garmonik tebranishlar bajaradi. Ishqalanish energiyasiga yo'qotishlar muqqarar bo'lgani uchun tebranishlar so'nadi.
- Bir necha marta (masalan 20) tebranishlar davrini T 10 ossillyasiya uchun o'lchang.
- Barometr ko'rsatishi bo'yicha bosim qiymatini yozib oling.
- 1 l hajmli plastik menzurkadan foydalangan holda, idishni suv bilan to'ldirib, aspiratorning hajmini aniqlang. Suvni to'kgandan keyin idishni yaxshilab quriting.

Sinash uchun savollar:

1. Richard metodi haqida ma'lumot bering.
2. Po'lat zoldirning ossillyasiya davrini tushuntiring.
3. Gaz molekulasiining erkinlik darajasini tushuntiring.
4. Richard metodi bilan adiabata ko'rsatgichini aniqlaydigan tajriba qurilmasini tushuntiring.

3 – BOB. ELEKTR VA MAGNETIZM

1- laboratoriya ishi

ELEKTROMETRIK KUCHAYTIRGICH YORDAMIDA

ELEKTROSTATIKANING ASOSIY TAJRIBALARINI BAJARISH.

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 14, 15, 17, 48, 49, 52, 58.)

Tajriba maqsadi: Ikki ishqalanish tayoqchasini bir-biriga ta'sir yetkazganda zaryadlarning ajralishini tekshirish. Ishqalanish tayoqchasi ishqalash folgasi bilan ishqalanganda zaryadlar ajralishini tekshirish. Ishqalanish tayoqchalari har xil folgalar bilan ishqalangandan keyin zaryadlangan tayoqchalarning qutblarini aniqlash.

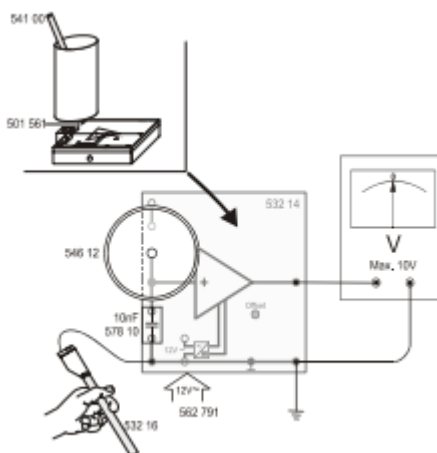
Qisqacha nazariya: Zaryadlar ikki materialni bir-biriga ishqalaganda yoki ta'sir etkazganda hosil bo'lishi mumkin. Tajribalarga ko'ra materiallarning biri musbat ikkinchi manfiy zaryadga ega bo'ladi. Bundan tashqari hosil bo'lgan zaryadlarning miqdori bir-biriga teng bo'ladi. Agar materiallardan hosil bo'lgan zaryadlarni bir vaqtda o'lchasak ular bir-birini kompensatsiyalaydi. Material zaryadining ishorasi bir materialning o'zidan bog'liq emas, yani ikkinchi materialning xossalariga ham bog'liq. Ikki material bir-biriga ishqalanganida zaryadlarning hosil bo'lishini aniqlash uchun elektrometrik kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Bu qurilmada juda katta kirish qarshiligiga (10^{13} Om) va juda kichik chiqish qarshiligiga (1 Om) ga ega bo'lgan asbob hisoblanadi. Kuchaytirgichning kirishi 2 ta sig'imiyl ulash yo'li bilan va zaryadlarning to'plash uchun Faradey chashkasidan foydalanib asbob yordamida juda kam miqdordagi zaryadlarni o'lchash imkonini beradi. Shunday qilib tekizish va ishqalash yo'li bilan hosil qilingan zaryadlar yuqori aniqlik bilan topilishi mumkin.

450 V li energiya manbai va 12 V AC energiya manbaiga ega bo'lgan tajriba qurilmalari mos ravishda 40-rasm va 41-rasmda ko'rsatilgan. Elektrometr kuchaytirgich yordamida zaryadni

qanday o'lchash mumkinligi 53214 ko'rsatmalar to'plamidan bilib olishingiz mumkin.



40-rasm. Tajriba qurilmasi



41-rasm. Energiya manbaiga ega bo'lgan tajriba qurilmasi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Elektrometrik kuchaytirgich energiya manbai (53214) – 1ta
2. Energiya manbai 12 V AC yoki (562791) – 1ta
3. Energiya manbai, 450 V, 230 V (52227) – 1ta
4. Juft kabellar 100 sm, qizil/ ko'k (50146) – 1ta
5. Ulash tayoqchasi (53216) – 1ta
6. Multimetr LDanalog 20 (531120) – 1ta
7. Faradey chashkasi (54612) – 1ta
8. Tutkich Shtepsel (590011) – 1ta
9. Kondensator, 1 nF, STE 2/19 (57825) – 1ta
10. Kondensator, 10 nF, STE 2/19 (578 10) – 1ta
11. PVC and acrylic tayoqchalari (54100) – 1ta
12. Teri (54121) – 1ta
13. Polletilen ishqalash folgasi (20070750) – 1ta
14. Induksion tarelka (54251) – 1ta
15. Juft kabellar 100 sm, qizil/ko'k (501 46) – 1ta
16. Ulash kabeli 50 sm qora (500424) – 1ta

Qo‘shimcha rekomendatsiya: tutamaydigon olov yani:

1. Butan gaz pechkasi (666711) – 1ta
2. Butan baloni, 190 g (666712) – 1ta

Tajribani o‘tkazish tartibi.

Eslatma: Aniq tajribaviy natijalarga erishish uchun tajriba o‘tkazishdan oldin ishqalanish tayoqchasini va Faradey chashkasini zaryadsizlantiring

Ko‘rsatmalar: Ishqalanish tayoqchasini zaryadsizlantirish uchun uni bor uzunligi bo‘yicha bir necha marta uncha yorqin bo‘lmagan olov ustidan harakatlantirib o‘tkazing.

Faradey chashkasini zaryadsizlantirish uchun unga ulash tayoqchasini to multimetr $U = 0 \text{ V}$ ko‘rsatguncha tekkizing.

- Zaryadsizlantirilgan ishqalanish tayoqchalarini bir-biriga bir necha marta ta’sir ettiring. Keyin ularni qo‘llaringizga ajratib oling.
- PVC tayoqchasini to‘rtidan bir qismini Faradey chashkasi ichiga kiriting va multimetr strelkasi og‘ishini kuzating.
- Huddi shu tajribani akrilik tayoqcha bilan ham o‘tkazing.
- Keyin ikkala tayoqchani bir vaqtda Faradey chashkasiga kiriting va multimetr og‘ishini yana kuzating.

Induksion plastinka ishqalanish tayoqchasidan zaryadni Faradey chashkasiga o‘tkazishni namoyish qilish uchun foydalanish mumkin. Bunda ishqalanish tayoqchasini induksion plastinkaga tekkiziladi va induksion plastinkani Faradey chashkasiga kiritish bilan zaryadlar unga o‘tkazilishi va miqdori o‘lchashi mumkin.

Sinash uchun savollar:

1. Maydon tushunchasiga fizik mohiyatini tushuntiring.
2. Elektrostatik maydon va unda bajarilgan ish haqida gapiring.
3. Ikki materialni bir-biriga ishqalaganda yoki ta’sir etkazilganda sodir bo‘ladigan jarayonni izohlang.
4. Elektrometrik kuchaytirgich ishlash prinsipini tushuntirng.

2-labarotoriya ishi

UITSTON KO‘PRIGIDAN FOYDALANIB QARSHILIKLARNI QIYMATINI ANIQLASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 15, 17, 18, 47, 49, 52, 58.)

Tajriba maqsadi: Uitston ko‘prigi uchun nol metodni tushunish. Qarshiliklarni yuqori aniqlik bilan o‘lchash.

Qisqacha nazariya: Charlz Uitston tomonidan 1843 yilda kashf etilgan ko‘prik sxemasini metodi qarshilikni o‘lchashning bir imkoniyatini ifodalaydi. Noma‘lum qarshilikning qiymati R_x boshqa bir juda yuqori aniqlikda ma‘lum bo‘lgan R qarshilikning qiymati bilan taqqoslanib katta aniqlik bilan o‘lchanishi mumkin. Tajriba paytida uzunligi 1 m va ko‘ndalang kesimi o‘zgarmas bo‘lgan o‘tkazgich simga U kuchlanish qo‘yiladi. Simning uchlari noma‘lum qarshilik R_x ga va qarshiliklari yuqori aniqlik bilan aniq bo‘lgan va ketma-ket ulangan o‘zgaruvchan qarshilik R ga ulangan (43-rasmga qarang). O‘tkazgich simning ustiga o‘rnatilgan siljuvchi kontakt simni uzunliklari S_1 va S_2 bo‘lgan ikki qisimga ajratadi. Siljuvchi kontakt nol indikator vazifasini bajaruvchi ampermetr orqali o‘tayotgan to‘k nolga teng bo‘lsa

$$R_x = \frac{S_1}{S_2} R \quad (3.1)$$

Shuning uchun qarshilikni o‘lchashning nol balansli usuli qarshilikdan oqayotgan to‘kga bog‘liq bo‘lmaydi va stabillanmagan to‘k manbai yordamida ham ajralishi mumkin. Bu eksperimental konfiguratsiya uchun eng yaxshi o‘lchash aniqligiga simmetrik ulash yo‘li bilan, yani siljuvchi kontakt o‘tkazgich simning o‘rtasida joylashganda va shuning uchun S_1 va S_2 qisimlar bir-biriga teng uzunlikka ega bo‘lganda yetishish mumkin. U vaqtda

$$R_x = R \quad (3.2)$$

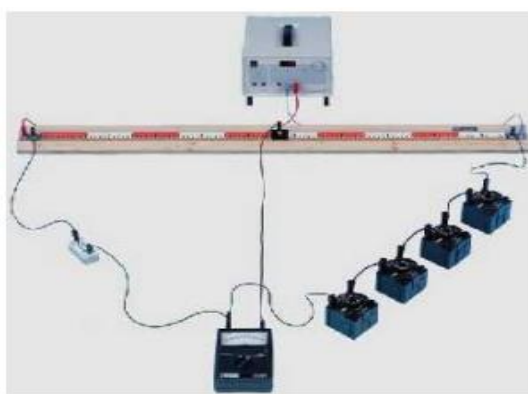
bo‘ladi.

Shuning uchun ma‘lum bo‘lgan qarshilik R ning qiymati imkoni boricha to‘g‘ri o‘lchangan bo‘lishi kerak. Chunki aniqlanayotgan R_x qarshilik unga teng bo‘ladi.

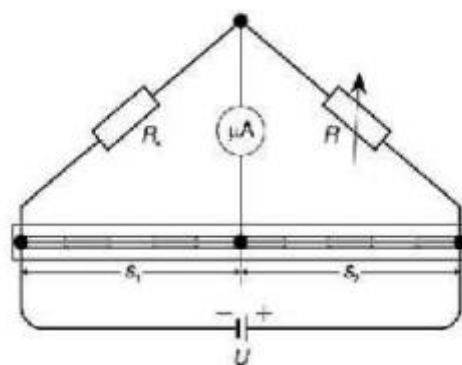
Yuqoridagiga alternativ holda, noʻmalum qarshilik (3.2) tenglama bilan toʻgʻridan- toʻgʻri oʻlchanishi uchun, dastlab siljuvchi kontakt simning teng oʻrtasiga joylashtirilishi lozim va oʻzgaruvchan R qarshilikning qiymati ampermetr nolni koʻrstaguncha oʻzgartirib borilishi lozim. Bu holda R qarshilikning qiymati toʻgʻridan toʻgʻri izlanayotgan R_x nomaʼlum qarshilikning qiymatiga teng boʻladi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Demonstration koʻprigi, 1m (53602)- 1ta
2. Oʻlchash rezistori 10 Om, 4 W (536121)- 1ta
3. Oʻlchash rezistori 100 Om, 4W (536131)- 1ta
4. Oʻlchash rezistori 1 k Om, 4 W (536141)- 1ta
5. Qarshilik dekadi 0... 1 kOm (536776)- 1ta
6. Qarshilik dekadi 0...100 Om (536777)- 1ta
7. Qarshilik dekadi 0...10 Om (536778)- 1ta
8. Qarshilik dekadi 0...1 Om (536779)- 1ta
9. DC energiya manbai 0...+/- 15 V (52145)- 1ta
10. Galvanometr C. A 403 (53113)- 1ta
11. 3 Ulash simlari, 50 sm, qora (50128)- 1ta
12. 1 Kabel jufti, 1m, qizil/ koʻk (50146)- 1ta



42-rasm. Eksperimental qurilmaning tasviri.



43-rasm. Elektr zanjiri sxemasi

Tajribalar uchun qurilma (42) va (43) rasmlardagi sxemalarga mos ravishda bo‘ladi. Noma’lum qarshilik sifatida qiymati 10 Om bo‘lgan rezistorni o‘rnating. To‘k manbaidagi kuchlanish qiymati 2 V dan katta bo‘lmasligi va qarshilik dekadasi o‘tayotgan to‘k kuchi 250 mA dan katta bo‘lmasligi lozim.

Tajribani o‘tkazish tartibi:

S_1 va S_2 larni tanlash bilan nol balansga keltirish:

- Qarshiliklar dekasida $R = 0,5 R_x$ qarshilikni o‘rnating.
- DS to‘k manbaini ulang va unga $U = 1$ V kuchlanish o‘rnating.
- O‘tkazgich simda S_1 va S_2 uzunliklarni shunday o‘rnatingki, ampermetr eng sezgir diapazonida $I = 0$ A ni ko‘rsatsin.
- Qarshiliklar dekasida R ning qiymatini ortiring va tajribani takrorlang.
- O‘lchanishi lozim bo‘lgan har xil qiymati R_x qarshiliklar uchun tajribani takroriy o‘tkazing.
- Qarshiliklar dekadasi R ni tanlash bilan nol balansga keltiring.
- O‘tkazgich simda S_1 va S_2 uzunliklarni aniq 50 sm dan qilib siljuvchi kontakti o‘rnating.
- Qiymati 10 Om bo‘lgan o‘lchanadigan qarshilik R_x ni sxema bo‘yicha ulang va unga mos R ni qarshiliklar dekadasi o‘rnating.
- To‘k manbaini kuchlanishi 1 V ga o‘rnating.
- Qarshiliklar dekadasi R ni shunday tanlangki ampermetr eng kichik diapozoni $I = 0$ A ni ko‘rsatsin.
- R_x va R larning qiymatini yozib oling.
- O‘lchanishi lozim bo‘lgan har xil qiymatli R_x qarshiliklar uchun tajribani takroriy o‘tkazing.

Sinash uchun savollar:

1. Uitsen ko‘prigi sxematik ko‘rinishi qanday va uni izohlang.
2. Nol metodi mohiyatini ayting.
3. Qarshiliklar magazini ishlash prinsipi qanday?
4. Ishchi formulani keltirib chiqaring.

3 - laboratoriya ishi

FARADEY DOIMIYSINI ANIQLASH.

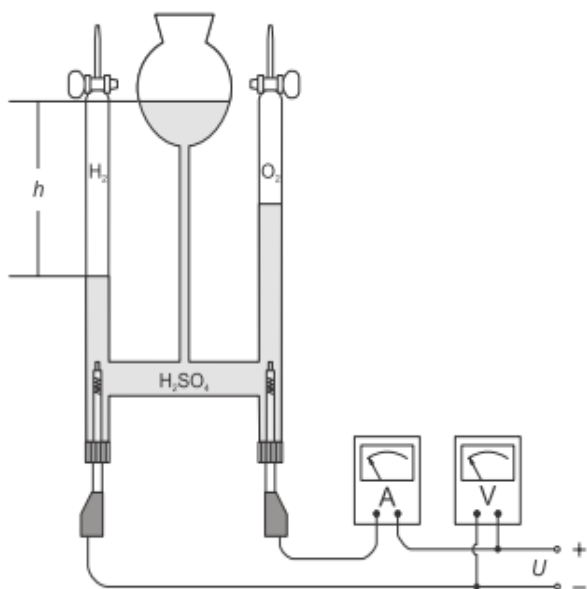
(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 14, 16, 17, 18, 48, 50, 55.)

Tajriba maqsadi: Elektroliz yordamida vodorod olish va uning hajmini o'lchash. Talab etilgan o'zgarmas kuchlanishda elektr to'ki ishini o'lchash. Faradey doimiysini hisoblash.

Qisqacha nazariya: Elektrolizda to'k oqimini kimyoviy ajralish, h bilan birgalikda keladi. Ajratilgan modda miqdori elektrolit orqali o'tgan zaryad miqdoriga Q proporsional bo'ladi. Tashilgan zaryad Faradey doimiysi F yordamida hisoblanishi mumkin. Bu doimiylik, elementar zaryad e va Avagadro soni N_A orasida quyidagi bog'liqlik bor:

$$F = N_A e \quad (3.3)$$

Bu esa Faradey doimiysi F 1 mol elektronlarning zaryad miqdori ekanligi anglatadi.



44-rasm. Faradey doimiysini suvni elektroliz qilish sxemasi.

Ajralgan modda miqdori n va ajralgan ionlarning valentligi z ni kiriting tashilgan zaryad uchun quyidagi bog‘liqlikni hosil qilamiz:

$$Q = nFz \quad (3.4)$$

Bu tajribada Faradey doimiysi elektroliz yordamida aniq miqdordagi vodorodni hosil qilish orqali aniqlanadi. Elektrolizda ajralgan vodorod gazi tashqi bosim P va xona temperaturasi T da yig‘iladi.

So‘ngra uning hajmi V o‘lchanadi. Hosil bo‘lgan vodorod molekulalari miqdori n_1 ideal gaz holat tenglamasi yordamida hisoblanadi:

$$n_1 = \frac{pV}{RT} \quad (3.5)$$

Bu yerda $R = 8,31 \text{ J/mol K}$ (universal doimiysi)

Har bir H^+ ioni elektrolit to‘kidagi elektron bilan neytrallanadi, bunda vodorod ionlarining valenti $Z = 1$ ga teng. 1 mol H^+ ionlarini neytrallash 1 mol elektronlarni talab qiladi va 1 mol H_2 olish uchun 2 mol elektron kerak. Olingan vodorod atomlarining modda miqdori n_1 talab etilgan elektronlarning mol miqdoriga tog‘ri keladi.

$$n_1 = 2 \frac{pV}{RT} \quad (3.6)$$

Shu paytda doimiy kuchlanish U_0 da bajarilgan ish W ham o‘lchanadi. Unda zaryad miqdori quyidagicha aniqlanadi.

$$Q = \frac{W}{U_0} \quad (3.7)$$

Faradey doimiysi esa (3.4), (3.6) va (3.7) tenglamalarga ko‘ra quyidagicha

$$F = \frac{1}{2} \frac{WRT}{U_0 pV} \quad (3.8)$$

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Suvni elektroliz qilish qismi (664 350)- 1 ta
2. patnis, 6 x 5 RE (64945)- 1 ta
3. Joule- vattmetr (53183)- 1 ta
4. O‘zgarmas quvvat manbai $0 \dots \pm 15 \text{ V}$ (52145)- 1 ta
5. Voltmetr, DC. $U \leq 30 \text{ V}$ (53100) – 1ta

6. Termometr, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (382 36) – 1ta
7. Suyultirilgan sulfat kislota, 500 ml (674 492) – 1ta
8. Ulovchi simlar

Qurilma

Izoh: Suvni elektroliz qilish qismi tajribadan keyin ham tola qolishi va undan darhol boshqa tajriba uchun foydalanish mumkin.

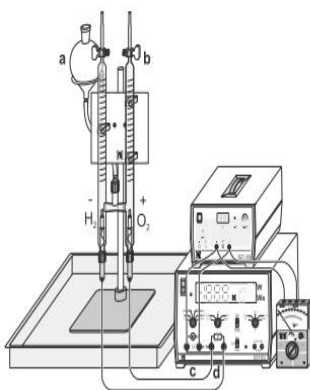
Tajriba qurilmasi 45-rasmda ko'rsatilgan.

Suvni elektroliz qilish qismi:

- Suvni elektroliz qilish qismini qo'llash varag'iga (666 446) binoan yig'ing va uni patnisga qo'ying.
- Darajalash idishini (a) gaz jo'mragi (b) balandligigacha ko'taring va har ikkala jo'mrakni oching.
- Darajalash idishi suyultirilgan sulfat kislota (1 mol/l trofidagi) bilan suyuqlik sathi gaz jo'mraklari balandligiga yetgunicha to'diring.
- Har ikkala gaz jo'mraklarini yoping.

Elektr simlar:

- - O'zgarmas quvvat manbaining musbat va manfiy qutblarini (c) joul-vattmetr va voltmetrga (o'lchash sohasi: 30V-) rozetkalariga parallel ulang.
- - Suvni elektroliz qilish qismining elektrodlarini joul-vattmetr rozetkalariga (d) ulang.



45-rasm. Faradey doimiysini suvni elektroliz qilish qismi yordamida aniqlash qurilmasi.

Tajribani o‘tkazish tartibi:

Suvni elektroliz qilish qismini tayyorlash.

Suyuqlikni gaz bilan to‘yintirish uchun.

- O‘zgarmas quvvat manbaini yoping, kuchlanish U_0 ni 30 V (quvvat manbaining musbat va manfiy qutblar orasida) ga to‘g‘rilangan, va 5 daqiqalar atrofida elektroliz borishini kuzating.
- Kuchlanish U_0 ni o‘chiring.
- Har ikkala gaz jo‘mraklarini ehtiyotkorlik bilan oching. Shundan keyin kislota balandligini darhol darajalash idishi ko‘tarish orqali gaz jo‘mraklari balandligidan pastga tushiring.
- Ikkala gaz jo‘mraklarini yoping.

Xavfsizlik belgisi

1. Distillanga suvning elektr o‘tkazuvchanligi pastligidan suvning elektrolizida 1 mol/l konsentratsiyali suyultirilgan sulfat kislota qo‘llaniladi. Suyultirilgan sulfat kislota ko‘z va teriga tushsa yallig‘laydi.
2. Ko‘zga sulfat kislota tekkanda yaxshilab oqar suvda yuving va shifokorga murojaat qiling.

Chetlashishlarni to‘g‘irlash:

- Nazorat murvatini “Resell”, so‘ngra “Run” ga to‘g‘irlang.
- Displeyni nol moslagich bilan barqaror holga keltiring.
- Nazorat murvatini “Reset” ga to‘g‘irlang.

Qo‘shimcha ma’lumot:

Kislorod va boshqa gazlar elektrolitda erishi, gaz pufakchalari shisha devoriga yopishib elektrolit temperaturasini oshirishi va to‘k oqimi tufayli gaz sababli sistematik xatoliklar uchraydi.

Elektroliz davomida ajralgan atomar kislorodning bir qismi reaksiya ta’sirlashib per-sulfat kislotani hosil qiladi. Shuning uchun yig‘ib olingan kislorod miqdori ajralgan kislorodnikiga qaraganda biroz kamroq bo‘ladi. Shu sababli o‘lchashlar vodorod miqdori orqali olib boriladi.

Sinash uchun savollar:

1. Faradey umumlashgan qonunini tushuntiring.
2. Elektroliz jarayoni haqida ma'lumot bering.
3. Valentlikning fizik mohiyatini ayting.
4. Tajriba orqali aniqlanadigan Faradey doimiysini hisoblash formulasini keltiring.

4- laboratoriya ishi

TAQASIMON MAGNIT MAYDONIDA TO'KLI O'TKAZGICHGA TA'SIR ETUVCHI KUCHNI O'LCHASH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 15, 17, 18, 49, 50, 51, 57.*)

Tajriba maqsadi: Taqasimon magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni to'k kuchining funksiyasi sifatida o'lchash. Taqasimon magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'tkazgich uzunligining funksiyasi sifatida o'lchash. Taqasimon magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni magnit maydoni va to'k yo'nalishi o'rtasidagi burchakning funksiyasi sifatida o'lchash. Magnit maydonini hisoblash.

Qisqacha nazariya: Magnit induksiyasi, yoki soddaroq qilib aytganda magnit maydoni $\vec{A}$ vektor kattalik hisoblanadi. $\vec{A}$ magnit maydonida v tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadga tezlikning kattaligi va yo'nalishidan hamda magnit maydoni kuchlanganligidan va yo'nalishidan bog'liq bo'lgan kuch ta'sir etadi. Bu kuchni topish uchun quyidagi munosabatdan foydalaniladi

$$F = q v B \quad (3.9)$$

Lorents kuchideb ataluvchi F kuch ham vektor kattalik bo'lib u v va $\vec{A}$ lar bilan aniqlanadigan tekislikka perpendikulyar ravishda tasir etadi. To'kli o'tkazgichga magnit maydonida ta'sir etayotgan kuchni to'kni hosil qiluvchi va shu maydonda harakatlanayotgan individual zaryad tashuvchilarga ta'sir etuvchi kuch komponentlarining yig'indisi deb tushunish mumkin. (3.9) tenglamaga asosan Lorents kuchi v dreif tezlik bilan harakatlanayotgan har bir individual q zaryadga ta'sir etadi. To'g'ri o'tkazgich uchun bu umumiy kuch

$$F = q n A s (v B) \quad (3.10)$$

Bu yerda n - zaryad tashuvchilarning zichligi, A - o'tkazgichning kondalang kesimining yuzasi, s - o'tkazgichning magnit maydonida joylashgan qismining uzunligi. Umumiy holda o'tkazgich kesimining yo'nalishini ko'rsatuvchi s vektorni kiritish qulay hisoblanadi. Bundan tashqari $qnAv$ ko'paytma I to'k

kuchiga teng. Shunday qilib magnit maydonining to'kli o'tkazgichga segmentiga ta'sir etuvchi kuchi quyidagi tenglamadan topiladi.

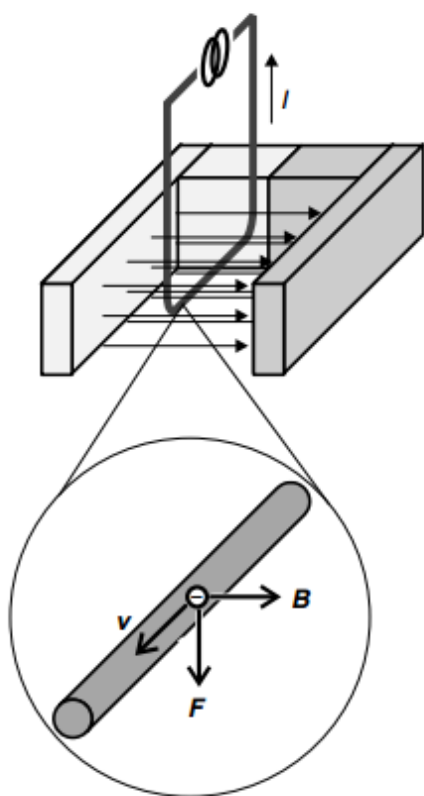
$$F = I (\oint B) \quad (3.11)$$

Bu kuchning absolyut qiymati quyidagi tenglamadan topiladi.

$$F = IsBsina \quad (3.12)$$

Bu yerda α - magnit maydoni va to'k kuchi yo'nalishi orasidagi burchak.

Bu tajribada 20A gacha to'k o'tkazadigan to'g'ri to'rt burchak shaklidagi o'tkazgich halqa taqasimon magitning gorizonta maydoniga joylashtiriladi. O'tkazgichning gorizonta qismiga ta'sir etuvchi kuch o'lchanadi. O'tkazgichning ikki vertika qismiga ta'sir etuvchi kuchlar o'zaro kompensatsiyalanadi. O'tkazgich halqa kuch sensoriga ulanadi. U egilgan qismga ega bo'lib unga o'lchash asbobiga biriktiriladi. Bu elementlarning elektr qarshiligi o'zgartirilishi mumkin.



46 - rasm. Magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchning sxemali ko'rinishi.

Qarshilikdagi o'zgarish hosil bo'ladigan kuchga to'g'ri proportsional. Unga ulangan dinamometr qarshilikdagi o'zgarishni o'lchaydi va unga mos kuchni ko'rsatadi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Taqasimon magnit (510 21) – 1 ta
2. Kuch sensori (314 261) – 1 ta
3. O'tkazgich halqalar to'plami (516 34) – 1 ta
4. O'tkazgich halqalarlar uchun taglik (314 265) – 1 ta
5. Dinamometr (314 251) – 1 ta
6. Ko'p o'zakli ulash kabeli, 6-qutb (50116) – 1ta
7. Kichik shtativ, V-Shaklida (30002) – 1ta
8. Yuqori energiyali manba (521 55) – 1 ta
9. Leybold ko'ptutgich (301 01) – 1 ta
10. Shtativ tayoqchasi, 47 sm (30042) – 1ta
11. Ko'ndalang kesimi $2,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan ulash kabellari.

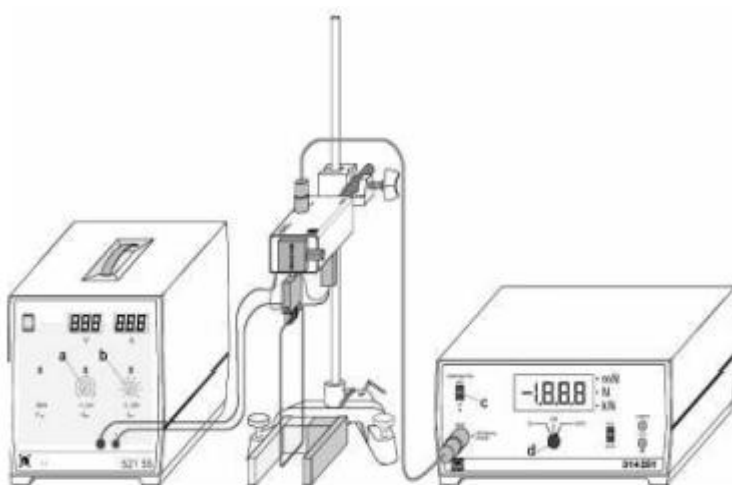
Tajribani o'tkazish tartibi:

Eslatmalar: O'lchanayotgan kattalikning qiymati juda kichik bo'lganligi sababli o'lchashlarga tashqi ta'sirlar oson xalaqitberishi mumkin. Atrofdagi temperaturaning o'zgarishidan, siljishlardan va taqillashlardan saqlaning. Dinamometr tajribalaming boshlanishidan kamida 15 minut qizdirilishi lozim. Dinamometmi ulanga kuch sensori bilan qurilma orqa tarafidagi asisiy kalit yordamida qo'shing. 20 A to'kni o'tkazgich halqadan va ta'minlash manbaidan faqat qisqa muddat (bir necha minut) o'tkazish mumkin. Taqasimon magnitning magnit maydoni bir jinsli emas. Barcha tajribalar uchun o'tkazgich halqani taqasimon magnit qo'llari o'rtasida shunday joylashtiringki, magnit maydonining ta'siri imkoni boricha bir jinsli bo'lsin.

- 47 - rasmda ko'rsatilgandek qurilmani yig'ing.

- Qisqa tutashuv bo'lmashligi uchun o'tkazgich halqa uchun taglik kabelining izolyatsiyalanmagan qismi tegib qolmasligiga ishonch hosil qiling.
- Dinamometr o'lchash diapozonining kalitini 2000 ga o'rnatish.

Tajribalar faqatgina tor qismga ega bo'lmagan o'tkazgich halqalardan foydalanib o'tkaziladi. To'kni o'rnatishning eng oson yoli to'kni kontrol qilish knopkasi (b) dan foydalanib bajarilishi mumkin. Kuchlanishni kontrol qilish knopkasi (a) hamma vaqt o'ng tarafga burilgan holda turadi



47-rasm. Magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'lchash qurilmasi.

a) To'kning funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

- Dastlab kengligi 8 sm bo'lgan o'tkazgich halqani kuch sensoriga ulang.
- To'kni kontrol qilish (b) knopkasini hamma vaqt chap tarafga burilgan holda va kuchlanishni kontrol qilish knopkasi (a) ni hamma vaqt o'ng tarafga burilgan holda o'rnatish. Keyin yuqori to'k manbaini qo'shing.
- Dinamometring nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang.

- To'kni control qilish knopkasi (b) yordamida to'kni 2 A qadam bilan 20 A gacha oshiring. to'kning har bir qiymati uchun dinamometrdan kuchni yozib oling va bu qiymatlarni tajriba kitobingizga yozing.

- To'k kuchini $I = 0$ A ga o'mating va kuchning nol nuqtasini tekshiring.

b) O'tkazgich uzunligining funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

- Dastlab kengligi 4 sm botgan o'tkazgich halqani kuch sensoriga ulang.

- Dinamometrni Kg nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang,

- To'k kuchini $I = 20$ A sathga o'mating, to'kning bu qiymati uchun dinamometrdan kuchni yozib oling va bu qiymatlarni tajriba kitobingizga yozing.

- To'k kuchini $I = 0$ A ga o'mating va kuchning nol nuqtasini tekshiring.

- Tajribani 2 sm li o'tkazgich halqa uchun takrorlang.

c) Magnit maydoni va to'kning yo'nalishlari orasidagi burchakning funksiyasi sifatidagi o'lchashlar

Rekomendatsiya: magnit maydonining bir jinslilikmasligini kompensatsiyalash uchun va xususiy aylanish burchagini o'rnatish uchun moslama yasang (47-rasmga qarang). Bu moslama taqasimon magnitni kerakli holda joylashtirishni osonlashtiradi va aniqlashtiradi

- To'kni kontrol qilish tugmasini chap tarafga buring va 4 sm kenglikdagi o'tkazgich halqani kuch sensoriga ulang.

- Moslamani o'tkazgich halqaning ostiga shunday joylashtiringki, moslamaning markazi o'tkazgich halqaning gorizontal qismining o'rtasiga joylashsin va moslama chiziqlaridan bin o'tkazgich gorizontal qismiga parallel bo'lsin.

- Taqasimon magnitni shunday joylashtiringki, magnit maydon va o'tkazgich gorizontal qismi parallel bo'lsin.

- Dinamometrning nol nuqtasini kompensatsiyalash uchun SET pozitsiyasida COMPENSATION kalitini (c) tanlang.

- To'k kuchi sathini $I = 10$ A qilib o'mating.

- Magnitni 30° burchakli qadam bilan 360° gacha buring va har bir burchak uchun dinamometrdan kuchni yoziboling.

- To'k kuchini $I = 0$ A ga o'rnatish va kuchning nol nuqtasini tekshiring.

Sinash uchun savollar:

1. Magnit maydon turlarini va ularni fizik ma'nosini tushuntiring.
2. Magnit induksiyasi qanday kattalik?
3. Lorens kuchi fizik mohiyatini tushuntiring.
4. Magnit maydonida to'kli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchni o'lchash qurilmasini ishlash mexanizimini tushuntiring.

5- laboratoriya ishi

TO'G'RI O'TKAZGICH VA AYLANMA HALQANING MAGNIT MAYDONINI O'LCHASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 14, 15, 17, 18, 48, 50, 55, 57.)

Tajriba maqsadi: To'g'ri o'tkazgich va aylanma halqaning magnit maydonini to'k kuchining funksiyasi sifatida o'lchash. To'g'ri o'tkazgich magnit maydonini o'tkazgich o'qidan hisoblanadigan masofaning funksiyasi sifatida o'lchash. Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgich magnit maydonini halqa radiusining funksiyasi sifatida va halqa o'qi ustida halqa markazidan masofaning funksiyasi sifatida o'lchash.

Qisqacha nazariya: Bio-Savar qonuniga asosan I to'k o'tayotgan o'tkazgich atrofidagi P nuqtadagi magnit maydoni o'tkazgichning cheksiz kichik qismlarining magnit maydonlarining ulushlarining yig'indisidan iborat bo'ladi.

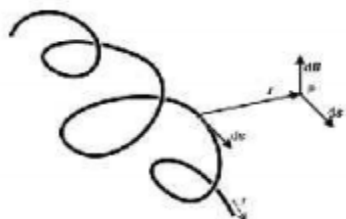
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} ds \frac{\gamma}{r} \quad (3.13)$$

magnit doimiysi $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$

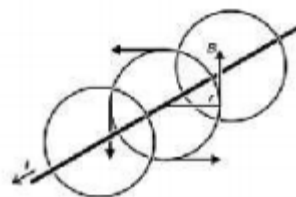
O'tkazgichning uzunligi va yo'nalishi ds vektor yordamida ifodalanadi. O'tkazgichning kichik qismidan P nuqtaga o'tkazilgan radius vektor r orqali berilgan (48-rasmga qarang). Shuning uchun umumiy magnit maydon integral hisob yordamida aniqlanadi. Bu holda analitik yechim faqat ma'lum simmetriyaga ega bo'lgan o'tkazgichlar uchun hisoblanishi mumkin bo'ladi. Masalan cheksiz uzun o'tkazgichning magnit maydoni o'tkazgich o'qidan r masofada

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \quad (3.14)$$

va maydon kuch chiziqlari silindr o'qi atrofida konsentrik shaklda bo'ladi. (49 – rasmga qarang)



48 – rasm. To‘kli o‘tkazgich magnet maydonini integral usulda hisoblash.

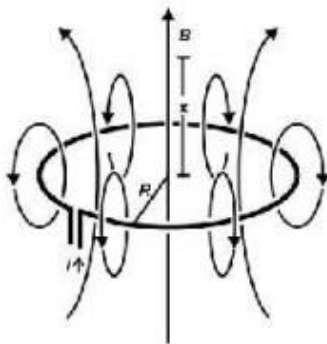


49 – rasm. Châksiz uzun to‘kli to‘g‘ri o‘tkazgichning magnet maydoni.

Radiusi R bo‘lgan aylanma halqa shaklidagi o‘tkazgichning aylana o‘qi ustida halqa markazidan x masofadagi nuqtaning magnet maydoni

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I 2\pi \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (3.15)$$

Bu tajribada yuqorida qayd etilgan o‘tkazgichlarning magnet maydoni mos ravishda aksial yoki tangensial B-probe metodi yordamida o‘lchanadi. Â-probe ning Xoll datchigi yupqa plastinka shaklida bo‘lib, u magnet maydonining o‘z yuzasiga perpendikulyar bo‘lgan komponentalariga sezgir bo‘ladi. shuning uchun magnet maydoni kuchlanganligining nafaqat qiymatini balki uning yo‘nalishini ham aniqlash mumkin. To‘g‘ri o‘tkazgich uchun magnet oqimi zichligi Â ningr masofadan bog‘liqligi o‘rganiladi, aylanma shakldagi otkazgich uchun esafazoviy koordinata x dan bog‘liqligi o‘rganiladi. Bundan tashqari, magnet maydon induksiyasi Â va to‘k kuchi I o‘rtasidagi proportsionallik ham tekshirib ko‘riladi.



50-rasm. Aylanma halqa shaklidagi o‘tkazgichning magnet maydoni.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. O'tkazgichlar to'plami (516 235)- 4 ta
2. Teslameter (51662)- 1 ta
3. Axial b-probe (51661)- 1 ta
4. Tangential b-probe (51660)- 1 ta
5. Ko'p o'zakli kabel, 6-qutb (50116)- 1 ta
6. Yuqori energiyali manba (52155)- 1 ta
7. Kichik optik stol (46043)- 1 ta
8. Shtepsel elementlari tutgichi (46021)- 1 ta
9. Leybold ko'ptutgich (30101)- 2 ta
10. Shtativ, v-shaklda, 28 cm (30001)- 1 ta
11. Ikki-yo'lli adapterlar to'plam (501644)- 1 ta
12. Ulash kabellari, 2.5 mm

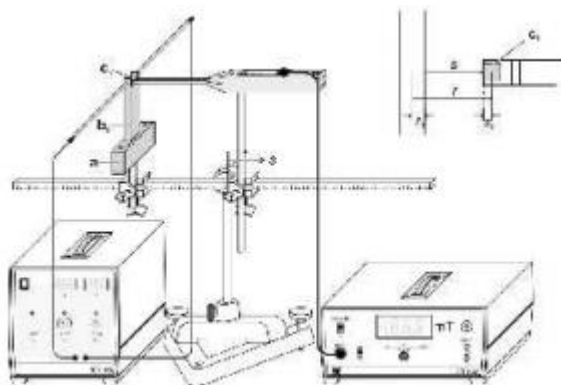
Tajribani o'tkazish tartibi:

a) To'g'ri o'tkazgichning magnit maydoni.

Eksperimental qurilma 51-rasmda tasvirlangan.

- Kichik optik qurilmani shtativga o'rnatish va uni gorizantal holatda joylashtirish.
- (a) shtepsel uchun tutgichni Leyboldga mahkamlash
- To'g'ri o'tkazgich uchun tutgichni maxkamlang, to'g'ri o'tkazgichni unga i'ratish va katta to'kli manbaga ulang.
- Tangensial B-probe ni teslametrga ulang va teslametmi nolini o'rnatish (teslametr uchun ko'rsatmalarga qarang)
- Tangensial B-probe ning chap uchini Leyboldga shkalada 50.0 sm belgiga to'g'irlab va to'g'ri o'tkazgich o'rtasining balandligiga to'g'irlab o'rnatish.
- To'g'ri o'tkazgichni Xoll datchigi tomon deyarli unga tegadigan darajada yaqin qilib o'rnatish. ($S=0$ bo'lsin)
- To'k kuchi I ni xar 2 A qiymatga 0 A dan, 20 A gacha oshirish. Xar safar $\hat{A}$ magnit maydonini o'lchang, qiymatini yozib oling.

- $I = 20 \text{ A}$ ga B-probe ni unga tomon qadam-ba qadam siljiting, $\hat{A}$ magnit maydonini masofaning funksiyasi sifatida o'lchang va qiymatlarini yozib oling.

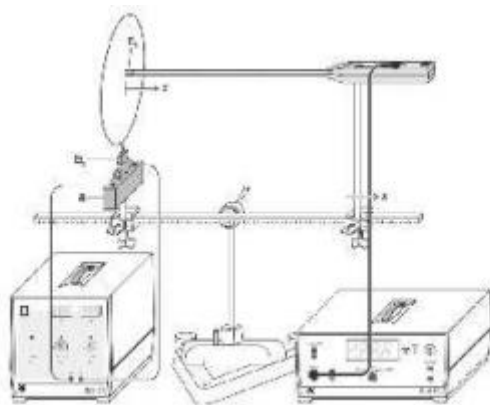


51-rasm. To'g'ri o'tkazgichning magnit maydonida o'lchash uchun eksperimental qurilma.

b) Aylanma xalqa shaklidagi o'tkazgichning magnit maydoni. Eksperimental qurilma 52-rasmda tasvirlangan.

- To'g'ri o'tkazgich uchun tutgichni o'tkazgich halqa uchun adapter bilan almashtiring va unga diametri 40 mm bo'lgan o'tkazgich halqani biriktiring.
- O'tkazgich halqani ulash kabllari yordamida tutgichmng (a) shtepselli elementining pozetkalariga ulang.
- Aksial B- probeni teslametrغا ulang va teslametming nolini o'mating (teslametr uchun ko'rsatmalarga qarang).
- Aksial B-probe ni Leybold ga chap uchi 70,0 sm shkala belgisiga to'g'rilab joylashtiring. B-probe ni o'tkazgich halqa markaziga to'g'rilab joylashtiring.
- O'tkazgich halqani imkoni boricha Xoll datchigiga aniq joylashtiring.
- 1 to'k kuchini har safar 2 A qiymatga 0 A dan to 20 A qiymatgacha oshiring. Har safar magnit maydonini o'lchang va qiymatini yozib oling.
- To'g'ri o'tkazgich uchun tutgichni maxkamlang, to'g'ri o'tkazgichni unga i'rnating va katta to'kli manbaga ulang.
- Tangensial B-probe ni teslametrغا ulang va teslametrni nolini o'rnating (teslametr uchun ko'rsatmalarga qarang).

- Tangensial B-probe ning chap uchini Leyboldga shkalada 50,0 sm belgiga. To'g'irlab va to'g'ri o'tkazgich o'rtasining balandligiga to'g'irlab o'mating.
- To'g'ri o'tkazgichni Xoll datchigi tomon deyarli unga tegadigan darajada yaqin qilib o'rnatib. ($S=0$ bo'lsin).
- To'k kuchi I ni xar 2 A qiymatga 0 A dan, 20 A gacha oshiring. Xar safar A magnit maydonini o'lchang, qiymatini yozib oling.
- $I=20$ A da B-probe ni unga tomon qadam-baqadam siljiting, $\hat{A}$ magnit maydonini masofaning funksiyasi sifatida o'lchang va qiymatlarini yozib oling.
- 40 mm li o'tkazgich halqani 80 mm li o'tkazgich halqa bilan almashtiring va keyin 120 mm li o'tkazgich halqa bilan almashtiring. Barcha hollarda magnit maydonini fazoviy koordinata x ning funksiyasi sifatida o'lchang.



52-rasm. Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgichning magnit maydonini o'lchash uchun eksperimental qurilma.

Sinash uchun savollar:

1. To'kli o'tkazgichga magnit maydonda qanday ta'sirlar kuzatiladi.
2. Bio-Savar qonuni tushuntiring.
3. Tangensial B-probe vazifasi nimadan iborat.
4. Aylanma halqa shaklidagi o'tkazgichning magnit maydonini o'lchash uchun eksperimental qurilmani ishlash prinsipini tushuntiring.

6 - laboratoriya ishi

MAGNIT O‘ZAKKA EGA BO‘LMAGAN INDUKTIV G‘ALTAKNING MAGNIT MAYDONINI O‘LCHASH.

(*Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 14, 15, 18, 49, 51, 50, 55.*)

Tajriba maqsadi: Magnit o‘zakka ega bo‘lmagan induktiv g‘altakning magnit maydonini undan o‘tayotgan I to‘k kuchining funksiyasi sifatida o‘lchash. Magnit o‘zakka ega bo‘lmagan induktiv g‘altakning magnit maydonini uning uzunligi L va o‘ramlar soni N ning funksiyasi sifatida o‘lchash.

Qisqacha nazariya: Bio-Savar qonuniga asosan to‘k o‘tayotgan ixtiyoriy o‘tkazgich atrofida P nuqtadagi magnit maydon quydagi ulashlarining yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} ds \frac{r}{r} \quad (3.13)$$

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$$

magnit doimiysi (3.13) tenglamada dS o‘tkazgich qismining uzunligini va yo‘nalishini ifodalovchi vektor, ro‘tkazgichning berilgan qismida P nuqtaga o‘tkazilgan radius vector. Demak to‘liq magnit maydonni xisoblash (3.13) tenglamani integralini talab qiladi. Ko‘p xollarda bu xisoblashlar ancha murakkab bo‘lib faqat ma‘lum bir simmetriyaga ega bo‘lgan o‘tkazgichlar uchun analitik yechim xisoblanib chiqilgan. Boshqa xollarda masalan, uzun induktiv g‘altak uchun, Make bele Tenglamalaridan keltirib chiqarilgan Amper qonunini qo‘llash ancha yengilroq,

Ya‘ni

$$\oint_S B dS = \mu_0 \int J dA = \mu_0 I_A \quad (3.16)$$

Bu yerda J -to‘k zichligi, I_A – A yuzadan o‘tuvchi to‘k, S - A yuzani chegaralovchi berk kontur. Uzun induktiv g‘altakning magnit maydonini xisoblash uchun A va S lar 53-rasmda ko‘rsatilganidek tanlab olingan. Agar induktivlik g‘altagi yetarlicha

uzun bo'lsa, magnit maydon uning ichiga g'altak o'qiga parallel bo'ladi va g'altak tashqarisida deyarli yo'qoladi. Ya'ni S chegaralovchi konturning S_1 qismida magnit maydon komponenti chegaralovchi kontur yo'nalishida noldan farqli bo'ladi. Shuning uchun biz quydagiga ega bo'lamiz;

$$\oint_S B dS = \mu_0 \int B dS = \mu_0 I_A \quad (3.17)$$

Bu yerda L – S_1 qismining uzunligi.

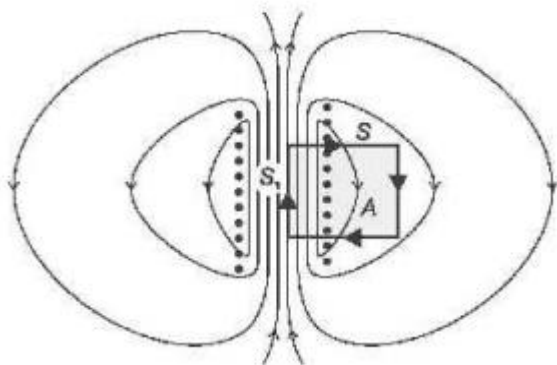
Bundan tashqari,

$$I_A = NI \quad (3.18)$$

Bu yerda; N - A soha ichidagi o'ramlar soni, I -g'altakdan oquvchi to'k kuchini va shuning uchun;

$$B = \mu_0 I \frac{N}{L} \quad (3.19)$$

Bu tajriba uzun induktiv g'altak ichidagi magnit maydon aksial B-probe yordamida (3.19) natijaviy tenglamani tekshirish uchun o'tkaziladi. Namuna Xoll datchigidan iborat bo'lib, u namuna o'qiga parallel bo'lgan yo'nalishda sezgir hisoblanadi.



53-rasm. Uzun induktiv g'altak magnit maydonini hisoblash

Kerakli asbob va jihozlar:

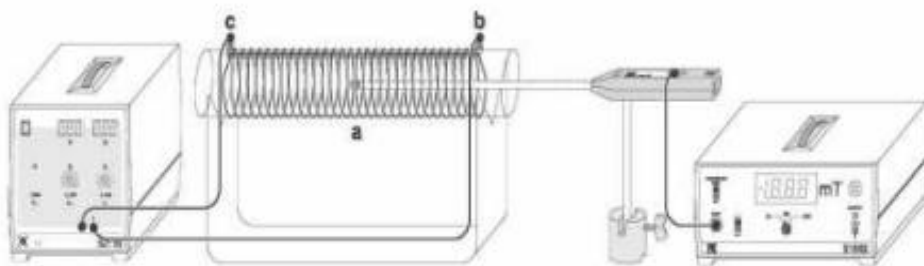
1. O'ramlar konsentratsiyasi
2. O'zgaruvchan g'altak (516 242) – 1ta

3. Yuqori to'kli manba (521 55) – 1ta
4. Teslameter (516 62) – 1ta
5. Aksial B-probe (51661) – 1ta
6. Ko'p o'zakli kabel, 6-qutb, 1,5 m (501 16) – 1ta
7. G' altak va trubka uchun tutgich (516 249) – 1ta
8. Egarsimon asos (300 11) – 1ta

Tajriba qurilmasi

Tajriba qurilmasi 54-rasmda tasvirlangan. Uzunlik birligi to'g'ri keluvchi o'ramlar, o'ramlar soni o'zgaruvchan bo'lgan induktiv g'altakni trubka va g'altak uchun moslangan shtativga o'rnatish va uni yuqori to'kli manbaga ulang.

Aksial B-namunani teslametr ga ko'p o'zakli kabel orqali ulang, uni namuna manbasidan chiquvchi shtativ tayoqchasiga maxkamlang va Xoll datchigi **(a)** induktiv g'altakning ichki qismining markaziga joylashadigan qilib yo'naltiring.



54-rasm. Uzun g'altakning magnit maydonini o'lchash uchun qurilma.

Tajribani o'tkazish tartibi:

a) To'k kuchi I ning funksiyasi sifatida o'lchashlar.

- To'k kuchini xar safar 2A dan kamaytirib borib, unga mos keluvchi to'k kuchi I ning funksiyasi sifatida o'lchashlar.

- Teslametrda 20mT o'lchash oralig'ini tanlang va uni kompensatsiya ruchkasi yordamida 0 ni kalibrovka qiling.
- (b,c) ulash klemmalarini birgalikda simmetrik ravishda shunday o'rnatilgani g'altak uzunligi 15 sm bo'lgan (b klemma 12.5 sm da, c klemma 27.5 sm da joylashsin).
- To'k kuchi I ni xar safar 2A dan orttirib borib unga mos keluvchi $\hat{A}$ magnit maydonini aniqlang. (I=20 A gacha) $\hat{A}$ magnit maydonini aniqlang. (I=0 A gacha) va teslametr nolini tekshirib ko'ring.

b) G'altak uzunligi L ning funksiyasi sifatida o'chashlar.

- G'altakdan o'tayotgan to'k kuchini 1-20 A ga o'rnatilgani.
- G'altakning uzunligi L ni o'zgartirish uchun b va c klemmalarni simmetrik ravishda ikki tarafga siljiting va xar safar $\hat{A}$ magnit maydonini o'lchang.
- Xar bir yangi tajribada to'k kuchini kamaytirib borib uning qiymati 0 ga borguncha takrorlang va teslametr nolini tekshirib ko'ring.

Sinash uchun savollar:

1. Amper qonunini fizik ma'nosini tushuntiring.
2. Induktivlik qanday kattalik?
3. Teslametr ishlash prinsipi tushuntiring.
4. Xoll effektini fizik mohiyatini tushuntiring.

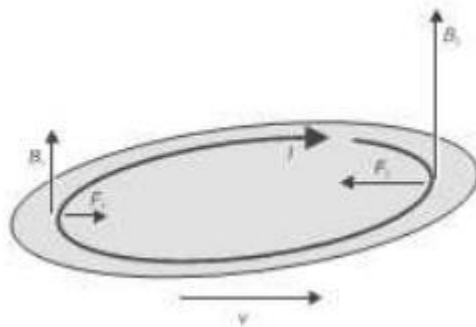
7- laboratoriya ishi

VOLTENGOFEN MAYATNIGI: AYLANMA TO‘KNING KAMAYISHI NAMOIYISH ETISH.

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 15, 17, 18, 49, 51, 52, 56, 57.)

Tajriba maqsadi: Magnit maydonda Voltengofen mayatnigining tebranishlarining aylanma to‘k ta’sirida so‘nishini o‘rganish. Teshikli metal plastinkada aylanma to‘klarning kamayishini namoyish qilish.

Qisqacha nazariya: Agar metal plastinka birjinsli bo‘lmagan magnit maydonida harakatlansa plastinkaning alohida qismlaridan o‘tayotgan magnit oqimi o‘zgaradi va bu o‘z navbatida shu qismlar aylanmasida sirkulyatsiyalanadigan kuchlanishning davomli ravishda hosil bo‘lishiga olib keladi. Shuning uchun metal plastinkaning ixtiyoriy qismida aylanma to‘klar oqadi. Magnit maydonda bu aylanma to‘klarga Lorens kuchi ta’sir etish natijasida metal plastinkaning harakatlanishi susayadi (55-rasm). Agar metal plastinkada teshiklar hosilqilinsa aylanma to‘klar qiymati kamayadi, chunki to‘klar bir teshik atrofida boshqasiga aylanib o‘tishga majbur bo‘ladi.



55-rasm. Metal plastinkada hosil bo‘ladigan J aylanma to‘k va uning ikki qismiga ta’sir etuvchi F_1 va F_2 Lorens kuchlari (B_1 va B_2 : bir jinsli bo‘lmagan magnit maydoni, v -plastinka tezligi). Harakat yo‘nalishida ta’sir etadigan kuch harakat yo‘nalish bo‘yicha ta’sir etadigan kuchdan kattaroq.

Voltengofen mayatnigi yordamida aylanma to‘klarning hosil bo‘lishini va kamayishini ajoyib tarzda namoyish etish mumkin. U kuchli elektromagnit qutblari

o'rtasida tebranadigan metal plastinkadan iborat. Tebranib turgan mayatnik yetarlicha kuchli magnit maydon qo'shilganda maydonga kirayotganda to'xtaydi. Ammo teshiklari mayjud bo'lgan mayatnikning tebranma harakati shu magnit qo'shilganda kuchsiz o'sadi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Waltengofen mayatnigi (560 34) – 1ta
2. O'tkir uchli tutgich (342 07) – 1ta
3. U- simon o'zak (562 11) – 1ta
4. 250 o'ramli g'altak (562 13) – 2ta
5. Bir juft magnit qutblari (560 31) – 1ta
6. DC energiya mandai 0-16 V / 0-5 A (521 545) – 1ta
7. Shtativ, V-shakldagi, 20 cm (300 02) – 1ta
8. Shtativ tayoqchasi, 47 cm (300 42) – 1ta
9. Shtativ tayoqchasi, to'g'ri burchakli (300 51) – 1ta
10. Leybold ko'ptutgichi (301 01) – 1ta
11. Ulash simlari

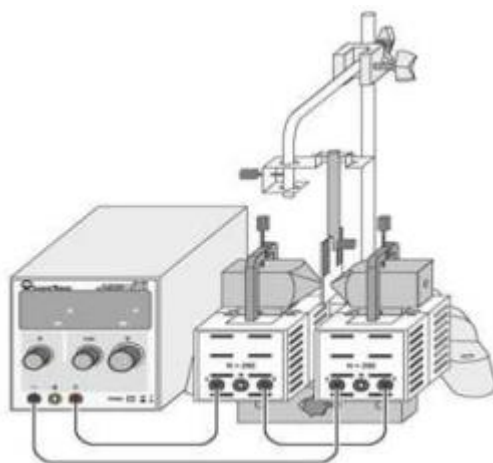
Tajriba qurilmasi:

Elektromagnit: Elektromagnitni U shaklidagi o'zak, 250 o'ramli 2 ta induktiv g'altak va ikki bo'lak qutblardan tuzing. Induktiv g'altaklarni DC to'kmanbaiga ketma-ket ravishda ulang.

Voltengofen mayatnigi:

- Dastlab alyuminiy plastinkaning teshikli tomonini mayatnik o'qiga mahkamlang.
- O'tkir uchli tutgichga ega bo'lgan shtativni tuzing va Voltengofen mayatnigini unga osib qo'ying.
- Alyuminiy plastinkaning teshikka ega bo'lmagan tomonini shunday o'matingki, u to'xtab turganda magnit qutblarining teng o'rtasida joylashsin va harakatlanganda qutblar o'rtasida erkin tebrana olsun.

- Qutblar orasidagi masofani mumkin qadar kichik qilib oʻrnatib ammo ular mayatnik tebranma harakatiga halaqit bermasin. Qutb boʻlaklarini oʻzaro mahkamlang.



56-rasm. Voltengofen mayatnikli tajriba qurilmasi

Tajriba oʻtkazish tartibi:

- Elektromagnit orqali oʻrnatilgan toʻk kuchini qadam-baqadam orttirib boring. (5A dan kata toʻk kuchi faqat qisqa vaqt davomida oʻtkazilishi mumkin).
- Mayatnik tinch turgan paytdan unga turtki bering va tebranishlarini kuzating.
- Alyuminiy plasinkaning teshiklarga ega boʻlmagan tomonini mayatnik oʻqiga oʻrnatib va tajribalarni taqqoslang.

Sinash uchun savollar:

1. Elektromagnit maydon tushunchasini tarif bering.
2. Oʻzgaruvchan magnit maydonni fizik mohiyatini tushuntiring.
3. Induksion elektr yurutuvchi kuchni hosil qilish omillari.
4. Voltengofen mayatnikli tajriba qurilmasi ishlash prinsini tushuntiring.

8 - laboratoriya ishi

YER MAGNIT MAYDONINI AYLANUVCHI INDUKSION G'ALTAK YORDAMIDA O'LCHASH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 15, 17, 18, 48, 49, 52, 57, 58.*)

Tajriba maqsadi: Yer magnit maydonining komponentlarini aniqlash. Yer magnit maydonining og'ish burchagini aniqlash.

Qisqacha nazariya: O'ramlar soni N ta, yuzasi $A = \pi R^2$ bo'lgan aylanma induksion g'altak aylanish o'qining diametridan otuvchi o'q atrofida o'zgarmas ω burchak tezlik bilan bir jinsli $\hat{A}$ magnit maydonida aylansauni kesib o'tuvchi magnit oqimi

$$\Phi = \pi R^2 N B \cos(\omega t) \quad (3.20)$$

Bu yerda ω -burchak tezlik, R -induksion g'altakning radiusi, N - induksion g'altakning o'ramlar soni. (3.20) tenglamada aylanish o'qi $\hat{A}$ magnit maydoniga perpendikulyar yo'nalgan. $\hat{A}$ magnit maydonini induksiyalanayotgan kuchlanish U ning amplitude qiymatidan aniqlash mumkin

$$U = -\frac{d\Phi}{dt} = \pi R^2 N B \omega \sin(\omega t) \quad (3.21)$$

$T = 2\pi / \omega$ aylanish davrida foydalanib, induksiyalangan kuchlanishning maksimal qiymati uchun quyidagicha hosil qilamiz.

$$U = \frac{2\pi^2 N R^2}{T} B = aB \quad (3.22)$$

$$a = \frac{2\pi^2 N R^2}{T} \quad (3.23)$$

Induksion g'altakning z - yo'nalish atrofida aylanish uchun Dekart koordinatalar sistemasida (57-rasm) kuchlanish amplitudasi

$$U_z = a\sqrt{B_x^2 + B_y^2} \quad (3.24)$$

Induksion kuchlanish yerning quyidagi magnit maydonida induksiyalanadi.

Simmetrik tufayli x –yoki y - yo'nalishlar uchun quyidagilar o'rinli bo'ladi

$$U_x = a\sqrt{B_y^2 + B_z^2} \quad (3.25)$$

$$U_y = a\sqrt{B_z^2 + B_x^2} \quad (3.26)$$

$$B_x = \sqrt{\frac{-U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (3.27)$$

$$B_y = \sqrt{\frac{U_x^2 - U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (3.28)$$

$$B_z = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 - U_z^2}{2a^2}} \quad (3.29)$$

Xususiyl holda yer magnit maydonining umumiy qiymati

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} + B_z = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2a^2}} \quad (3.30)$$

Yerning magnit maydonining qiyalik burchagi α quyidagi tenglamadan topilishi mumkin

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_z}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} = \sqrt{\frac{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}{2U_z^2}} \quad (3.31)$$

Bu formula matematik jihatdan to'g'ri, ammo o'lchash noaniqligi tufayli kvadrat ildizning argument ekvatorga yaqin joylardagi tajribalar uchun manfiy bo'lishi mumkin. Masalaning yechimi uchun qo'llanmaning oxiriga qarang. Bu tajribada induksion g'altakning aylanish o'qi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining x- y- va z - yo'nalishlari bo'yicha o'rnatiladi. Ila bir holda induksiyalangan kuchlanish amplitudasi vaqtning funksiyasi sifatida CASSY bilan o'lchanadi. O'lchangan signallardan amplituda va chastota eming magnit maydon kuchlanganligi va og'ish burchagini aniqlash uchun foydalaniladi.

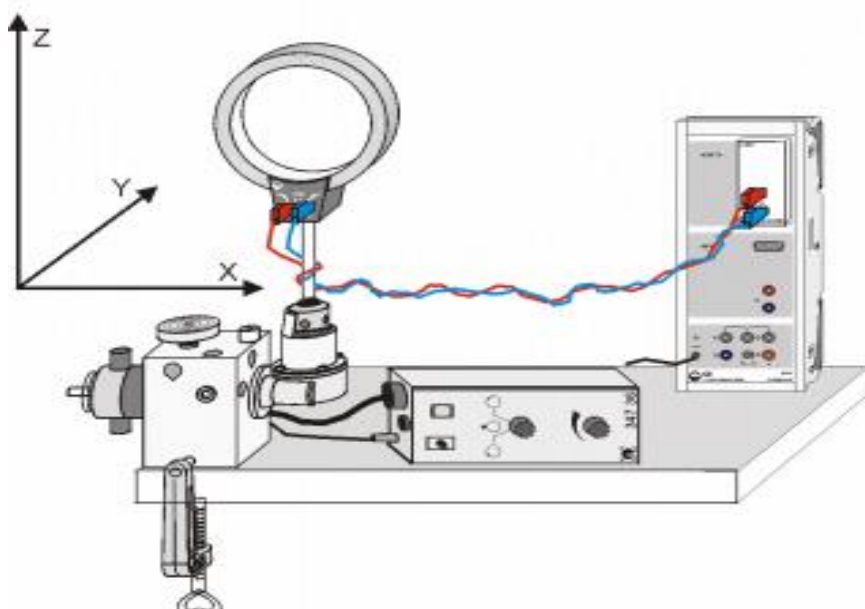
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Juft Gelmgolts g'altaklari (555 604) – 1 ta
2. Sensor CASSY (524010) – 1 ta
3. Mikrovoltmetr (524040) – 1 ta
4. CASSY Lab (524 200) – 1 ta
5. Ulash kabeli 0 2,5 mm², 200 sm, qizil (501 35) – 1 ta
6. Ulah kabeli 0 2,5 mm², 200 sm, ko'k (501 36) – 1 ta

Qo‘shimcha rekomendatsiya:

1. Experimental motor (347 35) – 1 ta
2. Experimental motor uchun konroller (347 36) – 1 ta

Qo‘shimcha talablar: PC, Windows 2000/ XP/ Vista



57-rasm. *Experimental motor bilan o‘lchanadigan eksperimental qurilmaning sxemaviy ko‘rinishi.*

Tajriba qurilmasi.

- Tajriba motorini stol ustining burchagiga 57-rasmda ko‘rsatilgandek qo‘yingki, uning x va z-yo‘nalishlarda buralishi mumkin bo‘lsin.
- mikrovoltmetmi va induksion g‘altakni bir-biriga ulash uchun 2 m uzunlikdagi aylanma ulash kabelidan foydalaning.

Tajribani o‘tkazish tartibi:

CASSY misollar faylidan “Earth magnetik field” ni ishga tushiring. *Eslatma: By fayl CASSY misollar faylida saqlanmagan. U kompyuter “Hard disk” idan funksional knopka F3 ni bosish bilan ishga tushirilishi lozim.*

- Misollar faylidagi berilganlarni funksional knopka F4 ni bosish bilan tozalang.
- Tajriba motorining tezligini 0 ga o‘rnatib.

- Motorni ehtiyotkorlik bilan qo‘shing va uning tezligini taqriban sekundiga 0.3 aylanishgacha oshiring.
- Aylanma ulash kabelini qo‘l bilan shunday yo‘naltiringki, ular tajriba motori bilan o‘rab olinsin. O‘tkazgich halqa aylanayotganida u tugunlarda ushlab qolinmasligiga amin bo‘ling.
- Induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida o‘lchashni F9 funksional knopkani bosish yordamida boshlang.
- *Eslatma: O‘lchash 20 sekunddan keyin avtomatik ravishda to‘xtaydi. O‘lchash parametrlarining detallari uchun yoqish knopkasini bosing va “measuring parametr” menyusidan ularni ko‘ring.*
- O‘lchashlar tugagandan keyin motorning o‘chirilganligiga ishonch hosil qiling. Tajriba motorini teskariga aylantiring va uni qulay fursatda to‘xtating.
- Aylanish o‘qini x - yo‘nalishga o‘zgartiring va o‘lchashlarni dastlabki burchak tezlik bilan takrorlang.
- Induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida aylanish o‘qining y -yo‘nalishi uchun tajriba motorini 90° ga buring.
- Induksion g‘altakning d diametrini o‘lchang.

Tajriba motorisiz o‘lchashlarni bajarish.

- CASSY misollar faylidan “Earth magnetic field”ni ishga tushiring.
Eslatma: By fayl CASSY misollar faylida saqlanmagan. U kompyuter “Hard disk” idan funksional knopka F3 ni bosish bilan ishga tushirilishi lozim.
- Misollar faylidagi berilganlarni funksional knopka F4 ni bosish bilan tozalang.
- Tajriba motorining tezligini 0 ga o‘rnating.
- Induksion kuchlanishni vaqtning funksiyasi sifatida o‘lchashni F9 funksional knopkani bosish yordamida boshlang.
- Induksion g‘altakni z o‘qi atrofida qo‘l bilan aylantiring.

- *Eslatma: O'lchash 20 sekunddan keyin avtomatik ravishda to'xtaydi.*
O'lchash parametrlarining detallari uchun ... knopkasini bosib va "measuring parametr" menyusidan ularni ko'ring.
- O'lchashni y - va x - o'qlar atrofida aylantirishlar uchun takrorlang.

Qo'shimcha ma'lumotlar

Tajribadagi asosiy xatolik o'tkazgich halqa yaqinida joylashgan magnitlangan po'lat jismlar sababli magnit maydonining buzilishidan hosil bo'ladi. Yuqori o'lchash aniqligiga erishish uchun g'altakning parametrlari imkon boricha katta qilib tanlab olinishi zarur.

Yer magnit maydonining og'ishi bo'lmaganda (magnit ekvatorida) yer magnit maydonining qiymati $31.2 \mu\text{T}$ ga teng va magnit qutblarida 2 marta kattaroq bo'ladi.

Ekvatorga yaqin joyda tajribani bajarishda muammo tug'iladi. Ekvatorida magnit maydonining qiyalik burchagi 0 ga yaqin va xuddi shu holda B_z ham nolga yaqin bo'ladi. (3.29) va (3.31) tenglamalar katta sonlami ayiradiva nazariyada kichik musbat sonlami hosil qiladi. Bu kichik farq kichik o'lchash xatoliklari tufayli ham (po'lat bo'lagi) manfiy bo'lib qolishi mumkin va (3.29) va (3.31) tenglamalardagi kvadrat ildizi yechimga ega bo'lmaydi.

Ekvatorga yaqin joylarda og'ish burchagi uchun natijalar olish uchun B_z to'g'ridan-to'g'ri o'lchanishi kerak. (3.25) tenglamadan foydalanib biz gorizantal aylanish o'qi bo'yicha tajriba o'tkazamiz va $B_z = 0$ ga aylanish o'qini shimol janubga to'g'rilab erishamiz. Bu esa kuchlanishning minimumini izlash bilan bajarilishi mumkin. Keyin B_z ning qiymati (3.25) tenglamadan hisoblanadi va (3.31) tenglamaning o'ta qismiga qo'yiladi. Bu tajribada biz B_z ning qiymatini uning ishorasisiz o'lchaymiz, chunki ekvatoming janubida (3.29) va (3.31) tenglamalar kvadrat funksiyaning manfiy natijalaridan foydalanish lozim.

Sinash uchun savollar:

1. Yerning geografik va magnit qutublar haqida gapiring.
2. Yerning magnit maydonning hosil bo'lish sabablari tushuntiring.

3. Magnit maydon qiyalik burchagi aniqlash formulasini keltib chiqaring.
4. Experimental motor bilan o'lchanadigan eksperimental qurilmaning sxemaviy ko'rinishidan ishlash mehanizimini tushuntiring.

9 - laboratoriya ishi

ERKIN ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLARNI O'RGANISH.

(*Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 13, 15, 16, 17, 48, 49, 55, 58.*)

Tajriba maqsadi: Elektr tebranishlar konturi bilan tanishish. Tebranish konturini xususiy chastotasini aniqlash. Tebranish zanjirida to'k va kuchlanish o'zgarishini tahlil qilish.

Qisqacha nazariya: Bugungi kunda kommunikatsiya va hisoblash texnikalarini elektromagnit tebranish konturlarisiz ta'savur qilib bo'lmaydi. Ideal LC elektromagnit tebranish konturida energiya yo'qotilishi, so'nish bo'lmaydi. Ammo bu hoi faqat nazariy jihatdan mumkin. Amalda esa tebranish konturlarida elektromagnit tebranishlar kam bo'lsada so'nadi. Misol qilib so'nuvchi garmonik ossilyatomi kettirish mumkin. Tebranish konturi bir biriga ulangan kondensator va induktiv g'altakdan iborat bo'ladi.

So'nuvchi tebranish konturida L va C zanjirga ketma-ket ravishda aktiv qarshilik ham mavjud bo'ladi.

Krixgofning ikkinchi qonuni bo'yicha.

$$\sum_i U_i = 0 \quad (3.32)$$

Bu tenglama zanjirdagi batcha kuchlanishlar yig'indisi nolga teng ekanligini bildiradi. Bu qonun ichki qarshilikka ega bo'lgan tebranish konturidan ham o'rinlidir (58-rasmga qarang).

$$U_C + U_R - U_{ind} = \frac{Q}{C} + RI + LI = 0 \quad (3.33)$$

Ma'lumki, kondensator sig'im $C = Q/U_C$, aktiv qarshilik kuchlanish $U_R = R I$ (Om qonuni) va g'altakdagi reaktiv

Kuchlanishi $U_{ind} = -LI$ kabi aniqlanadi. I to'k kuchini diferensial tenglamasini (3.33) tenglama hadlari orqali L ga bo'lib, $Q = I$ deb hisoblab hosil qilamiz:

$$I\omega_0^2 + I\gamma + I = 0 \quad (3.34)$$

Bu yerda $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, xususiy chastota, $\gamma = \frac{R}{L}$ konturining asilligi. Bu matematik differensial tenglamani yechish uchta xususiy holga olib keladi. Tenglama $I(t) = I_0 e^{-i\omega t}$

Kabi yechimga olib keladi, bu yerda I_0 tebranish amplitudasi

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2} \quad (3.35)$$

tebranish chastotasi Kabi yechimga olib keladi, bu erda I_0 tebranish amplitudasi

$$\text{- Birinchi hol} \quad \omega_0^2 - \gamma^2 < 0$$

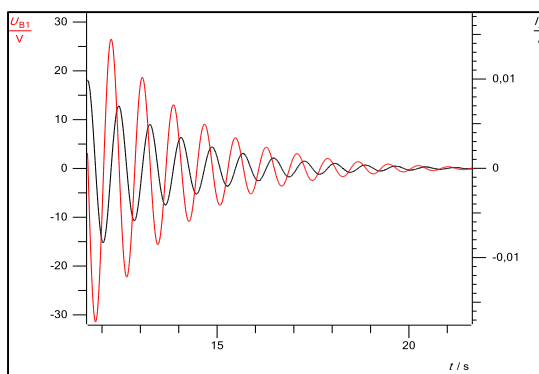
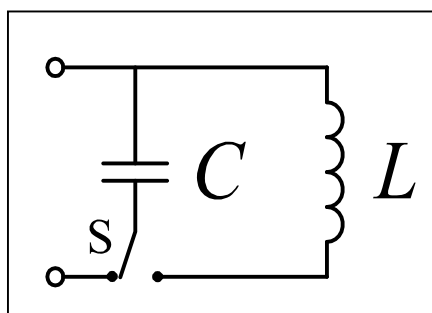
Bu holda sistema muvozanat holatiga eksponenta qonuniyat asosida tebranishlar hosil qilmasdan qaytadi.

$$\text{- Ikkinchi hol} \quad \omega_0^2 - \gamma^2 = 0$$

Bu hol kritik (keskin) soʻnish holati deyiladi. Sistema tebranishlarsiztezda muvozanat holatiga qaytadi.

$$\text{- Uchinchi hol} \quad \omega_0^2 - \gamma^2 > 0$$

Bunda sistemada tebranishlar kuzatiladi va amplituda eksponensial qonun boʻyicha kamayib boradi, soʻnish kuzatiladi. 59- rasmga qarang.



58-rasm. Kalitli tebranish

59-rasm. Kuchlanish va Toʻk tebranishlari.

konturi

Bu tajribada faqat ohirgi holatni kuzatish mumkin. Kondensatordagi boshlangʻich kuchlanish U_0 boʻlsa, induktiv gʻaltakda oʻtuvchi toʻk kuchi quyidagicha aniqlanadi.

$$I(t) = I_0 e^{-\gamma t} \sin(\omega t) \quad (3.36)$$

Bu yerda boshlang'ich to'k kuchi $I_0 = \frac{U_0}{\omega L}$ ω - yuqorida keltirilgani kabi.

Kondensatordagi kuchlanish undagi zaryad miqdoriga mutanosib, shuning uchun zaryad miqdori to'k kuchining integraliga proporsional bo'ladi. IV tenglamadagi kosinus to'k kuchi va kuchlanish qiymatlari orasida 90° faza siljishi borligi bildiradi.

$$U(t) = U_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t) \quad (3.37)$$

Kerakli asbob va jihozlar:

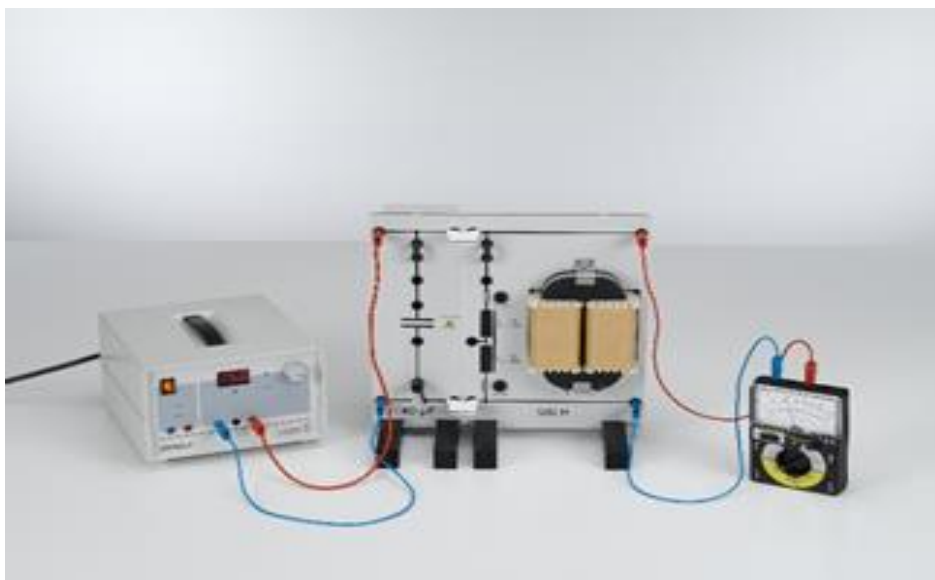
1. Yuqori induktivli chulg'am (517011) -1 ta
2. Kondensator, 40 pF (517021) -1 ta
3. Asos taglik, bir juft (301339) -1 ta
4. Bridging plugs, STE 2/19, set of 10 (50148) -1 ta
5. DC ta'minlash manbai 0...15 V (50145) -1 ta
6. Multimeter LD analogli 20 (531120) -1 ta
7. Qo'l sekundomeri, mexanik (31307) -1 ta
8. Ulash simlari, 19 A, 100 sm, qizil/ko'k, juftli (50146) -1 ta

Tajriba qurilmasi

Qurilma 60-rasmda keltirilgan.

1. Dastlab, kondensatorni razryadlash uchun qisqa tutashtir
2. Induktiv g'altak va kondensatorni asos taglikka o'rnatish.
3. Induktiv g'altak va kondensatorni bir chiziqda joylashtiring va ularni ikkita shtepsellar bilan ulang.
4. Kondensatorga o'zgarmas to'k manbaini ulang, o'rtadagi yerga ulash chiqishiga ulamang.
5. Kuchlanish muruvatini 0 V ga qo'ying.
6. Multimeterni induktiv g'altakka parallel ulang va DC kuchlanishni 3 V ga qo'ying.
7. Ta'minlash manbaini stendga ulang.

8. Qo‘l sekundomerini ishga tayyorlaang



60-rasm. Tajriba qurilmasi.

Tajribani o‘tkazish tartibi:

- Kondensator ostidagi kalitni chap tomonga ulang, 60-rasm asosida (kalit 58-rasmda “S” bilan belgilangan).
- Ta‘minlash manbaini ulang.
- Ta‘minlash kuchlanishini 3 V qilib tanlang.
- Kuchlanish ortishdan to‘xtamaguncha va kondensator to‘la zaryadlanmaguncha kuting.
- Endi kalitni manbadan induktiv g‘altakga ulang va tebranish konturiga kuchlanish bering.
- Kuchlanishning ikki maksimumi orasidagi vaqtni aniqlash uchun qo‘l sekundomeridan foydalaning.
- Kondensatorni zaryadlash uchun ohirgi uch amalni takrorlang va boshqa kuchlanish maksimumlari orasidagi vaqtni 4 marta o‘lchang.
- Ta‘minlash manbaini tarmoqdan uzing va kondensatorni ta‘minlash manbidan ajrating.

- Razryadlash uchun kondensator qutblarini qisqa tutashtiring.

Sinash uchun savollar:

1. Erkin elektromagnit tebranish konturi qanday elementlardan tashkil topadi?
2. Elektromagnit tebranishlar qanday hosil qilinadi?
3. Krixgof ikkinchi qonunini tajriba bilan bog`liqligini tushuntiring.
4. Tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

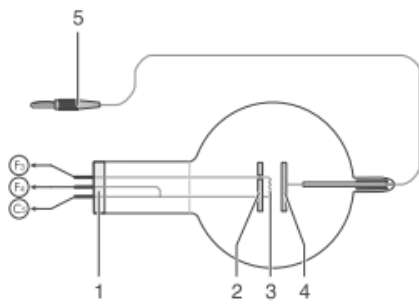
10- laboratoriya ishi

VAKUUMLI DIODNING VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH.

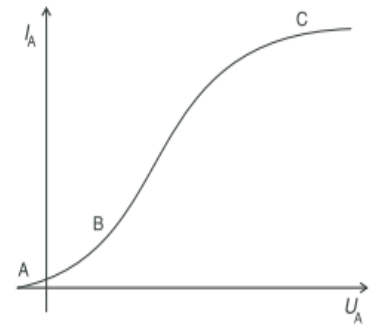
(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 10, 15, 17, 48, 49, 52, 57.)

Tajriba maqsadi: Vakuumli diodning volt-amper xarakteristikasini katodni qizdirish kuchlanishining uch qiymatida o'lchash. Xajmiy manfiy zaryadning anod maydoniga qarshi ta'sir sohasini va VAX ining to'yinish sohasini aniqlash. Lengmyur-Chayld qonunini tekshirish.

Qisqacha nazariya: Vakuumli diod ichida vakuum hosil qilingan, germetik yopiq ikki elektrodni o'z ichiga olgan shisha lampadan iborat o'zidan elektronlar chiqaradigan termoionik katod va anod. (61-rasmga qarang). Agar lampaning katodi va anodi orasiga yetarlicha kuchlanish qo'yilsa shu ikki qutb o'rtasida elektr to'ki vujudga keladi. Katod elektr to'ki yordamida qiziydigan simdan iborat bo'lib u elektr kuchlanishi ta'sirida elektronlarni ajratib chiqaradi. Qizigan katod o'zidan elektronlarni chiqaradi (termoelektron emissiya). Agar anod potentsiali katod potentsialiga nisbatan musbat bo'lsa elektronlar anodga tomon tezlanish oladi va anod to'ki hosil bo'ladi. Anod to'king qiymati, boshqa narsalardan tashqari, anod va katod o'rtasidagi kuchlanishdan (anod kuchlanish) bog'liq bo'ladi. Agar anod kuchlanishing yo'nalishi qarama-qarshiga o'zgartirilsa katoddan chiqayotgan elektronlar qarama-qarshi yo'nalgan maydonga qarshi harakatlana o'zlasligi uchun anod to'ki hosil bo'lmaydi. Shuning uchun vakuumli diod filtrlash bloke sifatida yoki o'zgaruvchan to'klarning to'g'rilagichi sifatida foydalanish mumkin. Demak, umuman olganda, vakuumli diod yarim o'tkazgichli diodga o'xshash xossalarga ega. Yarimo'tkazgichli diodlar rivojlanish bilan vakuumli diodlar tobora muhimligini yo'qotib bormoqda. Bugungi kunda integral zanjirlarda kam joy egallaganliklari uchun asosan yarimo'tkazgichli qurilmalardan foydalanilmoqda. Bu tajribada vakuumli diodning VAX o'rganiladi. VAX anod to'ki I_A ning anod kuchlanishi U_A dan bog'liqligini ifodalaydi. 62-rasmda diodni VAX ning tipik shakli ko'rsatilgan.



61-rasm. P diodning sxemasi:
1-qizdiruvchi vilka, 2-katod
plastinkasi, 3-katod qizdirgich
simi, 4-Anod, 5-anodni ulash simi



62-rasm. Diodning VAXning tipik
shakli: A-teskari kuchlanish sohasi, B-
hajmiy zaryadlar chegaralanish sohasi
va C-to'yinish sohasi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Planar diod P (555 210) – 1ta
2. Universal taglik P (555 200) – 1ta
3. DC energiyamanbai 0...500 V (521 65) – 1ta
4. Amperemeter, AC, $I < 10$ mA (531 100) – 1ta
5. Voltmeter, DC, $U < 500$ V (531 711) – 1ta
6. Taqsimlash qutisi (502 04) – 1ta
7. Xavfsiz ulash kabellari, 100 sm, qizil (500 641) – 3ta
8. Xavfsiz ulash kabellari, 100 sm, kî'k (500 642) – 1ta
9. Xavfsiz ulash kabellari, 50 sm, ko'k (500622) – 1ta
10. Ulash kabeli, sariq/yashil, 200 sm. (501 43) – 1ta

Volt-amper xarakteristikasida uch sohani bir-birida farqlash mumkin.

Teskari kuchlanish sohasi (A):

Anod potentsiali katod potentsialiga nisbatan manfiy soha. Bu sohada elektronlar elektr maydoniga qarshi yo'nalishda harakatlana olmaydi. Elektronlar katoddan erkin kinetik energiya bilan ajralib chiqqanlari uchun anod kuchlanishi eng tez elektronlarni to'xtatib qolgununga qadar anod to'ki mavjud bo'ladi.

Hajmiy zaryadlar chegaralanish sohasi (B):

Kichik maydon kuchlanganligida katoddan ajralib chiqayotgan elektronlarning barchasi ham anodga yetib bora olmaydi. Ular katodni atrofida xuddi bulutga o'xshab manfiy fazoviy zaryadni hosil qiladi. Shuning uchun past kuchlanishlarda anodda boshlanadigan elektr maydon kuch chiziqlari katodgacha yetib bormasdan shu elektronlarning fazoviy manfiy zaryadida tugaydi. Anoddan boshlanib chiqayotgan elektr maydon shunday qilib to'siqqa uchraydi. Qachonki kuchlanishning ortishi maydon kuch chiziqlarini katod atrofi sferasiga chuqurroq va chuqurroq kirita olganda anod to'ki orta boradi. Anod to'king katod kuchlanishidan bog'liqligini Lengmyur-Chayld tenglamasi yordamida ifodalanadi:

$$I_A \sim U_A^{3/2} \quad \text{yoki} \quad I_A^{3/2} \sim U_A(I)$$

Xavfsizlik choralari(eslatmalar).

-Vakuumli diod P yupqa shisha devorli vakuum lampa hisoblanadi. Uning portlash xavfi mavjud!

-Vakuumli diod ishlayotganda universal shtativning ulash sohasida xavfli kontakt kuchlanish bo'lishi mumkin!

-Vakuumli diodga mexanik kuchlanish ta'sir yetkazmang.

-Universal shtativning ulash sohasida faqat xavfsiz ulash kabellaridan foydalaning.

-Diod P (555210) ning va universal shtativ P(555200) ning instruksiyalaridagi izohlarni o'qing.

-To'k kuchi to katodning atrofidagi fazoviy zaryadlar tarqalib ketguncha ortadi. Keyin anod to'ki o'zining to'yinish qiymatiga erishadi. Anod kuchlanishining keying ortishi anod to'kiga boshqa ta'sir etmaydi.

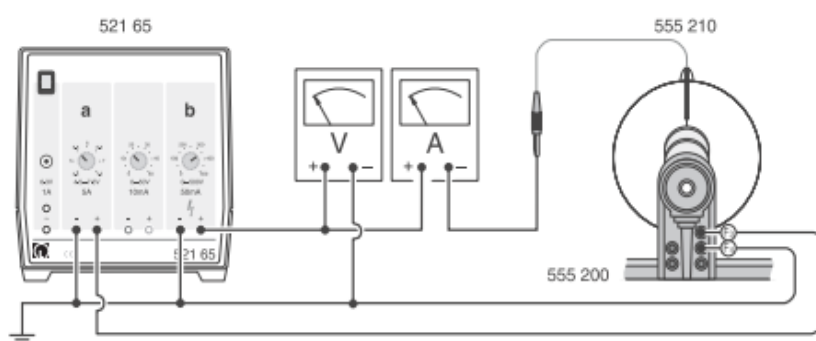
To'yinish sohasi (C).

To'yinish sohasida emissiya to'ki anod kuchlanishidan bog'liq emas. Ammo u katoddan ajralib chiqayotgan elektronlar sonini oshirish bilan orttirilish mumkin. Bunga esa qizdiruvchi kuchlanishni orttirish bilan erishish mumkin. Shunday qilib to'yinish to'king kattaligi katodning temperaturasidan bog'liq bo'ladi va har bir qizdirish kuchlanishga alohida VAX mos kaladi.

Tajriba qurilmasi.

Tajriba qurilmasi 63-rasmda tasvirlangan. Qurilmani ulash quyidagi ketma-ketlikda bajarilishi mumkin:

-P diodni universal shtativga kiritish uchun shisha shtiftlarni yaxshilab joyiga yoʻnaltiring va keyin barcha shtift kontaktlari ularning rozetkalariga uzmaguncha ehtiyotlik bilan qiling.



63-rasm. Diodning xarakteristikasini oʻlchash uchun eksperimental qurilma.

- Toʻk manbaini taqsimlash shiti orqali tarmoqqa ulang.
- Qizdirish kuchlamshi chiqishining(a) manfiy qutbini vat ok manbaidagi 500 V chiqish (b) ni xavfsiz ulash kabellari bilan ulang va bundan tashqari ulami taqsimlash shitining “yer” razetkasiga ulang.
- Qizdirish kuchlanishi chiqishning manfiy qutbini universal shtativning F4 razetkasiga va musbat qutbini F3 rozetkasiga ulash uchun xavfsiz ulash kabellaridan foydalaning.
- I_A anod toʻkini oʻlchash uchun anod ulash kabelini ampermetming minus klemmasiga ulang va ampermetming plyus klemmasini 500 V chiqishning musbat qutbiga ulang.
- U_A anod kuchlanishini oʻlchash uchun voltmetmi 500 V chiqishga ulang.
- Mos keluvchi oʻlchash diapazonini tanlang (maslan, ampermetrda mA va voltmetrda 500 V).

-Agar zarurat tug'lsa diodni tekshirib ko'rish uchun oling va universal shtativ P diod o'rtasidagi kontaktlar yaxshi ulanganligini tekshirib k'ring.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Eslatma: Vakuumli diodga qizdirish kuchlanishi ulanganda yoki kuchlanishning qiymati o'zgarganda qizdirgich yangi temperaturaga bir necha sekund ichida erishadi. Shuning uchun qizdirgich ulangandan tajribalarni boshlash mumkin.

- Aylanma potensiometr yordamida 5.0 V qizdirish kuchlanishini o'rnatish.
- U_A anod kuchlanishini aylanma potensiometr (b) yordamida 0 V dan boshlab orttira borib bir qancha kuchlanishlar uchun anod to'ki I_A ni yozib oling (o'lchash misollariga qarang).
- Kuchlanishning 5.5 V va 6.0 V qiymatlari uchun ham tajribalarni takrorlang.

Sinash uchun savollar:

1. Vakumda elektr to'ki qanday hosil qilinadi.
2. Toyinish to'kini fizik mohiyatini tushuntiring?
3. Vakuumli diodni yarimo'tkzglichli dioddan ustuvor yo'nalishlarini tushuntiring.
4. Lengmyur-Chayld qonuninini tushuntiring.

11- laboratoriya ishi

FERROMAGNITNING MAGNITLANISH EGRI CHIZIG'INI VA GISTERZIS HALQASINI O'LGHASH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 13, 15, 17, 48, 49, 50, 55.)

Tajriba maqsadi: Ferromagnitning magnitlanishi. Gisterzis halqasini hosil qilish.

Qisqacha nazariya: Transformator o'zagidagi (ferromagnitdagi) magnit maydon g'altakdan oqayotgan to'k kuchiga va birlamchi g'altakdagi effektiv o'ramlar zichligiga to'g'ri proporsional bo'ladi

$$H = \frac{N_1}{L} I \quad (3.38)$$

Ammo hosil bo'ladigan magnit oqimining zichligi yoki magnit induksiyasi H ga to'g'ri chiziqli proporsional bo'lmaydi.

$$B = \mu_r \mu_0 H \quad (3.39)$$

Bu yerda $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$

Magnit maydon kuchlanganligi H ning ortishi bilan magnit induksiyasi B_s to'yinish qiymatiga erishadi. Nisbiy magnit singdiruvchanlik μ_r ning qiymati magnit maydon kuchlanganligi H dan va ferromagnitning dastlabki magnit holatidan bog'liq bo'ladi. Magnisizlantirilgan ferromagnetikda magnit maydon kuchlanganligi $H = 0 \text{ A/m}$ bo'lganda magnit induksiyasi $B = 0 \text{ T}$ bo'ladi. Ammo, oddiy hollarda ferromagnit $H = 0 \text{ A/m}$ bo'lganda ham nolga teng bo'lmagan qoldiq magnit oqimi zichligi $\hat{A}$ ga ega bo'ladi. Shunday qilib, magnit induksiyasi $\hat{A}$ ning maydonkuchlanganligi H ning ortib borgandagi va kamayib borgandagi qiymatlarining funksiyasi sifatida gisterezis halqasi shaklida ifodalash qulay bo'ladi.

Gisterezis halqasi butunlay magnitsizlantirilgan materialning $H = 0 \text{ A/m}$ va $\hat{A}=0 \text{ T}$ bo'lganda koordinatalar sistemasining 0 nuqtasidan boshlanadigan magnitlanish egri chizig'idan farq qiladi. Bu tajriba misolida H va $\hat{A}$ lar to'g'ridan to'g'ri (bevosita) o'lchanmagan, balki ularga proporsional bo'lgankattaliklar, birlamchi chulg'amdagi to'k kuchi $I = (L/N_1) H$ va ikkilamchi chulg'amdagi magnit oqimi

$\Phi = N_2 \cdot A \cdot B$ dan foydalanilgan (N_2 - ikkilamchi chulgʻamdagi oʻramlar soni, A – ferromagnit oʻzagining koʻndalang kesimi). Magnit oqimi Φ ikkilamchi chulgʻamda induksiylanadigan U kuchlanishning integrali sifatida hisoblab topilgan.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Power-CASSY (524 011) – 1 ta
2. Sensor-CASSY (524 010) yoki (524 013) – 1 ta
3. CASSY Lab 2 (524 220) – 1 ta
4. U- koʻrinishli oʻzak (562 11) – 1 ta
5. Mahkamlash qurilmasi (562 121) – 1 ta
6. 500 oʻramli gʻaltak (562 14) – 1 ta
7. Ulash kabellari, 100 sm, qora (500 444) – 1 ta
8. PC with Windows XP/Vista/7/8

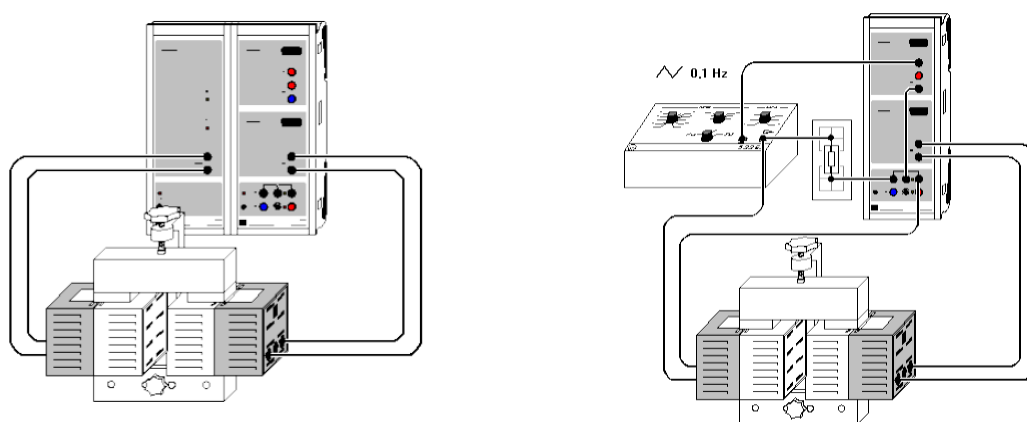
Alternativ hol (Power-CASSY siz)

1. Sensor- CASSY
2. CASSY Lab 2 (524220) - 1 ta
3. U-koʻrinishli oʻzak (562 11) - 1 ta
4. Mahkamlash qurilmasi (562121) - 1 ta
5. 500 oʻramli gʻaltak (562 14) - 1 ta
6. Funktsional generator S12 (522621) - 1 ta
7. STE resistor 1 0, 2 W (577 19) - 1 ta
8. Pozetkalar doskasi (576 71) - 1 ta
9. Ulash kabeli, 50 sm, qora (500424) - 1 ta
10. Ulash kabellari, 100 sm, qora (500444) - 7 ta
11. PC, Windows XP/ Vista/7/8

Eksperimental qurilma (chizmaga qarang)

Power-CASSY transformatoming birlamchi chulgʻamini toʻk bilan taʼminlaydi. Ô magnit oqimi ikkilamchi gʻaltakda induksiylanadigan va Sensor-CASSY kirishi Â

da o'lchanadigan U kuchlanish qiymatidan hisoblab topiladi. Bunga alternative ravishda siz tajribani Power-CASSY danfoydalanmasdan, funksional generator S12 dan foydalanib bajarishingiz mumkin. Bu apparat chastotasi 0.1 Gerts va amplitudasi 2 V bo'lgan arrasimon signalga ulangan bo'lishi lozim. Magnitlanish egri chizig'ini o'lchash $I = 0$ A da triggerlangan. Bu nuqtaga aniq erishish uchun to'k rele yordamida transformator orqali shuntlangan va egri chiziqni o'lchashdan oldin qarshiligi 1 Om bo'lgan rezistordan oqadi.



64-rasm. Transformator o'zagining gisterezisi

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Qurilmani ishga tushirish

- Agar zarurat bo'lsa offset ni korrektirlang: Setting UB ni oching, "Correct" ni tanlang, dastlabki raqam qiymati " $\hat{I}$ V" ni $\hat{I}$ 'mating va "Correct Offset" ni bosing.
- Transformatorning o'zagini magnitsizlantiring.
- Tajriba o'tkazishni boshlang
- Gisterezis halqasining bir davridan keyin yoki $\hat{O} = 0$ Vs da o'lchashni to'xtating (bu holda $\hat{I}$ 'zak qayta magnitsizlantirilmasligi mumkin)
- Agar gisterezis halqasi ikkinchi va to'rtinchi kvadrantlarda yotgan bo'lsa, ikki g'altakdan binning ulash nuqtalarini qarama - qarshisiga almashtiring.

- Agar tajriba o'tkazish davomida grafik displeyda tashqarida bo'lsa, Settingub dan o'lchash diapozonini kengaytiring.

Sinash uchun savollar:

1. Magnetiklar haqida ma'lumot bering.
2. Gisterezis halqasi qanday hosil qilinadi?
3. Tansformatorning ishlash prinsipini va tajribaga bog'liqligi tushuntiring.
4. Tajriba qurulmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

4 – BOB. OPTIKA

1-laboratoriya ishi

LINZA TASVIRIDA SFERIK BUZILISHLARNI O'RGANISH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 19, 21, 22, 24, 53, 54, 60.)

Tajriba maqsadi: Linzaning sferik aberrasiyasini o'rganish. Sferik aberrasiya tufauli tasvirda yuzaga kelgan nuqsonni aniqlash.

Qisqacha nazariya: Optik sistemaning bosh vazifasi buyumning to'g'ri tasvirini hosil qilishdan iborat. Eng sodda holat bu tasvir sistemaning optik o'qiga perpendikulyar ravishda joylashgan yassi suratdir. To'g'ri tasvir hosil bo'lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

- 1) Tekislikning har bir nuqtasi stigmatik ravishda tasvirlanishi kerak;
- 2) Tasvirning hamma nuqtalari sistemaning o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotishi kerak;
- 3) Tasvirning masshtabi (kattalashtirishi) uning hamma joyida bir xil bo'lishi kerak.

Bu shartlarning birinchisi va ikkinchisi buzilganda tasvirning aniqligi pasayadi, ikkinchi va uchinchi shart buzilganda tasvir deformatsiyalanadi. Optik asboblarning bunday nuqsonlari **aberratsiya** deb ataladi. Amalda aberratsiyani to'la yo'qotib bo'lmaydi, lekin uni tasvirning sifatiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydigan darajada kamaytirish mumkin.

Mazkur tajribada “sfericheskaya aberrasiya” o'rganiladi. Linza akslantirishidagi boshqa xatoliklar, ya'ni “xromatik aberrasiya”, “akslantirish buzilishlari” (barrel va yostiqlik) va “linza akslantirishidagi tasvir maydonining qiyshayishi” bir biri bilan chambarchas bog'liq bo'lgan P5.1.3.2 dan P5.1.3.4 gacha tajribalarda o'rganiladi.

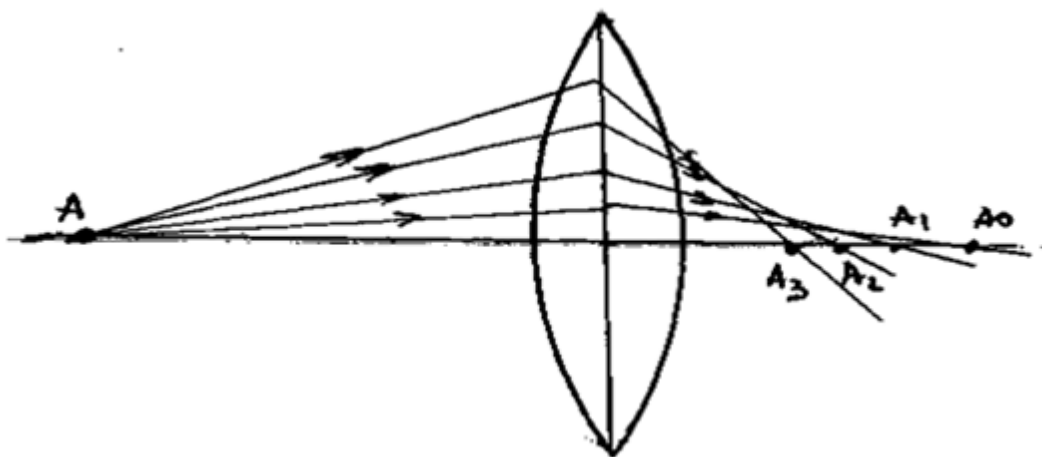
Linza orqali o'tgan nurlar bosh optik o'qni bitta nuqtada kesib o'tmaydi, har xil nuqtada kesib o'tadi. Bu kamchilik sferik aberratsiya deb ataladi. Katta diametrli va qisqa fokusli linza yordamida tajriba o'tkazib, bu nuqsonning qanday yuzaga kelishini ko'rish mumkin. Sistemaning optik o'qida yorug'lanuvchi A nuqta

joylashgan deb faraz qilaylik. Bu A nuqta optik sistemaga nurlarning keng dastasini yuborayotgan bo'lsin. Linzaning Sferik aberratsiya o'lchovi sifatida tegishli zonalarga oid A_0 va A_1 lar orasidagi masofa olinadi (65–rasm). Sferik aberratsiyaning kattaligi linza sirtlarining egrilik radiuslariga va sindirish ko'rsatkichiga, shuningdek manbaga nosimmetrik linzaning qaysi sirti qaraganligiga bog'liq. Masalan, krondan yasalgan va egrilik radiuslari nisbati kabi bo'lgan ikki yoqlama qavariq linza parallel nurlarga qavariqroq tomoni bilan qaragan holda aberratsiyalar eng kichik bo'ladi. Yassi – qavariq linza ham deyarli shunday yaxshi ishlaydi.

Sferik aberratsiya ko'ndalang, bo'ylama sferik aberratsiyaga bo'linadi. Yorug'lik biror A nuqtadan chiqayotgan bo'lsin, bosh optik o'qqa yaqinroq bo'lgan nurlar ozroq va bosh optik o'qdan uzoqroq bo'lgan nurlar ko'proq sinib A nuqtaning bir necha tasviri hosil bo'ladi.

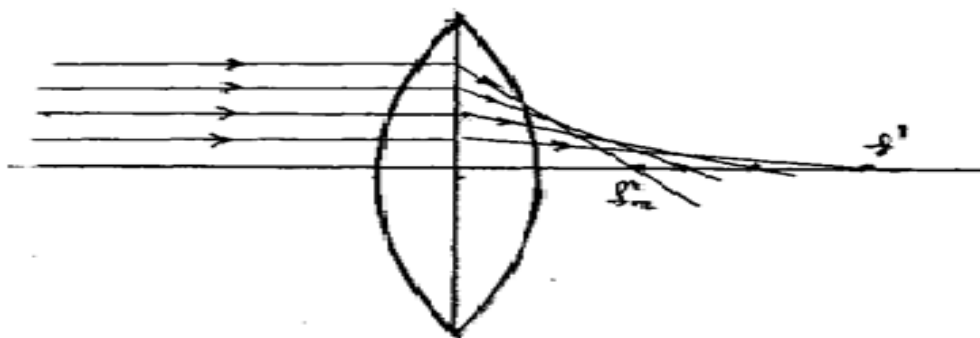
Agar bosh optik o'qqa tik ekran qo'yilsa ekranda noaniq yoyilgan tasvir hosil bo'ladi. Bu ***kamchilik ko'ndalang sferik aberratsiya*** deyiladi.

a) Ko'ndalang sferik aberratsiya



65-rasm. Ko'ndalang sferik aberratsiya

b) Bo'ylama sferik aberratsiya



66-rasm. Bo'ylama sferik aberratsiya

Aytaylik, linzaga parallel bo'lgan nurlar dastasi tushayotgan bo'lsin. U holda paraksial nurlar linzaning f' uzoq fokusida, chetki nurlar esa yaqinroq f'_2 fokusida to'planadi. f' va f'_2 orasida qolgan hamma nurlarning fokuslari yotadi. Bu xildagi aberratsiya **bo'ylama sferik aberratsiya** deyiladi. Sferik aberratsiya tufayli yorug'lanuvchi nuqtaning ekrandagi tasviri notekis yoritilgan kichik to'garak shaklida (sochilish to'garagi) bo'ladi. Ekranni optik o'q bo'ylab surganda sochilish to'garagining o'lchamlari va undagi yoritilganlik taqsimoti o'zgaradi. Sferik aberratsiyaning o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, sistema o'qidagi yorug'lanuvchi nuqtaning qolgan hamma aberratsiyalar (monoxromatik yorug'likda) yo'qolib ketadigan vaziyatida ham sferik aberratsiya yo'qolmaydi. Sferik aberratsiyasini tuzatish uchun ko'zgular sferik shaklda emas, balki aylanish paraboloidi shaklida ishlanib, manba fokusiga qo'yiladi. Bunday ko'zgular sferik aberratsiyani juda kamaytirib yuborishi mumkin. Ikkala sferik sirti egriligi turlicha bo'lgan qaytargichlar ham yaxshi tuzatgich bo'ladi. Optikaviy sistemalarning bu xil nuqson - sferik aberratsiyani sindirish ko'rsatkichlari har xil bo'lgan musbat (yig'uvchi) va manfiy (sochuvchi) linzalardan turli kombinatsiyalar yig'ib qariyb uni butunlay yo'qolishiga erishish mumkin.

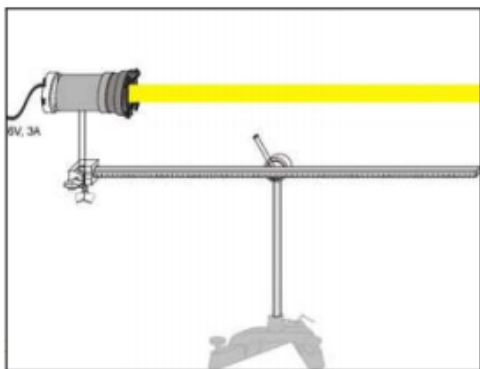
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Sferik aberratsiya uchun bir juft tayanch (461 61) – 1ta
2. 2 diapozitivdan iborat to'plam (461 66) – 1ta
3. Lampa korpusi (450 60) – 1ta
4. Lampa 6 V / 30 W (450 51) – 1ta

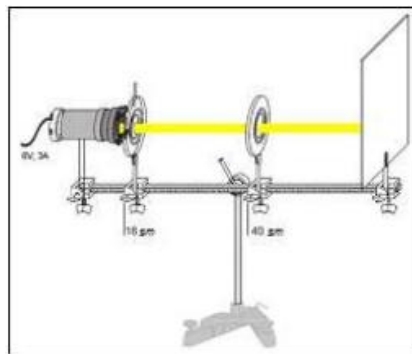
5. Asferik kondensator (460 20) – 1ta
6. Transformator 6 V / 12 V (521 210) – 1ta
7. Linza $f = +150$ mm (460 08) – 1ta
8. Gulsafsarsimon shaklli diafragma (460 26) – 1ta
9. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
10. Kichik optik kursi (460 43) – 1ta
11. V-shaklsimon stend asosi, 20 sm (300 02) – 1ta
12. Multiqisgich Leybold (301 01) – 4ta

Tajriba qurilmasi:

- Asferik kondensatorli lampani optik kursida 67-rasmda tasvirlanganidek sozlang.
- 6 voltli lampa cho‘g‘langanda, korpusdagi lampa qo‘yilmasini shunday buringki, lampa tolasining yorqin siymosi devorning qarama qarshi tomonida kuzatilsin (parallel yorug‘lik nurini olish uchun lampa bilan devor oralig‘i 3 m tartibida bo‘lishi kerak).
- Lampa tolasining tasviri gorizontal bo‘lishi uchun lampa qo‘yilmasini to‘g‘rilang. Yorug‘lik nurining paralleligi tekshirilishi mumkin, masalan yorug‘likni sirtga oddiygina tegib turgan qog‘oz varag‘i orqali o‘tkazish orqali. Agar zarur bo‘lsa, lampani lampa korpusi orqasidagi uchta rostlovchi vintlar bilan rostlang.
- Yarim shaffof ekranni 68-rasmda tasvirlanganidek sozlang va lampa bilan yarim shaffof ekran orasiga linzani $f = +150$ mm lampaga qavariq tomoni bilan joylashtiring.
- To‘rli (5mm x 5mm oraliqda intervalga ega) diapozitivni asferik kondensatorga mahkamlangan slaydlarni tutib turgichga o‘rnating.
- Gulsafsarsimon shaklli diafragmani lampa oldiga joylashtiring va uni to‘liq oching. Yarim shaffof ekranda to‘rning ravshan tasviri hosil bo‘lguncha, linzani (lampa tomon) siljiting.



67- rasm



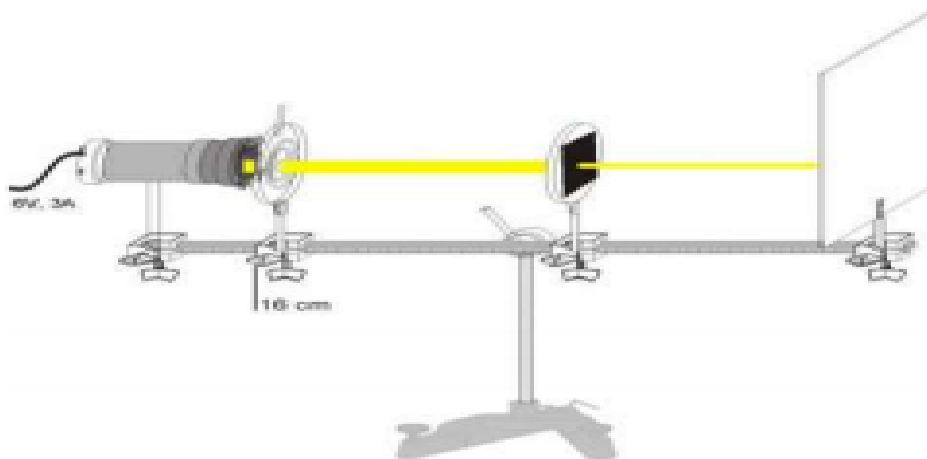
68- rasm

Tajribani o'tkazish tartibi:

- Chetki yorug'lik nurlarini blokirovka qilish uchun markazi tuynukli diafragmmani linzaning tekis tomoniga qotiring (69-rasm)
 - Linzani siljitish orqali to'ring ravshan tasvirini oling.
 - Linza f_1 o'rnini yozib oling.
 - Kichik tuynukli diafragmmani xalqasimon diafragma bilan almashtirib markaziy nurlarni kesing.
 - To nurning ravshan tasvirini kuzatish mumkin bo'lguncha linzani siljiting.
- Izoh: Chetki nurlar hosil qilgan tasvirlar kichik ravshanlikka ega.*
- Linza f_2 o'rnini yozib oling.

Izoh: Muqobil, sferik abberasiyani kuzatish uchun ekran ham siljirilishi mumkin.
Bu qurilmadagi tasvir masofasi mos ravishda f_1 va f_2 , fokus masofaga teng.

69-rasm.



Sinash uchun savollar:

1. Aberrasiya deb nimaga aytiladi?
2. Aberrasiya qanday turlarga ajraladi?
3. Tasvirda yuzaga keladigan nuqsonni hosil bo'lish sabablari?
4. Parallel yorug'lik nurini, paralleligini qanday usullardan foydalanib aniqlanadi?

2-laboratoriya ishi

VIDEOCOM VOSITASIDA DIFRAKSIYA HODISASINI O'RGANISH.

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 19, 20, 22, 23, 54, 55, 57, 60.)

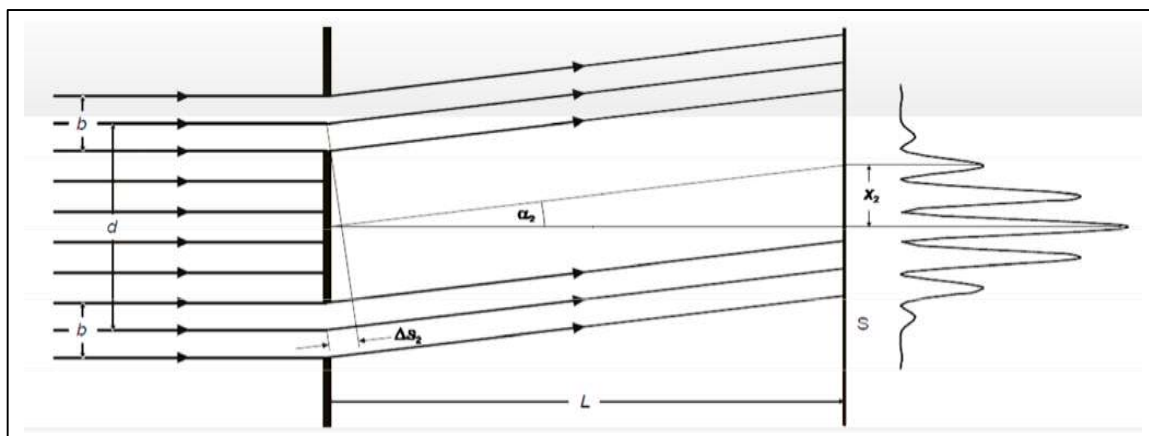
Tajriba maqsadi: Difraksion tasvirlarni qayd qilish va intensivlik taqsimotini modellashtirish:

Tirqishning turli kengliklari uchun, tirqish kengligi doimiy qo'sh tirqishlar va tirqish kengligini aniqlash bilan. Tirqishning turli intervallari uchun, tirqish kengligi doimiy qo'sh tirqishlar va tirqish intervalini aniqlash bilan. Tirqishlar turli soni uchun ko'p tirqishlar va tirqish kengligini va tirqish intervalini aniqlash bilan.

Qisqacha nazariya: Erkin tarqalayotgan yorug'lik nurining yo'lga to'siqlar, masalan gulsapsar tipli diafragma yoki tirqish qo'yilganda difraksion hodisalar yuz beradi. Yorug'likning to'g'ri chiziqli tarqalishdan og'ishi kuzatiladigan bunday holat difraksiya deb ataladi.

Difraksion hodisalar o'rganilganda, tajriba bajariladigan ish tartibi ikki turga ajratiladi: Fraungofer difraksiyasi holida yorug'likning parallel to'lqin frontlari difraksion obyektning old tomonida va ortida o'rganiladi. Bu bir tomondan difraksion obyektдан cheksiz masofada joylashgan yorug'lik manbasiga va ikkinchi tomondan xuddi shuningdek difraksion obyektдан cheksiz masofada joylashgan ekranga mos keladi. Uni tajribada nur yo'lga joylashtirilgan yig'uvchi linzalar yordamida, masalan yorug'lik manbasi bilan difraksion obyekt orasiga joylashtirish orqali amalga oshirish mumkin.

Frenel difraksiyasi holida yorug'lik manbasi va ekran difraksion obyektдан chekli masofada joylashadi. Masofa ortib borgani sari Frenel difraksion tasvirlari Fraungofer difraksion tasvirlariga o'xshashroq bo'lib boradi. Fraungofer difraksiyasi holida difraksion tasvirlarni hisoblash ancha soddaroq. Shu sababli mazkur ishda bayon qilingan tajribalar Fraungofer nuqtai nazariga asoslangan.



70-rasm. Qo'sh tirqishdan yorug'lik difraksiyasining sxemasi (tajriba P5.3.1.2 taqqoslash), b : tirqish kengligi, g : tirqishlar oralig'i, L : tirqish bilan ekran orasidagi masofa, x_2 : markazdan 2-intensivlik minimumigacha masofa, α_2 : 2-susaygan interferensiya kuzatiladigan yo'nalish, Δs_2 : yo'llar farqi, S : kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

T. Yung g'oyasiga asosan, ikkita kogerent nurni bir-biriga yaqin joylashgan teng kenglikdagi tirqishlar orqali intensiv va kogerent lazer nuridan olish mumkin. Bu esa tirqishlarning ikki (qo'sh) yorug'lik manbai sifatida namoyon bo'lishini anglatib, yorug'lik dastalari ancha darajadagi uzoq masofada birlashadi. Bu ikki tirqishdagi difraksiya kirayotgan parallel yorug'likni hattoki tirqish diafragmasining geometrik soyasida ham tarqalishiga olib keladi. Bundan tashqari, kuzatish tekisligida yorqin va qoramtir tasmalar namoyon bo'lib, ularni geometrik nur optikasi qonunlari bilan tushuntirib bo'lmaydi. Yorug'lik to'lqin xossalariga ega deb inobatga olinsa va ekranda kuzatilayotgan difraksion tasvirni tirqish aperturasidan kelyotgan ko'p sonli(cheksiz) dastalarning superpozitsiyasi deb qaralsagina uni tushuntirish mumkin.

Difraksion tasvirni hisoblash uchun, N tirqishlardan iborat, bir biridan teng masofalarda joylashgan tirqishlardan kelayotgan barcha dastalarning tebranish holatlari, fazalari farqi e'tiborga olingan holda qo'shiladi. Natijada kuzatish tekisligining ixtiyoriy joyidagi x difraksiyalangan yorug'lik maydon kuchlanganligining amplitudasi A olinadi. Bu metod orqali amplituda taqsimotidan

A (x) bevosita intensivlik taqsimoti $I(x) = A^2(x)$ hisoblanadi. Amalda, kichik difraksion burchaklar ($\sin\alpha \approx \alpha$) holida, kengligi d bo'lgan, N tirqishlar uchun quyidagi proporsionallik olingan:

$$I(\alpha) \sim \frac{1}{N^2} \frac{\sin^2\left(2\pi\frac{b}{\lambda}\alpha\right)}{\left(2\pi\frac{b}{\lambda}\alpha\right)^2} \frac{\sin^2\left(N\pi\frac{d}{\lambda}\alpha\right)}{\sin^2\left(\pi\frac{d}{\lambda}\alpha\right)^2} \quad (4.1)$$

Tenglamaning (4.1) o'ng tomonidagi uchinchi had, cheksiz tor va bir tekis taqsimlangan N ta tirqishdan yorug'lik to'liqligining difraksiyasi kuzatiladigan intensivlikning maksimumi va intensivlikning minimumlari davriyligining ketma-ketligini ifodalaydi.

Tenglamaning (4.1) o'ng tomonidagi ikkinchi had chekli tirqish kengligining b ta'sirini ifodalaydi. Bu had difraksion tasvirning "qobig'i" hisoblanadi va yakka tirqish kengligi b ning difraksion ta'siriga mos keladi. Shunday qilib, ko'p sonli tirqishlarning ($N \geq 2$) difraksion tasviri yakka tirqishning difraksion tasviri orqali modulyasiyalanadi. Birinchi had $1/N^2$ intensivlikning tirqishlar soniga bog'liqligini ifodalaydi.

Tajribada difraksion tasvirning intensivlik taqsimoti $I(\alpha)$ VideoCom ning bir satrli ZBA kamerasi yordamida qayd qilinadi. Bunda difraksion tasvir 2048 pikselga ega bo'lgan ZBAda (ZBA: zaryad bog'lanishli asbob) aks etadi va ketmaketli interfeys orqali kompyuterga uzatiladi.

VideoCom bilan bog'langan kompyuter dasturi intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ ko'rsatadi va bu esa nazariya bo'yicha kutilgan intensivlik taqsimoti bilan uni tez va bevosita taqqoslashga imkon beradi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. 3 qo'sh tirqishli diafragma (469 84) – 1ta
2. 4 qo'sh tirqishli diafragma (469 85) – 1ta
3. 5 qo'sh tirqishli diafragma (469 86) – 1ta
4. Prujinali siqib turuvchi tutgich (460 22) – 1ta
5. He-Ne-Lazer, chiziqli qutblangan (471 830) – 1ta
6. Polyarizatsion filter (472 401) – 1ta
7. VideoCom USB (337 47USB) – 1ta

8. Gardishli linza, $f = +5$ mm (460 01) – 1ta
9. Gardishli linza, $f = +50$ mm (460 02) – 1ta
10. Gardishli linza, $f = +500$ mm (460 11) – 1ta
11. Optik stol, profili standard 1 m (460 32) – 1ta
12. Optik reyder 60/50 (460 373) – 7ta

qo'shimcha talab qilinadi:

1 Windows 2000G'XPG'Vista o'rnatilgan PK

Tajriba qurilmasi:

Eslatma: Yustirovka bir oz qorong'ulashtirilgan xonada bajarilishi kerak.

Butun tajriba qurilmasi 71-rasmda tasvirlangan. Fokus masofasi $f = +5$ mm bo'lgan sferik linza L_1 qutblangan lazer nurining kengayishini ta'minlaydi. Fokus masofasi $f = +50$ mm bo'lgan keyingi yig'uvchi linza L_2 shunday joylashtirilganki, uning markazi sferik linza markazidan bir oz pastda. Bu bilan lazer nuri bir oz kengayadi va optik o'q bo'yicha deyarli parallel tarqaladi. Prujinali qisqichli tutgichdagi H fokus masofasi $f = +500$ mm bo'lgan yig'uvchi linza L_3 ortidagi VideoComning ZBA si namunasida yorqin difraksion tasvirni ta'minlaydi. Lazer nurlanishining intensivligi lazer bilan linza L_1 orasidagi polyarizasion filtr P yordamida o'zgartirilishi mumkin.

Optik qurilma.

- Optik reyderdan foydalanib, geliy-neonli lazerni optik stolga 71-rasmda keltirilgandek o'rnatish.
- Shtativ va optik reyder yordamida optik stolning qaramaqarshi tomoni oxiriga VideoCom ni joylashtirish.
- Lazerni ulang va lazer bilan VideoCom ni shunday yustirovka qilingki, ular aniq optik o'qda yotsin. Boshqa optik komponentlarni joylashtirishda optik o'q saqlanishini tekshirib boring.
- Fokus masofasi $f = +5$ mm bo'lgan sferik linzani L_1 lazer old tomonidan taxminan 20 sm masofada o'rnatish. (lazer nuri VideoCom tuynugiga tushishi kerak).
- Fokus masofasi $f = +50$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L_2 sferik linza L_1 orqasiga taxminan 6 sm masofada joylashtirish va uni lazer nurining tasviri VideoCom ning

ZBA kanalida keskin bo'lmaguncha optik stol bo'ylab, sferik linza L_1 tomonga qarab, siljiting.

- Yig'uvchi linza L_2 ni sferik linza L_1 dan to ekrandagi lazer nurining diametri taxminan 6 mm gacha kengaymaguncha siljiting (bunda lazer nuri doimiy aylana kesimga ega bo'lishi kerak)

- Linza bilan ekran oralig'ida nurning diametri doimiy qolishini aniqlash uchun, nur yo'liga oq varaq tuting va optik o'q bo'yicha nurning kesimini tekshiring.

- Fokus masofasi $f=+500$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L_3 nurning yo'liga VideoCom dan taxminan 50 sm da joylashtiring va uni lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'ladigan qilib o'rnatib.

- Uchta qo'sh tirqishli diafragma bor prujinali siqib turuvchi tutgichni L_2 bilan L_3 oralig'iga nurning yo'liga joylashtiring.

- VideoCom faqat kanaldagi intensivlikni o'lchaydi. Shuning uchun, difraksion tasvir aniq ZBA kanaliga tushayotganini tekshirish kerak. Zarur bo'lsa, VideoCom balandligini o'zgartiring.

- Polyarizasion filtrni P lazer bilan linza L_1 oralig'iga o'rnatib.

VideoCom vositasida intensivlikni o'lchash

- VideoCom ni kompyuterga ketma-ket interfeys orqali ulang va "VideoCom Intensities" dasturini ishga tushiring.

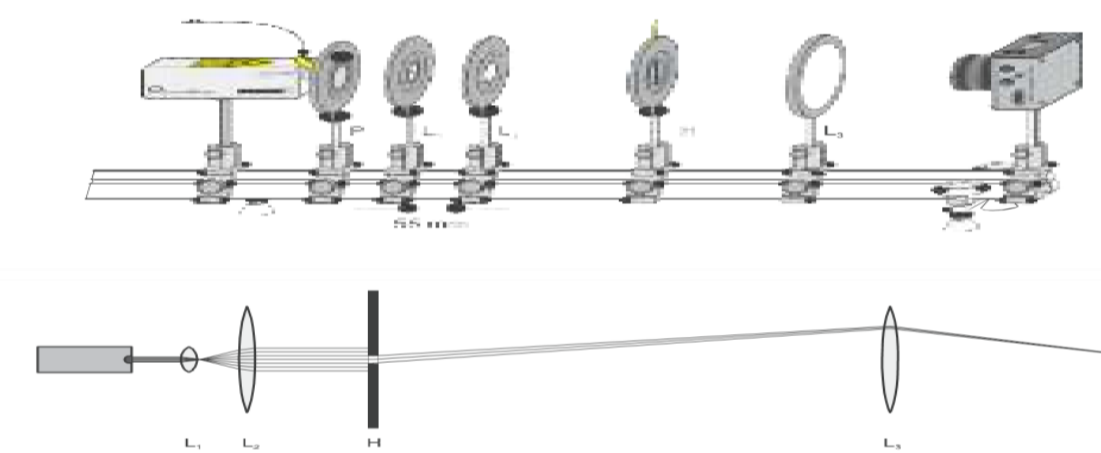
- Intensivlik taqsimotini qayd qilish uchun tugmachani (256 pikselga) yoki F8 klavishani bosing. (O'lchash davomida doimo o'lchangan qiymatlar yangilanadi, ya'ni ular jadvalga yozilib, grafikda namoyon qilinadi).

- Polyarizasion filtrni P shunday yustirovka qilingki, difraksion tasvirning maksimumi uchun intensivlik 100% dan bir oz past bo'lsin.

- Burchakni graudirovka qilish uchun "Diffraction Angle" jadvalga linza L_3 ning fokus masofasini $f = +500$ mm kiriting. Zarur bo'ladigan burchakni nolga siljitish "Zero Point Corresponds to Maximum" belgisiga chertilganda, ko'rinuvchan difraksion tasvirning maksimumiga mos keladigan bo'lib avtomatik tarzda amalga oshadi. Pirovardida, difraksion burchak o'lchash uchun kalibrovka qilingandagina nazariya bilan taqqoslash imkoni bo'ladi.

- F5 klavishani bosish orqali “Calibration/Comparison with Theory” menyusini chaqiring.

Izoh: lazer nuri ZBAning yorug'likni sezuvchi qatlamiga kelib tushguncha bir necha linzadan va ZBA kanalini himoya qiluvchi shishadan o'tadi va bu esa har bir shisha obyektlarda nurning interferensiyalanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, interferension strukturalar hattoki difraksiyalanmagan lazer nurlanishida ham bo'lishi mumkin.



71-rasm. Tirqishdan keyingi difraksiyani kuzatish tajriba qurilmasi (yuqorida) va nurning sxematik yo'li (pastda), L_1 : linza $f = +5 \text{ mm}$, L_2 : linza $f = +50 \text{ mm}$, L_3 : linza $f = +500 \text{ mm}$, P : polyarizatsion filtr, H : prujinali qisqichli tutgich, S : kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

Tajribani o'tkazish tartibi:

a) 3 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,25 \text{ mm}$):

- F4 bilan eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- $b=0,10$ kenglikdagi qo'sh tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling. Buning uchun oldin F8 klavishaga bosiladi va polyarizasion filtrning P optimal sozlanmasi tanlanadi.
- Difraksion tasvirlarni qayd qilish uchun, F9 klavishani bosing.
- F9 bilan o'lchashlarni to'xtating.

- F2 klavishani bosib natijalarni saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- F4 bilan eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- O'lchashlarni $b = 0,15$ ò va $b = 0,20$ ò bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

b) 4 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,20$ - mm):

- Eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- $g = 0,25$ mm tirqishlar oralig'i uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling.
- Natijani saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- O'lchashlarni $g = 0,50$ mm, $g = 0,75$ mm va $g = 1,00$ mm bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

c) 5 xil ko'p sonli tirqishli diafragmada difraksiya ($b = 0.20$ mm va $g = 0.25$ mm):

- Eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- $N = 2$ tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling.
- Natijani saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- O'lchashlarni $N = 3, 4, 5$ va 40 uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.

Sinash uchun savollar:

1. Difraksiya deb qanday jarayonga aytladi?
2. Intensivlikga tarif bering.
3. Difraksiya hodisasini hosil qilish usullari.
4. Tajriba qurilmasini ishlash mexanizimini tushuntiring.

3-laboratoriya ishi

OQ YORUG‘LIKNING DISPERSIYASI VA REKOMBINASIYASI BO‘YICHA NYUTON TAJRIBALARINI O‘RGANISH.

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 20, 22, 23, 24, 53, 54, 55.)

Tajriba maqsadi: Oq yorug‘likni shisha prizmada spektral tashkil etuvchilarga ajratish. Dispersiyalangan yorug‘lik ikkinchi prizmada qayta parchalanmasligini ko‘rsatish. Agar birinchi prizma ortidagi tirqishdan faqat bitta spektral komponent o‘tsa, unda ikkinchi prizmada bu yorug‘lik og‘adi, ammo, parchalanmaydi. Sindirish sirtlari bir-biriga perpendikulyar bo‘lgan ikkita qovushtirilgan prizmalardan iborat yig‘ma mazkur qoidani qo‘shimcha tarzda tasdiqlaydi. Birinchi prizma ortidagi oq yorug‘likning ajralgan spektrini birinchi prizмага parallel joylashgan ikkinchi prizmadan o‘tishda spektral ranglarning rekombinasiyasidan oq yorug‘likning yuzaga kelishini namoyish qilish.

Qisqacha nazariya: 1666 yilda Isaak Nyuton 23 yoshida prizmalar bilan qilgan tajribalari, optikaning salmoqli tarraqiyotiga olib keldi, chunki u aksariyat yaxshi o‘ylangan tajribalari yordamida shisha prizmada yorug‘lik singanda yuzaga keladigan yorug‘likning dispersiyasini tajriba yo‘li bilan tushuntirib berdi. Nyuton o‘z tajribalarida quyoshni yorug‘lik manbasi sifatida olganini va proyeksion obyektiv bilan umuman ishlamaganini e‘tiborga olish kerak. DC 535.853.2 da bayon qilingan tajribalarda yorug‘lik manbasi sifatida cho‘g‘lanma lampadan foydalanilgan. Cho‘g‘lanma lampaning ekranga proyeksiyalangan dispersiyalangan “oq” yorug‘ligining spektri kamalakda yuzaga keladigan ma‘lum ranglar ketma-ketligidan iborat. Bundan tashqari, turli rangli yorug‘lik filtrlaridan foydalanilganda, alohida ranglarning og‘ishini namoyon qilish mumkin. Hatto filtrlardan foydalanganigizda ham, har bir rang spektrdagi o‘rniga mos tarzda og‘adi: spektrning turli sohalari uchun prizmaning sindirish ko‘rsatgichi farq qiladi. Nyuton spektrdagi alohida sohalar mustaqil tarzda yana ranglarga ajralmasligini ko‘rsatdi. Uning qurilmasida tirqish spektr ko‘rinadigan ekranga yo‘nalgan. Tirqishdan o‘tgan yorug‘lik monoxromatik va u boshqa ekranga

tushishdan oldin minimal og‘ishli ikkinchi prizmadan o‘tadi. Ushbu ekranda garchi tasvir bir oz kengaysa ham, faqat tirqishdan o‘tgan rang kuzatiladi. Ammo, boshqa ranglar ko‘rinmaydi. Nyuton xuddi shunday natijani kesishgan prizmalar bilan olgan. Mazkur tajriba uchun ikkinchi prizma gorizontol joylashtirilgan sindiruvchi qirradi bilan birinchisining ortiga o‘rnatilgan. Bunda yorug‘lik dastasi ikkala prizma bilan shunday og‘adiki, og‘gan spektr ekranga tushadi. Yorug‘likning rangli spektral sohalari ikkinchi prizmada ham xuddi birinchi prizmadagidek og‘adi. Rangli spektral sohalarning rekombinasiyasi oq rangning shakllanishiga olib kelishi nazorat tajribalarining asosini ifodalaydi. Spektral ranglar prizma vositasida oq rangdan hosil qilinganidek, spektrning hamma sohasini ustma-ust tushushidan oq yorug‘lik olinishi mumkin. Bu maqsadda linza dispersiyalangan yorug‘lik yo‘liga joylashtiriladi, linza prizma sirtidan nurlarni ekranga yig‘adi. Ekrandagi tasvir oq va shu linza tenglamasi uchun mos kattalashgan bo‘ladi. Spektr linza ortidagi fokal tekislikda yaxshi fokuslanadi. Prizma sirtidan akslanish, bunga qaramasdan, rangsiz va faqat shu spektrning 11 ta rangi ekranda tasvirga rekombinasiyalanganda oq bo‘ladi. Agar mazkur spektrning bir yoki boshqa qismi juda kichik linza yoki ekran bilan to‘siq qo‘yilsa, unda tasvir to‘liq oq rang bo‘lmaydi, ammo, tusga kirgan bo‘ladi (qo‘shimcha ranglar haqida DC 535.621.1; a ga qarang).

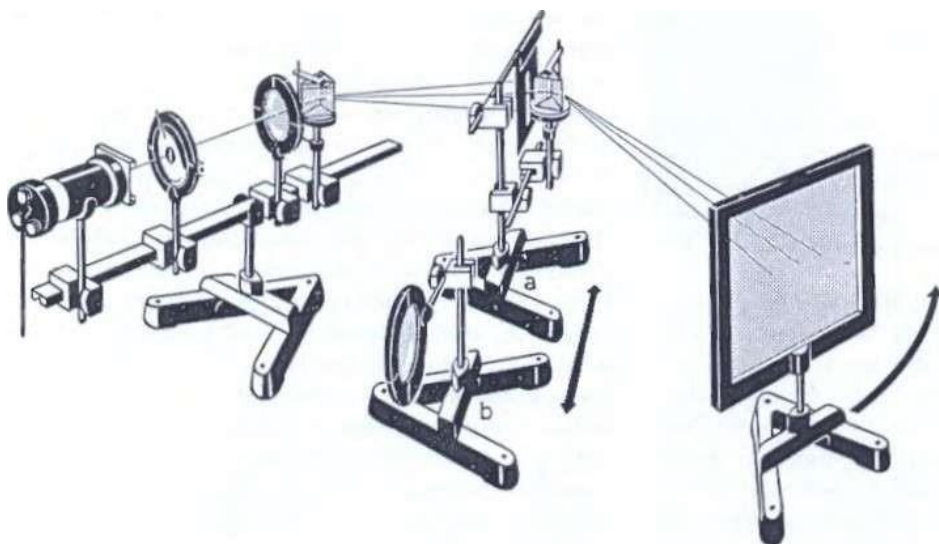
Har qanday modda o‘zining yutish polosalariga ega bo‘ladi va sinish ko‘rsatkichining umumiy o‘zgarib borishi bu polosalar spektrining qayerida joylashganligiga bog‘liq bo‘ladi.

Har qanday moddaga tegishli to‘la dispersin manzara yutilish chiziqlari yoki polosalari ichidagi sohalarga mos anomal dispersiya sohalaridan va yutilish polosalari orasida joylashgan normal dispersiya sohalaridan iborat.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Shisha prizma (465 32) – 2ta
2. Elektr lampa 6 V/30 Vt, E14, 2 nabor (450 511) – 1ta
3. Lampa korpusi kabel bilan (450 60) – 1ta

4. Asferik kondensor diafragma tutqich bilan (460 20) – 1ta
5. Transformator 6/12 V (521 210) – 1ta
6. Prisma stoli, sterjenda (460 25) – 2ta
7. Prujinali qisqichli tutqich (460 22) – 1ta
8. Kichik optik kursi (460 43) – 1ta
9. Leybold multi qisqichlari (301 01) – 5ta
10. Aylanadigan xomut (301 03) – 2ta
11. Sterjen, to‘g‘ri burchakli (300 51) – 1ta
12. V-shaklsimon shtativ, katta (300 01) – 1ta



72-rasm.



73-rasm.

Ishni bajarish tog‘risidagi nazariy ma’lumotlar:

1. Kichik optik kursini yig‘ish va undan foydalanish 460 00 instruksiyada bayon qilingan.
2. Prizma qurilmasini yig‘ish uchun DC 535.853.2; a. ga qarang.
3. 72-rasmada keltirilgan qo‘sh dispersiya uchun, kengligi taxminan 10 mm va balandligi 60 mm tirqishli karton ekran qo‘llaniladi. Uning ortida prizma joylashtiriladi. Spektrning uzatilgan sohasi birinchi ekrandan qisqa masofada joylashgan ikkinchi ekranda namoyon bo‘ladi.

4. Spektral ranglarning qayta rekombinasiyasi uchun biz diametri 120 mm va fokus masofasi 500 mm bo'lgan linzadan foydalanishni maslahat beramiz (72-rasm b), chunki bu linzada, prizmaning sirti ekranda unchalik kattalashmasada, spektr juda yaxshi namoyon bo'ladi.

5. Kesishgan prizmalar 73-rasmda keltirilganidek o'rnatiladi. Ikkinchi prizma (yakka kristalli) gorizonta qirrasi bilan bevosita birinchi prizmaning ortida minimal og'ish bilan joylashtiriladi.

Sinash uchun savollar:

1. Oq yorug'lik deb qanday turdagi yorig'likga aytiladi?
2. Dispersiyasi hodisasiga tarif bering.
3. Dispersiyasi hodisasi qanday turlaga ajraladi?
4. Oq yorug'likni prizmadan o'tkandan keyin spektorlarga ajralishini fizik mohiyatini tushuntiring?

4-laboratoriya ishi

HE-NE-LAZER BILAN LLOYDNING AKSLANTIRISH TAJRIBASI

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 19, 21, 22, 24, 54, 55, 60.)

Tajriba maqsadi: To'g'ri va qaytgan ikki nurlar interferensiyasini kuzatish. Lazerning to'lqin uzunligini aniqlash

Qisqacha nazariya: Lazer (ing. laser; Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation-majburiy nurlanish yordamida yorug'likning kuchayishi ma'nosini anglatadigan so'z birikmalarining bosh harflaridan olingan), optik kvant generator - ultrabinafsha, infraqizil va ko'zga ko'rinadigan soha diapozondagi nurlanishlarni hosil qiluvchi qurilma; kvant elektronikadagi asosiy qurilmalardan biri. Birinchi lazer 1960-yilda yoqutda amerikalik olim T. Meyman tomonidan yaratilgan.

Lazerni ishlashi atom va molekulalarning majburiy nurlanishiga asoslangan. Lazer har xil energiya (elektr, yorug'lik, kimyoviy, issiklik va h.k.) ni optik diapozondagi kogerent elektromagnit nur energiyasiga aylantirib beradi. Lazer boshqa yorug'lik manbalardan kogerentligi, monoxromatikligi, juda kichik burchak ostida yo'nalganligi bilan, nur kuvvatining katta spektral zichlikka, juda yuqori tebranish chastotasiga egaligi bilan farqlanadi. Aktiv muhitga ko'ra, lazer quyidagi guruhlarga bo'linadi: 1) qattiq jism va suyuqlikdan tayyorlangan lazer; 2) gazli lazer; 3) yarimo'tkazgichli lazer. Bularidan tashqari, eksimer, kimyoviy va h.k. lazer xillari ham bor. Lazerda teskari bog'lanish optik rezonator (ikki ko'zgu) yordamida amalga oshiriladi. Ko'zgular orasiga aktiv modda joylashtiriladi. Nur to'lqini ko'zgulardan qaytib, yana aktiv moddadan o'tadi, unda majburiy o'tishlarni yuzaga keltiradi. Ko'zgulardan biri qisman shaffof bo'lib, u cheksiz ko'p o'tishlardan keyin kuchaygan nurni tashqariga chiqib ketishiga xizmat qiladi. Lazer ning ishlash tamoyilida atom tuzilishi muhimdir. Moddalarni tashkil qilgan atomlarni energetik holatlari (orbitasi) har xil. Pastki orbitada zarrasi bo'lgan atom turg'un, yuqori orbitada zarrasi bo'lgan atom beqaror bo'ladi. Yuqori orbitada zarra uzoq turmaydi. Ma'lum vaqt o'tgach, zarra pastki orbitaga tushib, atom

o'zidannur chiqaradi. Yuqori energetik holatlar (orbita) dagi o'z-o'zidan pastga, ya'ni, energetik turg'unroq holatga tushmasa, uni turtib tushirib yuborishi mumkin. Buni fanda majburiy nurlatish deyiladi. Tog' ustidan pastga yumalatilgan bitta tosh bir necha toshni yumalatib tushirganidek, moddaning bitta zarrasi turtib yuborilsa, barcha orbitalardagi zarralar qo'zg'aladi. Atom chiqargan nur bilan yutilgan nur ko'shilib, ikkitasi to'rtta, to'rttasi sakkizta va h.k. lazer nuriga aylanadi. Bu nurlarni kvant generator (elektr signal kuchaytirgichiga o'xshab) kuchaytirib, g'oyat to'g'ri yo'nalgan nur (energiya)ga aylantirib beradi. Energiya manbai (o'zgarmas tok, yuqori yoki o'ta yuqori chastotali tok, optik yoki lazer nuri, elektron nur dastasi) hisobiga aktiv moddadagi elektronlar yuqori (uyg'otilgan) sathlarga o'tib, inversiya holati (elektronlar soni yuqori sath N_2 da quyi sath N_1 dagiga nisbatan ko'p bo'ladi) vujudga keladi. Ularga biror energiya manbai bilan ta'sir ettirilsa (yorug'lik nuri), aktiv modda ishga tushadi. Bunda elektronlarga berilgan energiya bir necha ming marta ko'payadi va shu onda lazer nuri shaklini oladi.

Yorug'likning tabiati ko'p yillar mobaynida munozaralarga sabab bo'lgan. 1690 yilda Xristian Gyuygens yorug'likni to'lqin xossasiga ega deb talqin qilgan; 1704 yilda Isaak Nyuton yorug'lik nurini zarrachalar oqimi deb izohlagan. Bu qaramaqarshilikni kvant mexanikasi hal qilib, zarracha to'lqin dualizmi g'oyasi yuzaga kelgan.

XIIX a XIX asrlarda interferensiyalar tajribalar yorug'lik tabiatiga nisbatan ancha oydinlik kiritgan. Bu tajribalarni xarakterlovchi asosiy prinsiplarga ko'ra, qaytish, sinish, blokirovka va nurning sochilishi kabi to'lqin optik metodlar orqali manbadan chiqayotgan yorug'likni ikkita osongina ta'sirlashadigan nurga keltirish mumkin. Shuning uchun ikkita nurning bir-biri bilan ta'sirlanishini nurning interferensiyasi deb atashadi.

74-rasmga ko'ra, yorug'lik manbai A ning mavhum tasviri A' ko'zguda lazer nurining akslanib qaytishi oqali yuzaga keladi. To'g'ri va qaytgan nurlar proyeksion ekranda interferensiyalanadi. To'lqin intensivligining maksimumlari

doimo A dan A' gacha masofada nurlar yo'li orasidagi farq Δs , to'liqin uzunligiga λ karrali bo'lgan joyda joylashadi.

Katta L masofalarda ikki qo'shni maksimumlar (yoki minimumlar) orasidagi masofa d uchun quyidagi munosabat o'rinli:

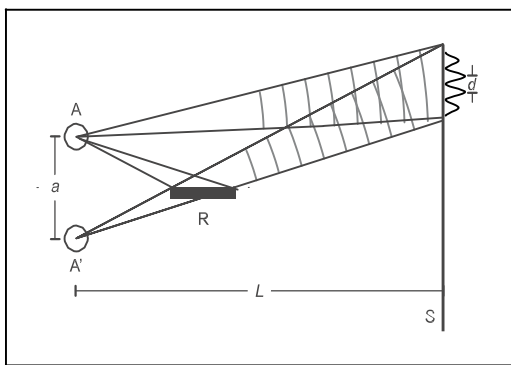
$$\lambda = \frac{a d}{L} \quad (4.2)$$

a: A bilan A' yorug'likmanbalari orasidagimasofa

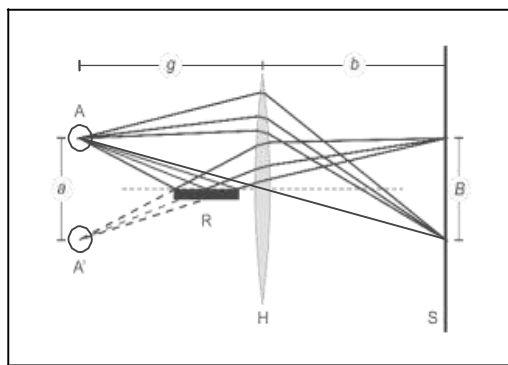
d: ikkita maximum orasidagi masofa

L: ekran bilan A yoki A' yorug'likmanbai orasidagi masofa

λ : to'liqin uzunligi, A yorug'lik manbai bilan A' mavhum yorug'lik manbai orasidagi a masofa oddiy optik qurilmada aniqlanadi.



74-rasm



75-rasm

74-rasm. LLoydning akslanish tajribasida nurning sxematik bosib o'tadigan yo'li.

A: yorug'lik manbai (He-Ne laser). A': mavhum yorug'lik manbai. a: A bilan A' orasidagi masofa. L: yorug'lik manbai A yoki A' bilan ekran orasidagi masofa

75-rasm. A va A' yorug'lik manbalarining H linza orqali yarim shaffof ekranda akslanishi. A: yorug'lik manbai (geliyevo-neono'y lazer). A': mavhum yorug'lik manbai. H: aks ettirish linzasi. a: A bilan A' orasidagi masofa. B: ekranda A bilan A' yorug'likmanbalari orasidagimasofa. g: obyekt masofasi q linzadan A va A' gacha masofa. b: tasvir masofasi q ekrandan H linzagacha masofa. R: ko'zgu.

Buning uchun ikkita A bilan A' yorug'lik manbalari linza orqali S ekranda ravshan tasvirlangan. 75-rasmdan akslanish tenglamasini chiqarish mumkin:

$$\frac{a}{g} = \frac{B}{b} \quad \text{yoki} \quad a = (B \cdot g)/b \quad (4.3)$$

a: A bilan A' yorug'lik manbalari orasidagi masofa

B: ekrandagi A bilan A' yorug'lik manbalari orasidagi masofa

g: obyekt masofasi q linzadan A va A' gacha masofa

b: tasvir masofasi q ekrandan H linzagacha masofa

L masofa uchun quyidagi munosabat qo'llaniladi:

$$L = g + b \quad (4.4)$$

Agar akslantiruvchi linzaningfokus masofasi f ma'lum bo'lsa, obyekt masofasi g akslantirish tenglamasi yordamida olinishi mumkin:

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} \quad \text{yoki} \quad g = \frac{f \cdot b}{b - f} \quad (4.5)$$

(4.3), (4.4) va (4.5) tenglamalardan λ to'lqin uzunligi uchun quyidagi nisbat kelib chiqadi:

$$A = \frac{d}{L} \frac{f \cdot B}{b - f} = d \frac{f \cdot B}{b^2} \quad (4.6)$$

Kerakli asbob va jihozlar:

1. He-Ne laser, chiziqli qutblangan (471 830) – 1ta
2. Frenel ko'zgusi, sozlanadigan (471 05) – 1ta
3. Komplekt 50 ta mikroskope slaydlari 76 mm × 26 mm (662 093) – 1ta
4. Prismatic stol (460 25) – 1ta
5. Hoshiyali linza, f = +5 mm (460 01) – 1ta
6. Hoshiyali linza, f = +200 mm (460 04) – 1ta
7. Pretsision optik kursi, 1 m (460 32) – 1ta
8. Yuritkich, H = 60 mm/B = 36 mm (460 353) – 3ta
9. Yuritkich, H = 60 mm/B = 50 mm (460 351) – 1ta
10. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta

11. Karetka asosi (300 11) – 1ta
12. Noniusli shtangensirkul (311 52) – 1ta
13. Po‘lat tasmali o‘lchagich (311 77) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

Tajriba qurilmasi 76-rasmda tasvirlangan. Fokus masofasi $f = 5$ mm bo‘lgan sferik linza K lazer nurini kengaytirib, nur S ko‘zguga sirpanib tushadi. Linza H nurning yo‘liga faqat A bilan A’ yorug‘lik manbalari orasidagi masofani aniqlash uchun joylashtiriladi.

- Nayechnikdan foydalanib, geliy-neonli lazerni optik kursiga 76-rasmda keltirilganidek o‘rnatib. Ekranni lazerdan taxminan 1,80 m masofada joylashtiring.
- Lazerni ekranga yo‘naltiring, lazerni elektr tarmog‘iga ulang va lazerni qo‘shing.
- Fokus masofasi $f = +5$ mm bo‘lgan sferik linzani K nayechnikka lazer oldidan taxminan 2 sm masofada o‘rnatib. Linzada kengaygan lazernuri ekranda taxminan 15 sm diametrga ega bo‘lishi kerak.
- Frenel ko‘zgusini sferik linza oldida taxminan 15 mm masofada joylashtiring. Ko‘zguni iloji boricha optik o‘qqa aniqroq parallel qilib to‘g‘irlang (qo‘shimcha ma’lumotlar uchun Frenel ko‘zgusi bo‘yicha instruksiya murojat qiling).
- Qo‘zguning ikkinchi qismini o‘yiq (b) bor vint bilan orqaga og‘diring (lazer nuri ko‘zguga tushmasligi kerak). Endi lazer nuri diametrining bir qismi ekranga tushmaydi. Fokus masofasi $f = +200$ mm bo‘lgan linzani 76-rasmda keltirilganidek ko‘zgu yaqinida joylashtiring va uni ko‘zgu tarafga suring.
- Ikki yorqin A va A’ dog‘larning intensivligi deyarli teng bo‘lmaguncha lazerni bir oz buring. Nurning yo‘lidan linzani oling va tutib turgichda o‘yiq (a) qilingan vint bilan ko‘zguni optik o‘qqa nisbatan perpendikulyar siljiting (bu ekranda interferensiyalar manzara paydo bo‘lishiga olib keladi).

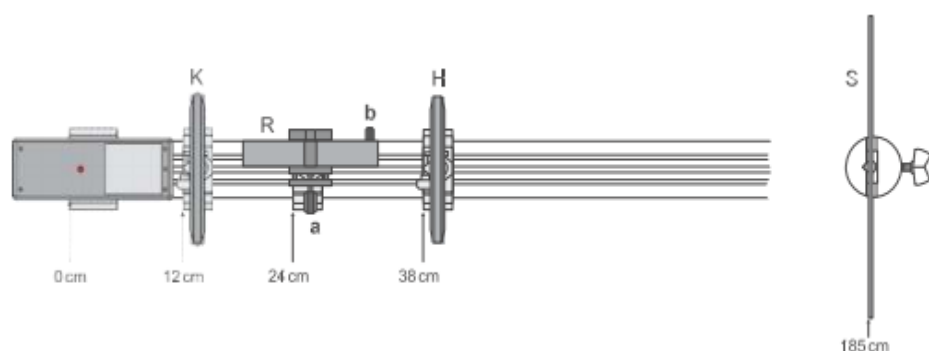
Tajribaning o‘tkazish tartibi:

Interferensiyalar hodisani kuzatishdan oldin quyidagi tavsiya etiladi:

- (a) o‘yiq bor vint bilan ko‘zguni oldinga orqaga harakatlantiring.

Izoh: Bu interferension naqshning ekranda siljishiga olib keladi; uni ko'zguni ushlab turgich chetida difraksiya sababli kelib chiqishi mumkin bo'lgan difraksion tasvir bilan adashtirmaslik kerak.

- Intensivlikning maksimumlari orasidagi masofani o'lchash uchun, ekranga qog'oz parchasini joylashtiring va yorug'likning maksimal intensivligi joylashuvini yumshoq qalamdan foydalanib belgilang (yoki aksincha, yorug'likning minimum intensivligini).
- Linzani H ($f=+200$ mm) ekran bilan ko'zgu orasiga 76-rasmda keltirilganidek joylashtiring va A bilan A' yorug'lik manbalarining ravshan obrazini yarating.
- A bilan A' tasvirlar orasidagi B masofani aniqlang. Tasvir masofasi b ni aniqlang.
- Vernyer kronsirkulidan foydalanib, qog'oz parchasida belgilangan intensivlikning maksimumlari orasidagi masofalarni o'lchang va ularning o'rtacha qiymatini hisoblang.



76-rasm. Lloyd metodi bo'yicha (optik nayechniklar o'rni chap tarafdin sm da keltirilgan) inrerferension hodisalarni kuzatish uchun tajriba qurilmasi. K: lazer nurini kengaytirish uchun linza. R: ko'zgu (Frenel ko'zgusi). H: A va A' yorug'lik manbalarini akslantirish uchun linza S: ekran

Sinash uchun savollar:

1. Xristian Gyuygensni va Isaak Nyutonni yorug'likni xossasi haqida yuritgan fikirlari.
2. Interferensiyasi so'zini fizik ma'nosini tushuntiring.
3. Lazerlar haqida ma'lumot bering.
4. Inrerferension hodisalarni kuzatish uchun tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

5-laboratoriya ishi
FRENEL KO‘ZGUSIDA HE-NE LAZER YORDAMIDA
INTERFERENSIYANI OLISH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 20, 21, 22, 24, 53, 55, 60.)

Tajriba maqsadi: Mavhum yorug‘lik manbalarining proyeksiyalangan tasvirini olish. Proyeksiyalangan tasvirlar orasidagi A masofani o‘lchash. Interferension chiziqlar orasidagi d masofadan, mavhum yorug‘lik manbalarining proyeksiyalangan tasvirlari orasidagi A masofadan va qurilmaning geometrik o‘lchamlaridan foydalanib, He-Ne lazerning nurlanish to‘lqin uzunligini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Frenel ko‘zgusi bir-biriga nisbatan bir oz burilgan ikkita yassi ko‘zgudan tashkil topgan. Yorug‘likning nuqtaviy manbasi S Frenel ko‘zgusida akslanganidan keyin, bir-biriga yaqin joylashgan ikkita mavhum S'_1 va S'_2 yorug‘lik manbasi yuzaga kelib, ular kogerent bo‘lganligi tufayli bir-biri bilan interferensiyalanadi. Bu esa ikkita alohida yorug‘lik manbalari sezilarli interferensiya hodisalarini yuzaga keltirmasligi muammosini hal qiladi. Ikkita mavhum kogerent yorug‘lik manbasini bitta yorug‘lik manbasining akslanishi yuzaga keltiradi. Frenel ko‘zgusida akslangan yorug‘likda parallel interferension chiziqlar sistemasi yuzaga keladi.

Mazkur tajribada yorug‘lik manbasi S , lazer nurini kengaytirish uchun qo‘llanilgan linzaning fokusida joylashadi. Tajribada qo‘llanilayotgan geliy-neonli lazerning λ to‘lqin uzunligini aniqlash uchun, biz oldin intensivlikning ikki maksimumi orasidagi d masofani topishimiz kerak.

Keyin esa ikkinchi linza yordamida kuzatish ekranida yorug‘lik manbasining ikkita mavhum S'_1 va S'_2 tasviri olinadi va proyeksiyalangan tasvirlar orasidagi A masofa o‘lchanadi. Qurilmaning geometrik o‘lchamlari ma‘lum bo‘lganligi sababli, biz ulardan mavhum yorug‘lik manbalari orasidagi masofani aniqlashda foydalanishimiz mumkin.

Yorug'lik manbasi bilan kuzatish ekrani orasidagi L masofa katta bo'lganda, biz yorug'likning λ to'lqin uzunligini a va d parametrlardan foydalanib, quyidagicha aniqlashimiz mumkin:

Ikki kogerent S'_1 va S'_2 to'lqin manbalaridan interferensiya, ular ϑ yo'nalishda (77-rasm, yuqoridagisiga qarang) tarqalganida kuzatiladi. ϑ intensivlikning n chi maksimumi yo'nalishi hisoblanadi, unda yo'llar farqi:

$$\Delta s = a \sin \vartheta \quad (4.7)$$

Ikki to'lqin uchun quyidagi o'rinli:

$$\Delta s = n \lambda \quad (4.8)$$

Nolinchi va n - maksimum orasidagi D_n masofa uchun quyidagi geometrik munosabat qo'llaniladi:

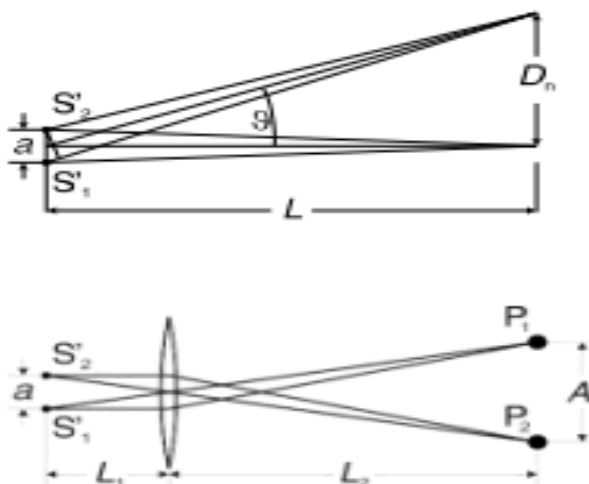
$$\operatorname{tg} \vartheta = D_n / L \quad (4.9)$$

Katta L masofalar uchun, $\sin \vartheta \approx \vartheta$, va biz quyidagini olamiz:

$$\lambda = a \frac{D_n}{n L} = a \frac{d}{L} \quad (4.9)$$

Mavhum yorug'lik manbalari orasidagi a masofa proyeksiyalangan tasvirlar orasidagi A masofa orqali aniqlanadi. Tajriba geometriyasidan biz quyidagi munosabatni olamiz:

$$a = A \cdot \frac{L_1}{L_2} \quad (4.10)$$



77-rasm. Yuqoridagi: ikki nurli interferensiya uchun fokus masofasi $F=200$ mm bo'lgan nurning linzasiz yo'li Pstdagi: fokus masofasi $F = 200$ mm bo'lgan linza yordamida mavhum yorug'lik manbasini proyeksion ekranda proyeksiyalashdagi nur yo'li.

Kerakli asbob va jihozlar:

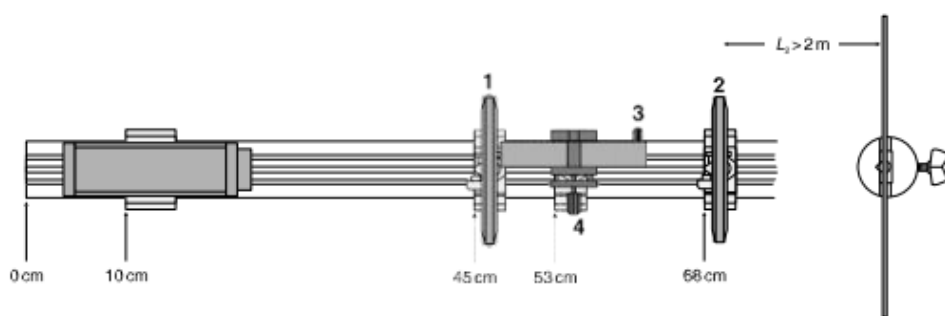
1. He-Ne lazer chiziqli qutblangan (471 840) – 1ta yoki
2. He-Ne lazer, 0.2/1 mVt (471 83) – 1ta
3. Sozlanadigan Frenel ko'zgusi, (47105) – 1ta
4. Linza, $f = 5$ mm (460 01) – 1ta
5. Linza, $f = 200$ mm (460 04) – 1ta
6. Standart kesimli optik kursi, 1 m (460 32) – 1ta
7. Optik nasadkalar, balandligi: 60mm / kengligi: 36mm (460 353) – 3ta
8. Optik nasadka, balandligi: 60mm / kengligi: 50mm (460 351) – 1ta
9. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
10. Nasadka uchu nasos (300 11) – 1ta
11. Vernyer kronsirkuli, plastmassa (311 52) – 1ta
12. Po'lat uzunlik o'lchagich (311 77) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

Izoh: Frenel ko'zgusining tashqi tarafida lazer nurining difraksiyasi, ekranda nomaqbul difraksion tasvirlarni yuzaga keltirishi va ular kutilgan interferensiyon tasvir bilan osongina adashtirilishi ham mumkin. Ularni farqlash usullaridan biri shundan iboratki, ularning o'rni ko'zgu seksiyalarining bir-biriga nisbatan burchagiga bog'liq emas. Har bir o'lchashdan oldin, ko'zgu seksiyalarining bir-biriga nisbatan burchagini, taram-taram qilingan vintdan foydalanib, o'zgartiring va interferensiyon chiziqlar orasidagi masofaning o'zgarishini tekshiring.

78-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan. Optik nasadkalarning o'rni chap tomondan cm da berilgan.

- Optik nasadkalarni optik kursiga berilgan o‘rinlarga mos qilib mahkamlang va asosga joylashtirilgan yarim shaffof ekranni optik o‘qdan kamida 2 m keyin o‘rnatib.
- Lazer va 5-millimetrli linzani optik nasadkalarga shunday o‘rnatibki, lazer nurining markazi optik kursiga parallel ketsin. Nur yo‘lini qog‘oz parchasi bilan tekshirishingiz lozim bo‘lishi mumkin.
- 200-millimetrli linzani yarim shaffof ekran yoritilguncha sozlang.
 - Frenel ko‘zgusini montaj qilayotganingizda, kengaygan lazer nuri ajratadigan tarafga tushayotganiga amin bo‘ling.
 - Ko‘zguni shunday sal zgingki, lazer nuri oddiygina ko‘zguga tegsin va akslangan nur amalda optik kursiga parallel harakatlansin. Optik o‘qqa nisbatan vertikal korrektirovka uchun taram-taram qilingan vintdan foydalaning va akslangan yorug‘lik linzaning markaziga tushayotganiga amin bo‘ling.
 - Linzani ikkala mavhum yorug‘lik manbalari yarim shaffof ekranda ravshan tasvir bermaguncha (zarur bo‘lsa, optik nasadkani optik kursida siljiting) korrektirovka qiling.
 - Frenel ko‘zgusiga tushmagan lazer nurlanishi ekranda ikki proyeksiyalangan tasvirlardan chap tarafda uchinchi yorug‘lik dog‘ini hosil qiladi. U har qanday holda ham tajribaga ta’sir qilmaydi.



78-rasm. Optik kursidagi tajriba qurilmasi, chap tarafdan optik nasadkalarning maxsus o‘rinlari bilan birgalikda.

Tajribaning o‘tkazish tartibi:

a) Ikki mavhum yorug'lik manbasining interferensiyasi:

- Linzani optik nasadkadan oling.
- Yuqori kontrastli interferension tasvirni korrektsiyalash uchun vintdan foydalaning. Buning uchun ekran qarshisida oq qog'oz parchasini ushlab turish talab qilinishi mumkin. Agar Frenel ko'zgusining tashqi old frontidagi difraksiya qo'shimcha chalg'ituvchi interferension naqsh yuzaga keltirsa:
- Vintdan foydalanib, tashqi tarafdin kengaygan lazer nurining xalaqiti tugaguncha Frenel ko'zgusining o'rnini o'zgartiring
- Vernyer kronsirkulidan foydalanib, chiziqlar orasidagi d masofani o'lchang va bu qiymatni yozib oling.

b) Mavhum yorug'lik manbalarini proyeksiyalash:

- Linzani o'rnating va zururiyat bo'lsa uni mavhum yorug'lik manbalarining keskin mujasamlashgan tasviri olinguncha sozlang. Vernyer kronsirkuli bilan chiziqlar orasidagi d masofani o'lchang va bu qiymatni yozib oling.
- Optik kursidagi shkala bo'yicha linza bilan linza orasidagi L_0 masofani aniqlang va bu qiymatni yozib oling.
- Po'lat ruletkadan foydalanib, proyeksiyalangan tasvir bilan linza orasidagi L_2 masofani o'lchang va uni yozib oling.
- Hohish bo'lsa, linzani olib tashlang, qaytadan yangi interferension naqsh yarating va o'lchashlarni takrorlang.

Sinash uchun savollar:

1. Interferensiya hosil qilishni qandek usullari mavjud.
2. Kogerent va moxramatik to'lqinlarni fizik ma'nosini tushuntiring.
3. Mavhum yorug'lik manbalari haqida ma'lumot bering.
4. Labaratoriya qurulmasini islah prinsipini tushuntiring.

6-laboratoriya ishi

O'TGAN VA QAYTGAN OQ YORUG'LIKDA NYUTON XALQALARI

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 20, 21, 23, 24, 53, 57, 60.)

Tajriba maqsadi: O'tgan yorug'likdagi yorqin xalqalarni qaytgan nurdagi qoramtir xalqalar bilan qiyoslash. Interferensiyasi tasvirlarning o'zaro bog'liqligini yuqoriroq optik zichlikli muhitdan qaytishda yuz beradigan fazalarning keskin o'zgarishi orqali tushuntirish. Bu ikki interferensiyasi tasvirning kontrastini qiyoslash.

Qisqacha nazariya: Suvdagi yupqa neft qatlamlaridagi, juda yupqa sovun pardalaridagi va yupqa havo qatlamlaridagi rangli hodisalar yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi sababli yuzaga keladi. Bugungi kunda yupqa qatlamlardagi yorug'likning interferensiyasi hodisalaridan shisha sirtidan akslanishlarni kamaytirish maqsadida foydalaniladi.

Nyuton xalqalari bir-biriga juda yaqin bo'lgan ikkita sindiruvchi sirtlardan yorug'likning qaytishi va sinishi natijasida yuzaga keladi. Mazkur tajribada Nyuton xalqalari egrilik radiusi katta bo'lgan va juda sust qavariq tomoni yassi shisha plastina bilan tutashgan yassi qavariq linza orqali generatsiyalanadi. Agar bu birikma perpendikulyar tushayotgan parallel oq yorug'lik bilan yoritilsa, ikki sirt tutashgan nuqta atrofida rangli shakldagi konsentrik xalqalar hosil bo'ladi. Interferensiyasi xalqalar qaytgan yorug'likda ham, o'tgan yorug'likda ham kuzatiladi. Interferensiyasi xalqalar orasidagi masofa doimiy emas, chunki bitta tutashuvchi sirt egik.

80-rasmda d qalinlikli ponasimon havo qatlami orqali interferensiyasi xalqalarning ikki shisha sirtida yuzaga kelishi tasvirlangan: yorug'lik to'lqini W chap tarafdin linza L chegaraviy sirtiga tushadi va qisman qaytadi T_1 . Qaytmagan qismi esa ponasimon havo qatlamidan T_2 o'tib, shisha plastina sirtidan qaytadi.

79-rasm. Yassi shisha plastina bilan egrilik radiusi katta bo'lgan yassi-qavariq linzaning sxematik tasviri.

P: shisha plastina

L: yassi-qavariq linza

R: egrilik radiusi

r: shisha plastina bilan linzaning tutashgan nuqtasigacha masofa 80-rasm.

Ponasimon havo qatlamida interferensiyani tushuntirish sxemasi,

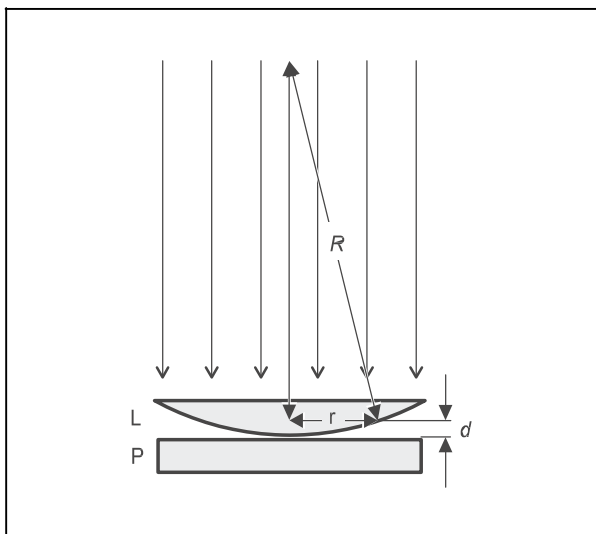
L: yassi-qavariq linza,

P: shisha plastina, L va P oraliqda yorug'lik nurining qaytishi va uzatilishi natijasida yuzaga keluvchi $T_1 \dots T_5$ to'lqin qismlari,

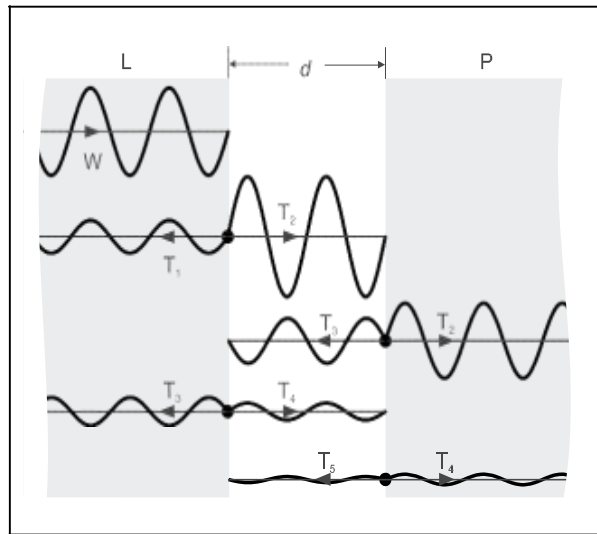
d: lnzaning shisha sirti bilan shisha plastina orasidagi masofa.

P oraliqdan qaytish yuqoriroq optik zichlikli muhitda yuz berganligi sababli, qisman qaytgan to'lqin T_3 T_1 to'lqindan farqli, fazaning sakrab o'zgarishiga duchor bo'ladi. (mos keluvchi qaytgan to'lqin arqonning mahkamlangan oxirida) Qaytmagan qism katta optik zichlikka ega bo'lgan shisha plastina orqali T_2 to'lqin sifatida o'tadi. T_3 to'lqin esa L linzaga qaytadi va linzada fazasi sakrab o'zgarishi bilan T_4 to'lqin sifatida yana qaytadi. Qaytmagan qismi esa yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan yana shisha plastina orqali, fazasi sakrab o'zgarmasdan o'tadi. Keyinchalik T_5 bilan belgilangan to'lqin qismlari ko'p marotaba qaytishlar orqali yuzaga keladi.

79-rasm



80-rasm



Qaytgan yorug'likda interferensiya qisman to'liqlar T_1 va T_3 da kuzatiladi. T_1 bilan T_3 orasidagi yo'llar farqi:

$$d_R = 2 \cdot d + \lambda / 2 \quad (4.11)$$

va qaytish hamda sinish orqali shaklangan interferensiyon tasvir, qora markaz atrofidagi konsentrik qoramtir xalqalardan tashkil topadi, Destruktiv interferensiya yuzaga kelish sharti, agar yo'llar farqi λ to'liq uzunligining yarmiga karrali bo'lsa bajariladi.

$$(2 \cdot k - 1) \cdot \lambda / 2 = 2 \cdot d + \lambda / 2 \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Yoki

$$d = (k - 1) \cdot \lambda / 2 \quad (4.12)$$

O'tgan yorug'likda T_2 bilan T_4 to'liqlarda interferensiya kuzatiladi. T_2 bilan T_4 orasidagi yo'llar farqi dT

$$dT = 2d = 2\lambda / 2 \quad (4.13)$$

Agar o'tgan yorug'likda Nyuton xalqalari kuzatilsa, interferensiyon manzara qaytgan nurning interferensiyasiga qo'shiladi. O'tgan yorug'likning doiralari to'plami ravshanroq. Shuning uchun qora xalqalarning o'rniga yorqin xalqalar o'lchanadi. Yuqoriroq optik zichlikka ega bo'lgan muhitda ikki marta qaytgan to'liq qismi T_4 , T_1 ning ikki faza sakrashini boshdan kechiradi va shunday qilib T_4 bilan T_2 ustma-ust tushganda, T_2 original to'liqlar seriyasi bilan fazasi mos keladi. Konstruktiv interferensiyaning yuzaga kelish sharti, dT yo'llar farqi λ to'liq uzunligiga karrali bo'lsa, bajariladi.

$$k \cdot \lambda = 2 \cdot d + 2 \cdot \lambda / 2 \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

yoki

$$d = (k - 1) \cdot \lambda / 2 \quad (4.14)$$

Bu shart qaytgan yorug'likda destruktiv interferensiya uchun shartga (4.12) aynan mos keladi. Shuning uchun kuzatilayotgan interferensiyon manzaralar qo'shimchadir.

80-rasm bo'yicha T_1 va T_3 to'lqin qismlarining amplitudalari deyarli teng, chunki ikkala to'lqin qismlari ham bitta qaytish bilan generasialangan. T_4 to'lqin ikkita qaytish orqali generasialangan, shu sababli u qaytishsiz generasialangan T_2 ga nisbatan ancha sust. Shuning uchun, kontrast, ya'ni yorqin xalqalar bilan qoramtir xalqalar intensivliklari orasidagi nisbiy farq qaytgan yorug'lik holidagidan o'tgan yorug'lik holida ancha sust.

80-rasmga ko'ra, (4.12) va (4.14) dagi d qalinlik qavariq linza bilan shisha plastina orasidagi tutashuv nuqtasi r masofasiga va qavariq linzaning egrilik radiusiga R bog'liq. d qalinlikning kichik qiymatlari uchun biz quyidagiga ega bo'lamiz.

$$d = \frac{r^2}{2R} \quad (4.15)$$

Qo'shni Nyuton xalqalarining diametrlari

$$D_k = 2 r_k$$

uchun (4.12) yoki (4.14) dan, mos ravishda (4.15) dan ham quyidagi munosabat olinadi:

$$D_{k+1}^2 - D_k^2 = 4 R \lambda \quad (4.16)$$

Shunday qilib, agar linzaning egrilik radiusi R ma'lum bo'lsa, oq yorug'likning o'rtacha to'lqin uzunligi diametrlarni o'lchash orqali aniqlanishi mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

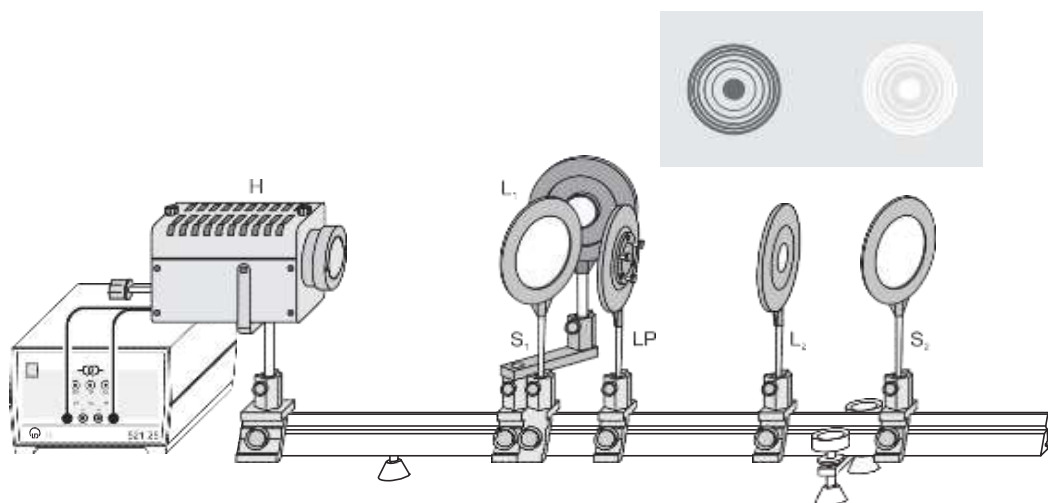
1. Nyuton xalqalari uchun shisha plastina (471 111) – 1ta
2. Nur sochgichlar (471 88) – 2ta
3. Hoshiyali linza $f = +200$ mm (460 04) – 2ta
4. Pretsezion optik stol, 1 m (460 32) – 1ta
5. Yuritkichlar, $H = 60$ mm/ $B = 36$ mm (460 353) – 5ta
6. Yuritkich, $H = 60$ mm/ $B = 50$ mm (460 351) – 1ta
7. Konsol richag 100 (460 356) – 1ta
8. Xona galogen lampasi 12 V, 50/90 W (450 64) – 1ta
9. Cho'g'lanma lampa 12 V/90 W, (450 63) – 1ta
10. Transformator 2 ... 12 V (521 25) – 1ta
11. Biriktiruvchi sim, 100 cm, (501 33) – 2ta

Tajriba qurilmasi:

Izoh: Agar Nyuton xalqalari uchun shisha plastinaga ta'sir qilayotgan bosim juda yuqori yoki asimmetrik bo'lsa, shisha plastinalar doimiy deformatsiyalanishi yoki shikastlanishi mumkin. Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni sozlashda qo'llaniladigan o'yikli vintlarni burishda juda ehtiyot bo'ling. Tajriba qurilmasi 81-rasmda tasvirlangan.

Ikkita S_1 va S_2 nurni ajratgichlar yordamida, Nyuton xalqalari qo'shni devorga proyeksiyalanadi. Bu esa interferension hodisalarni bir vaqtda kuzatishga va shu bilan ularni bir-biri bilan taqqoslashga imkon beradi.

- Optik kursini devordan taxminan 2,0 m masofada parallel qilib o'rnatish.
- 81-rasmda keltirilganidek, galogen lampani H optik kursiga joylashtirish.
- S_1 nur ajratgichni galogen lampadan 30 sm masofada optik kursiga joylashtirish va uni 45° burchak ostida to'g'irlash.
- Galogen lampani H yoqish va uni nur ajratgichga yo'naltirish.
- 81-rasmda keltirilganidek, nayeزدnik va konsoldan foydalanib, linzani L_1 bevosita nur ajratgich S_2 oldiga joylashtirish.



81-rasm. O'tgan va qaytgan yorug'likda Nyuton xalqalarini bir vaqtda kuzatish uchun tajriba qurilmasi. H: galogen lampa. LP yassi-qavariq linza va shisha plastina. S_1 , S_2 nur ajratgichlar. L_1 , L_2 xalqalarni shakllantirish uchun linzalar.

- Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarni optik kursiga S_1 nur ajratgichdan taxminan 16 sm masofada joylashtiring (plastinadan masshtab S_1 nur ajratgich yoʻnalishida koʻrsatilishi kerak)
- Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli nayeزدnikni nur ajratgich tomon, t_0 L_1 linza orqali devorda xalqasimon tasvir paydo boʻlmaguncha siljiting.
- Buning uchun oldin Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli oʻyikli vintni boʻshating va keyin ehtiyotkorlik bilan qotiring.
 - a) shisha plastinalar tutashadi (yaʼni hali hych qanday interferension xalqalar markazdan chiqmaydi va qaytgan yorugʻlikning eng ichki halqasi qoramtir boʻladi.)
 - b) xalqasimon sistema aynan masshtabning markazida joylashadi (Xalqasimon sistema doimo aylanayotgan vint yoʻnalishida siljiydi.
- Agar zarur boʻlsa, L_1 linzani to xalqasimon tasvirning devordagi obrazi keskin boʻlmaguncha siljiting.
- L_1 linzani Nyuton xalqalari uchun shisha plastinalarli nayeزدnikdan taxminan 20 sm masofada joylashtiring.
- S_2 nur ajratgichni optik kursiga Nyuton xalqalari uchun shisha plastinadan taxminan 35 sm masofada joylashtiring.
- Nur ajratgichni optik oʻqqa nisbatan 45° burchak ostida shunday toʻgʻirlangki, lampa yorugʻligi qaytgan yorugʻlik interferension manzarasi oldida sezilsin.
- L_1 linzani S_2 nur ajratgich tomon to oʻtgan yorugʻlikning xalqasimon tasvir obrazi (va masshtabi) keskin boʻlmaguncha siljiting.
- Interferension hodisalarni kuzating va yorqin hamda qoramtir xalqalar ketma-ketligiga nisbatan, oʻtgan va qaytgan yorugʻlikning konsentrik xalqalari obrazini taqqoslang.
- Proyeksiyalangan masshtab orqali markazning yorqin va qoramtir diametrini oʻlchang.
- Proyeksiyalangan masshtab orqali ekrandagi yorqin va qoramtir diametrini oʻlchang

- Bu ikki interferension manzaraning kontrastini taqqoslang.

Sinash uchun savollar:

1. Nyuton xalqalarini hosil bo'lish sabablarini fizik mohiyatini tushuntiring.
2. Interferensiyani maksimum va minimumlik shartlari.
3. Ponasimon havo qatlami orqali interferensiyani tushuntiring.
4. O'tgan va qaytgan yorug'likda Nyuton xalqalarini bir vaqtda kuzatishga mo'ljallangan tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

7-laboratoriya ishi

MAYKELSON INTERFEROMETRINI LAZER OPTIK TAYANCH PLITAGA O'RNATISH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 19, 20, 24, 32, 38, 53, 54, 57.)

Tajriba maqsadi: Maykelson interferometrini yig'ish. Interferension manzarani kuzatish.

Qisqacha nazariya: Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodi hisoblanadi, masalan uzunlikning o'zgarishini, zichlik darajasini, sindirish ko'rsatgichlarini va to'lqin uzunligini. Maykelson interferometri ikki nurli interferometrlar oilasiga mansub. Uning ishlashi quyidagicha:

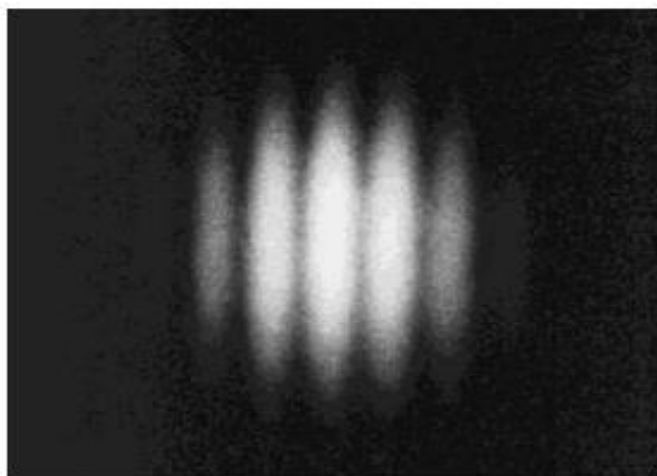
Talabga javob beradigan manbadan kelayotgan kogerent yorug'lik nuri optik komponentda ikki qismga ajraladi. Nurning bu qismlari turli yo'llardan harakatlanadi, bir-biridan qaytib, boshqa optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushib bir-biri bilan birikadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlar birining yo'li uzunligi, ya'ni sindirish ko'rsatgichi va geometrik yo'l natijasida o'zgarsa, bu o'zgarmagan nurga nisbatan faza siljishiga olib keladi.

Bu esa o'z navbatida interferension manzaraning o'zgarishiga olib kelib, u orqali, agar boshqa miqdorlar doimiy qolsa, sindirish ko'rsatgichining yoki optik yo'lining har qanday o'zgarishi haqida xulosa qilish imkoni bo'ladi.

Demak, sindirish ko'rsatgichi doimiy qolsa, biz geometrik yo'ldagi farqni aniqlashimiz, masalan issiqlik yoki elektr yoki magnit maydonlari sababli materiallar o'lchamining o'zgarishini aniqlashimiz mumkin. Boshqa tarafdin, agar geometrik yo'l doimiy qolsa, sindirish ko'rsatgichini, hamda sindirish ko'rsatgichiga ta'sir qiladigan bosim, temperatura yoki zichlikning o'zgarishi kabilarning miqdorini va ta'sirini aniqlashimiz mumkin.

Lazer nurining to'lqin uzunligini o'lchash uchun bitta yassi ko'zgu nozik sozlash mexanizmidan foydalanib siljiriladi; Bu o'zgartirish mos nurning optik yo'lini o'zgartiradi. Bunday siljitish davomida interferension chiziqlarning siljishi yarim

shaffof ekranda kuzatiladi. Bu hodisani baholash uchun, yassi ko‘zgu siljiganda, kuzatish ekranidagi qo‘zg‘almas nuqtadan o‘tayotgan maksimumlarni yoki minimumlarni hisoblashimiz mumkin.



82-rasm. Interferension manzaraning yarim shaffof ekrandagi fotografiyasi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Lazer optic tayanch plita (473 40) – 1ta
2. He-Ne lazer, chiziqli qutblangan (471 840) – 1ta
3. Lazerni tutib turgich (47341) – 1ta
4. Optik asos (47342) – 5ta
5. Nur bo‘lgich (473432) – 1ta
6. Nur bo‘lgich uchun tutqich (473 43) – 1ta
7. Yassi ko‘zgu nozik sozlagich bilan (473 46) – 2ta
8. Sferik linza, $f = 2.7 \text{ mm}$ (47347) – 1ta
9. Nozik sozlash mexanizmi (47348) – 1ta
10. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
11. Egarli asos (30011) – 1ta
12. Yog‘och lineyka (31103) – 1ta

Tajriba qurilmasi va tajribani o‘tkazish

Izoh: Sirti shikastlangan yoki iflos optik elementlar interferension tasvirning buzilishiga sababchi bo‘lishi mumkin.

Yassi ko'zgu dastasini, nur ajratgichni va sferik linzani ehtiyotkorlik bilan changlardan saqlang va yalang'och qo'llaringiz bilan ularga tegmang.

83-rasmda lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasi tasvirlangan. Tajribani to'g'ri o'tkazish uchun quyidagilarni bajarish kerak

Lazer optik tayanch plita va lazer:

- Havo yostig'ini damlang
- Havo yostig'i bilan lazer optik tayanch plitani (a) gorizontal tarzda mustahkam laboratoriya stoliga joylashtiring.
- Lazerni tutib turgichga o'rnatib va uni tayanch plitaning chap chetiga joylashtiring.
- Lazerni tarmoqqa ulang va uni qo'shing.
- Lazerni tutib turgichdagi regulirovka vintlarining uchta qotiruvchi gaykalarini bo'shating.
- Regulirovka vintlaridan foydalanib, lazerning balandligini va qiyaligini shunday sozlangki, nur tayanch plitadan yuqorida 75 mm atrofida mutloqa gorizontal tarzda o'tsin (keyingi korrektirovkalar uchun yetarli joy bor). Masofani lineyka bilan o'lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring.

Nurni bo'lgich:

Qaytgan va o'tgan nurlar bir xil intensivlikka ega bo'lishi kerak. O'zgaradigan nur bo'lgichdan (473435) foydalanilganda, lazer nuri nur bo'lgichning markaziga u yoki bu darajada tushayotganiga ishonch hosil qiling.

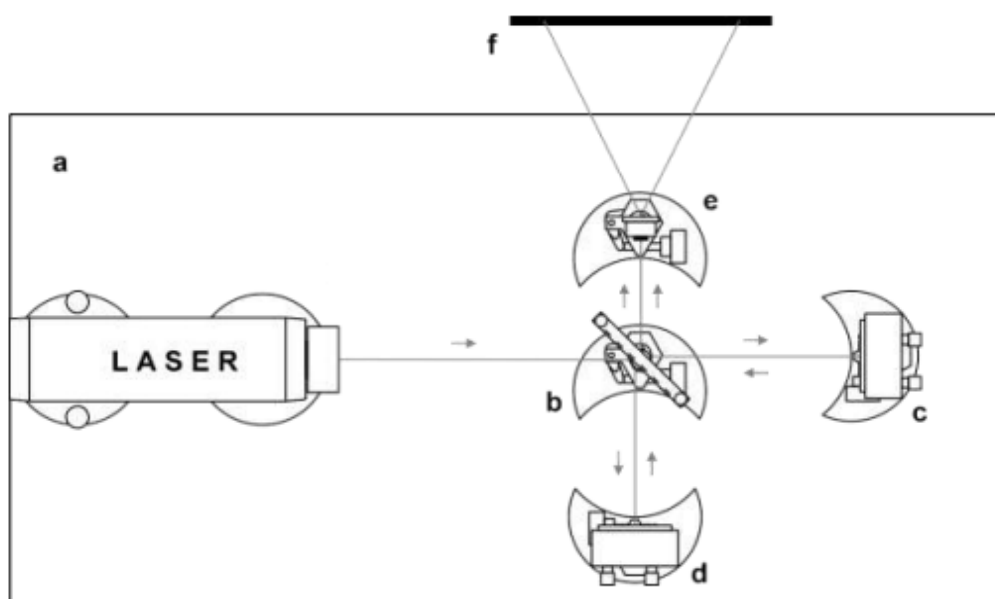
- Oldin nur bo'lgich (b) lazer nurini gorizontal bo'yicha qaytarayotganiga amin bo'ling. Buning uchun optik bazali nur bo'lgichni lazer optik tayanch plitaning qarama-qarshi tomoniga joylashtiring va lazer nuri lazer nurlanishining tuynugi yonidagi nuqtaga qaytsin.
- Zarur bo'lsa, sterjendagi ikkita regulirovka vintlari yordamida nur bo'lgich qiyaligini va shu bilan nur yo'lini to'g'irlang.
- Nihoyat, 82-rasmda keltirilganidek, nur bo'lgichni nur yo'liga 45° burchak ostida qo'ying, Nur bo'lgichning qisman shaffof qatlami lazer tarafda bo'lishi kerak.

Yassi ko‘zgular va nozik sozlash mexanizmi:

Eslatmalar: Qurilmani bir oz qorong‘ulashtirilgan xonada sozlash oson. Asosiy nurlardan tashqari, ko‘p marotaba qaytishlar ham past intensivlikli parazit parsial dastalar deb atluvchi nurlarni keltirib chiqaradi. Ular linza tutgichiga tushib, keyingi korrektirovkani bekor qilinishiga olib kelishi mumkin.

Nur bo‘lgichdan qaytgan nur bevosita lazer nurlanishi aperturasiga tushsa, lazer nurining sifati yomonlashadi.

- Yassi ko‘zguni (c) lazer nuri uning markaziga tushadigan qilib joylashtiring.
- Lazer optik tayanch plitada optik bazasini burish va orqa paneldagi sozlash vintlari bilan manipulyasiya qilish orqali yassi ko‘zguni shunday moslangki, nur bo‘lgichdan o‘tgan nur amalda o‘ziga qaytsin va lazer nurlanishining aperturasidan bir oz yuqori nuqtaga tushsin.



83-rasm. Lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasi, yuqoridan ko‘rinishi. a-lazer optik tayanch plita, b-nur bo‘lgichlar, c, d-yassi ko‘zgular nozik sozlash bilan, e-sferik linza, f-yarim shaffof ekran.

- Yarim shaffof ekranni(f) asosga o‘rnating va uni lazer optikasi tayanch plitasining orqasiga, 83-rasmda keltirilganidek shunday joylashtiringki, lazer nuri uning markaziga tushsin.

- 83-rasmda keltirilganidek, nur bo'lgichdan (b) qaytgan nur yo'liga yassi ko'zguni (d) joylashtiring; uni xuddi yassi ko'zgu (c) nur bo'lgichdan qancha uzoqlikda bo'lsa, shuncha uzoqlikda o'rinating.
- Lazer optik tayanch plitada optik asosni burish va yustirovka vintlari bilan yassi ko'zguni shunday moslangki, nur amalda o'ziga qaytsin va nur bo'lgichdan o'tgandan keyin qaytadan birlamchi nur qismi bilan biriksin.
- (c) va (d) yassi ko'zgularni regulirovka vintlari yordamida shunday yustirovka qilingki, qaytgan nurlar guruhidan eng intensiv nurlar ekranda mutlaq mos kelsin.

Sferik linzalar:

- Sferik linzani ($\text{\AA}$) lazer optik tayanch plitada nur bo'lgich bilan yarim shaffof ekran orasiga nurni kengaytirish uchun o'rinating (linzani tutib turgichdagi uncha katta bo'lmagan teshik nur bo'lgich tarafga qaragan bo'lishi kerak)
- Sferik linzani balandligini va yon tomonlama o'rnini shunday sozlangki, ikki nur qismlari u orqali o'q yo'nalishida o'tsin.

Nozik sozlash:

Agar siz yarim shaffof ekranda chiziqlar tasvirini hali ham ko'rmasangiz:

- Nur bo'lgichni yoki yassi lizalarni sal o'zgartirib to'g'irlang; zarur bo'lsa sferik linzani qayta sozlang.

Nur qismlari nur bo'lgich bilan ekran orasida qanchalik ko'proq parallel harakatlansa, interferension chiziqlar shunchalik keng va bir-biridan yiroq bo'ladi.

- Nur bo'lgich yoki yassi ko'zgularni sal o'zgartirib to'g'irlash orqali interferension tasvirni osongini sezish mumkin bo'lgincha sozlang.

Agar siz nozik sozlash orqali qoniqarli tasvirga erisha olmasangiz, interferometrni sozlash tartibini boshidan takrorlang.

Lazer 1 mVt chiqish quvvatiga ulanganda, interferension manzara ancha ravshanroq va uni kuzatish oson. Bunday ulash nur yo'lini bir oz o'zgartiradi, shu sababli siz nur yo'liga yoki sferik linza o'rniga tuzatish kiritishingiz lozim bo'lishi mumkin.

Sinash uchun savollar:

1. Maykelson interferometri haqida ma'lumot bering.

2. Chiziqli qutblanishi tushuntiring.
3. Interferension chiziqlarning siljishi nima uchun hosil bo‘ladi.
4. Lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

8-laboratoriya ishi

MAYKELSON INTERFEROMETRIDAN FOYDALANIB GELIY-NEONLI LAZER YORUG'LINING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 19, 20, 22, 24, 38, 54, 60.)

Tajriba maqsadi: Maykelson interferometrini yig'ish. Interferension manzarani kuzatish.

Qisqacha nazariya: Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodi hisoblanadi, masalan uzunlikning o'zgarishini, zichlik darajasini, sindirish ko'rsatgichlarini va to'lqin uzunligini. Maykelson interferometri ikki nurli interferometrlar oilasiga mansub. Uning ishlashi quyidagicha:

Talabga javob beradigan manbadan kelayotgan kogerent yorug'lik nuri optik komponentda ikki qismga ajraladi. Nurning bu qismlari turli yo'llardan harakatlanadi, bir-biridan qaytib, boshqa optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushib bir-biri bilan birikadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlar birining yo'li uzunligi, ya'ni sindirish ko'rsatgichi va geometrik yo'l natijasida o'zgarsa, bu o'zgarmagan nurga nisbatan faza siljishiga olib keladi.

Bu esa o'z navbatida interferension manzaraning o'zgarishiga olib kelib, u orqali, agar boshqa miqdorlar doimiy qolsa, sindirish ko'rsatgichining yoki optik yo'lining har qanday o'zgarishi haqida xulosa qilish imkoni bo'ladi.

Demak, sindirish ko'rsatgichi doimiy qolsa, biz geometrik yo'ldagi farqni aniqlashimiz, masalan issiqlik yoki elektr yoki magnit maydonlari sababli materiallar o'lchamining o'zgarishini aniqlashimiz mumkin. Boshqa tarafdin, agar geometrik yo'l doimiy qolsa, sindirish ko'rsatgichini, hamda sindirish ko'rsatgichiga ta'sir qiladigan bosim, temperatura yoki zichlikning o'zgarishi kabilarning miqdorini va ta'sirini aniqlashimiz mumkin.

Lazer nurining to'lqin uzunligini o'lchash uchun bitta yassi ko'zgu nozik sozlash mexanizmidan foydalanib siljiriladi; Bu o'zgartirish mos nurning optik yo'lini o'zgartiradi. Bunday siljitish davomida interferension chiziqlarning siljishi yarim

shaffof ekranda kuzatiladi. Bu hodisani baholash uchun, yassi ko‘zgu siljiganda, kuzatish ekranidagi qo‘zg‘almas nuqtadan o‘tayotgan maksimumlarni yoki minimumlarni hisoblashimiz mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. lazer optik tayanch plita (473 40) – 1ta
2. He-Ne lazer, chiziqli qutblangan (471 840) – 1ta
3. lazerni tutib turgich (47341) – 1ta
4. Optik asos (47342) – 5ta
5. Nur bo‘lgich (473432) – 1ta
6. Nur bo‘lgich uchun tutqich (473 43) – 1ta
7. Yassi ko‘zgu nozik sozlagich bilan (473 46) – 2ta
8. Sferik linza, $f = 2.7 \text{ mm}$ (47347) – 1ta
9. Nozik sozlash mexanizmi (47348) – 1ta
10. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
11. Egarli asos (30011) – 1ta
12. Yog‘och lineyka (31103) – 1ta

Tajriba qurilmasi:

Izoh: Sirti shikastlangan yoki iflos optik elementlar interferension tasvirning buzilishiga sababchi bo‘lishi mumkin.

Yassi ko‘zgu dastasini, nur ajratgichni va sferik linzani ehtiyotkorlik bilan changlardan saqlang va yalang‘och qo‘llaringiz bilan ularga tegmang.

84-rasmda lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasi tasvirlangan. Tajribani to‘g‘ri o‘tkazish uchun quyidagilarni bajarish kerak.

Lazer optiê tayanch plita va lazer:

- Havo yostig‘ini damlang
- Havo yostig‘i bilan lazer optik tayanch plitani (a) gorizonta tarzda mustahkam laboratoriya stoliga joylashtiring.
- Lazerni tutib turgichga o‘rnating va uni tayanch plitaning chap chetiga joylashtiring.
- Lazerni tarmoqqa ulang va uni qo‘shing.

- Lazerni tutib turgichdagi regulirovka vintlarining uchta qotiruvchi gaykalarini bo'shating.
- Regulirovka vintlaridan foydalanib, lazerning balandligini va qiyaligini shunday sozlangki, nur tayanch plitadan yuqorida 75 mm atrofida mutloqa gorizontal tarzda o'tsin (keyingi korrektirovkalar uchun yetarli joy bor). Masofani lineyka bilan o'lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring.

Nurni bo'lgich: Qaytgan va o'tgan nurlar bir xil intensivlikka ega bo'lishi kerak. O'zgaradigan nur bo'lgichdan (473435) foydalanilganda, lazer nuri nur bo'lgichning markaziga u yoki bu darajada tushayotganiga ishonch hosil qiling.

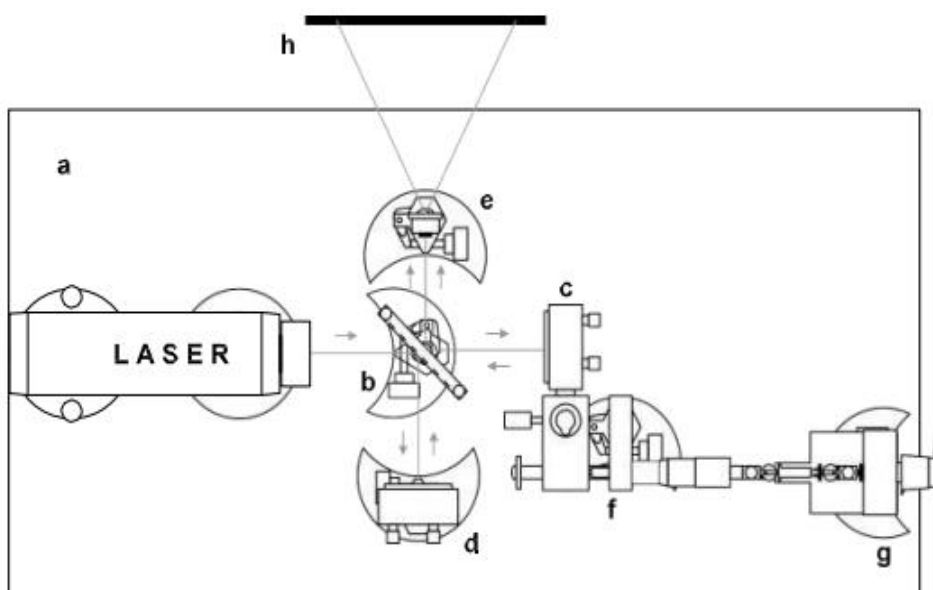
- Oldin nur bo'lgich (b) lazer nurini gorizontal bo'yicha qaytarayotganiga amin bo'ling. Buning uchun optik bazali nur bo'lgichni lazer optik tayanch plitaning qarama-qarshi tomoniga joylashtiring va lazer nuri lazer nurlanishining tuynugi yonidagi nuqtaga qaytsin.
- Zarur bo'lsa, sterjendagi ikkita regulirovka vintlari yordamida nur bo'lgich qiyaligini va shu bilan nur yo'lini to'g'irlang.
- Nihoyat, 84-rasmda keltirilganidek, nur bo'lgichni nur yo'liga 45° burchak ostida qo'ying, Nur bo'lgichning qisman shaffof qatlami lazer tarafda bo'lishi kerak.

Yassi ko'zgular va nozik sozlash mexanizmi:

Eslatmalar: Qurilmani bir oz qorong'ulashtirilgan xonada sozlash oson. Asosiy nurlardan tashqari, ko'p marotaba qaytishlar ham past intensivlikli parazit parsial dastalar deb atluvchi nurlarni keltirib chiqaradi. Ular linza tutgichiga tushib, keyingi korrektirovkani bekor qilinishiga olib kelishi mumkin.

Nur bo'lgichdan qaytgan nur bevosita lazer nurlanishi aperturasiga tushsa, lazer nurining sifati yomonlashadi.

- Yassi ko'zguni (c) nozik sozlash mexanizmining (f) yon tomoniga qotiring, shundan so'ng nozik sozlash mexanizmini optik asosga o'rnatish.



84-rasm. Lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasi, bitta yassi ko'zgu uchun nozik sozlash mexanizmi bilan, yuqoridan ko'rinishi. a-lazer optik tayanch plita. b-nur bo'lgichning tayanch plitasi. c,d-yassi ko'zgu nozik sozlash bilan. e-sferik linza. F-nozik sozlash mexanizmi. g-nozik sozlash mexanizmi uchun reduktor. h-yarim shaffof ekran

- 84-rasmda keltirilganidek optik asosni nozik sozlash mexanizmi bilan shunday moslashtiringki, komponent turg'un tursin. Yassi ko'zguni (s) va nozik sozlash mexanizmini (f) lazer optik asos plitaga (a) lazer yassi ko'zguning markaziga tushadigan qilib joylashtiring. Ko'zguning tekisligi siljitish yo'nalishi bo'yicha tik ekanligiga, ko'zgu siljirilganda lazer nuri bir nuqtada qolishiga amin bo'ling.
- Lazer optik tayanch plitada optik bazasini burish va orqa paneldagi sozlash vintlari bilan manipulyasiya qilish orqali yassi ko'zguni shunday moslangki, nur bo'lgichdan o'tgan nur amalda o'ziga qaytsin va lazer nurlanishining aperturasidan bir oz yuqori nuqtaga tushsin.
- Optik bazali reduktor uchun taglikni bevosita nozik sozlash mexanizmining orqasiga joylashtiring.

- Nozik sozlash mexanizmining reduktorini (g) reduktor uchun taglikka magnit polosadan foydalanib mahkamlang. Qo'sh kardan muftani ehtiyotkorlik bilan nozik sozlash mexanizmi (f) mikrometrining birgalikdagi vinti kallagiga qising.
- Reduktor optik asosni siljiting (g) va reduktor uchun taglikning balandligini biriktiruvchi sterjen to'liq chiqadigan ham to'liq chiqmaydigan ham qilib sozlang, aks holda o'lchashlar keyinchalik nozik sozlash mexanizmi siljishi bilan soxtalashishi mumkin.
- Kardan muftaning alohida segmentlari burchagini iloji boricha kichik qilib (45° dan katta emas) saqlang. Yassi ko'zguning (c) to'g'riligini tekshiring va zarur bo'lsa qayta sozlang.
- Asosga yarim shaffof ekranni(h) mag'kamlang va uni 84-rasmda keltirilganidek, lazer optik tayanch plitaning oqasiga lazer nuri markaziga tushadigan qilib joylashtiring.
- Nur bo'lgichdan (b) qaytgan nur qismi uchun yassi ko'zguning (d) o'rni 84-rasmda keltirilgan; uning o'rnini yassi ko'zgu sifatidagi nur bo'lgichdan (c) qancha ekaligini biling.
- Lazer optikasining tayanch plitasida optika bazasini burib va vintlarni sozlab, yassi ko'zguni shunday moslangki, nurning bu qismi amalda o'ziga qaytsin va nur bo'lgichdan o'tgandan so'ng birinchi nur qismi bilan qo'shilsin.

Sferik linzalar:

- Sferik linzani (a) lazer optik tayanch plitada nur bo'lgich bilan yarim shaffof ekran orasiga nurni kengaytirish uchun o'rnatib (linzani tutib turgichdagi uncha katta bo'lmagan teshik nur bo'lgich tarafga qaragan bo'lishi kerak)
- Sferik linzani balandligini va yon tomonlama o'rnini shunday sozlangki, ikki nur qismlari u orqali o'q yo'nalishida o'tsin.

Nozik sozlash: Agar siz yarim shaffof ekranda chiziqlar tasvirini hali ham ko'rmasangiz:

- Nur bo'lgichni yoki yassi linzalarni sal o'zgartirib to'g'irlang; zarur bo'lsa sferik linzani qayta sozlang. Nur qismlari nur bo'lgich bilan ekran orasida qanchalik

ko'proq parallel harakatlansa, interferension chiziqlar shunchalik keng va bir-biridan yiroq bo'ladi.

- Nur bo'lgich yoki yassi ko'zgularni sal o'zgartirib to'g'irlash orqali interferension tasvirni osongini sezish mumkin bo'lguncha sozlang.

Agar siz nozik sozlash orqali qoniqarli tasvirga erisha olmasangiz, interferometrni sozlash tartibini boshidan takrorlang.

Tajribani o'tkazish tartibi:

- Lazer optikasi tayanch plitasiga mexanik zarbalardan ehtiyot bo'ling (masalan stolni silkitmang va urmang)

- Qurilmada havo oqimlariga yo'l qo'ymang, masalan nafas olish yoki yelvizaklar

- Yarim shaffof ekranda (h) interferension chiziqlarni sanash mumkin bo'lgan, intensivliklar maksimumlarining o'rnini belgilang.

- Reduktor dastasiga yengilgina qo'lingizni qo'yib, reduktorni to chiziqlar harakatlanishni boshlamaguncha, sekin va bir tekis aylantiring (sizga bir necha aylantirish talab qilinishi mumkin)

- Shundan so'ng, reduktorni kamida yana bir marta to'liq aylantiring.

- Reduktni aylantirishni davom eting va shu bilan birgalikda. interferension chiziqlarning belgidan o'tishini va reduktor aylanishlar sonini qayd qiling.

Sinash uchun savollar:

1. Havo yostig'ini laborato'riya ishidagi o'rnini tushuntiring.
2. Sindirish ko'rsatgichi fizik ma'nosini tushuntiring.
3. Lazer nurining to'lqin uzunligini o'lchash usullari.
4. Lazer optik tayanch plitadagi Maykelson interferometri qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

9-laboratoriya ishi

LAZER OPTIKASI QURILMASIDA O'TKAZUVCHI GOLOGRAMMANI OLISH

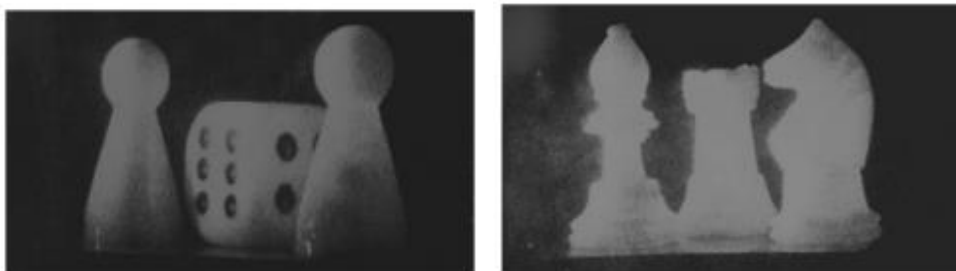
(Qo'shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 19, 21, 22, 32, 53, 54, 56.)

Tajriba maqsadi: O'tkazuvchi gologrammani olish. Amplitudaviy gologramma bilan fazaviy gologramma orasidagi farqni va ularga fotoximik ishlov berishdagi farqlarni bilish. O'tkazuvchi gologrammani o'zgartirish

Qisqacha nazariya: Fotografiyada obyektning olingan tasviri plyonkada muhrlanadi. Golografiyada esa obyekt sirtidan qaytgan yorug'lik to'lqinlari plyonkada saqlanadi. Plyonkada na faqat yorug'lik to'lqinining amplitudasi, balki uning fazasi ham yoziladi. Natijada gologrammada obyektning fazodagi har bir nuqtasining o'rni yoziladi.

Gologrammani olish uchun lazer nuri qo'llaniladi. Bunda u predmet va tayanch nurlarga ajraladi. Predmet nur obyektни yoritadi. Obyektdan qaytgan nur plyonkada juda kichik va galma-gal keluvchi interferensiyalar tasvirini hosil qiladi. U yerda ular turli burchaklarda tushayotgan tayanch nur bilan kogerent bo'lgan ko'zgudan qaytgan nur bilan mos keladi. Interferensiya natijasida obyekt bilan o'xshashlik bo'lmagan va uning mavhum tasavvuri hisoblangan, qoramtir dog'lar, spirallar va xalqalarning noregulyar obrazlaridan tashkil topgan gologramma hosil bo'ladi.

Gologramma tiklanganda, mikroskopik naqshlardan difraksiyalanib qaytgan nurga mos keluvchi yorug'lik nuri aslida obyektdan dastlab qaytgan nur bilan aynan o'xshash. Shunday qilib kuzatuvchi obyektning uch o'lchamli tasvirini ko'rishi mumkin.



85-rasm. Gologramma fotografiyasi

Plyonka fotoximiyoviy proyavka (naqshlarni ko‘rinadigan qilish) qilinishi qanday amalga oshirilishiga qarab, gologrammalar ikki xilga ajratiladi:

Amplitudaviy gologramma shakllanish jarayonida yuzaga kelgan shaffof va kumush donachalari bilan qoplangan shaffof bo‘lmagan sektorlardan tashkil topgan.

Fazaviy gologrammada hosil bo‘lgan qatlam uni oqartirish jarayonida noshaffofligini yo‘qotadi. Oqartirish jarayonining o‘ziga xos xususiyatiga qarab, shakl to‘g‘risidagi ma‘lumot gologrammaning sindirish ko‘rsatgichining o‘zgarishida, qalinligida va sirtidagi to‘lqin o‘rkachida saqlanadi. Gologramma tiklanganda yorug‘lik nurlari turli optik va geometrik yo‘llar bilan shunday tarqalishi kerakki, turli to‘lqinlar optik yo‘llarining farqi bir xil bo‘lishi kerak. Bunday holatda gologramma faza bo‘yicha modulyasiyalangan deyiladi.

Fazaviy gologrammalarda yorug‘lik nuri yutilmaganligi sababli ular amplitudaviy gologrammaga qaraganda ancha ravshanroq. Fazaviy gologrammalarning shu jihati amaliyotda qo‘llanilishining boisidir.

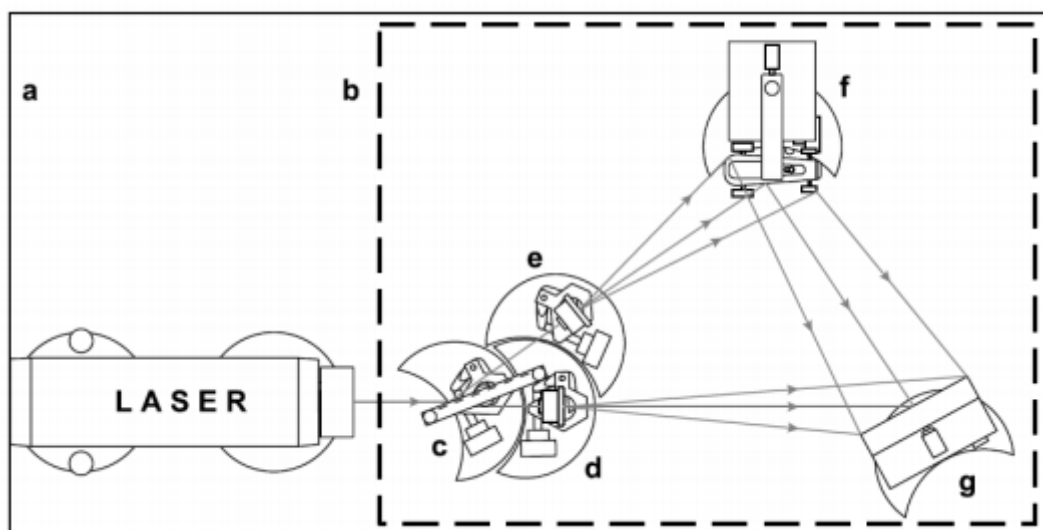
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Lazer optik kursi (473 40) – 1 ta
2. Chiziqli qutblangan He-Ne lazer (471 40) – 2 ta
3. Lazerni ushlab turgich (47341) – 1 ta
4. Optik asos (47342) – 5 ta
5. Nurni boshqaradigan ajratgich (47335) – 1 ta
6. Ajratgich uchun ushlab turgich (473 43) – 1 ta
7. Plyonkani ushlab turgich (473 44) – 1 ta
8. Namunani ushlab turgich (473 45) – 1 ta
9. Sferik linzalar, $f=2.7$ (473 47) – 2 ta
10. Yog‘och lineyka (31103) – 1 ta
11. Pilot tipli udlinitel (663 15) – 1 ta
12. Taymer II (59741) – 1 ta
13. Kompekt 6 ta kichik patnisha, 1x1 RE (64911) – 1 ta
14. Polietilen butilka, 1000 ml (66134) – 3ta

15. Qaychi, 200 mm, o'tkir (667016) – 1 ta
16. Gologramma plyonkasi (473442) – 1 ta
17. Jihozlangan fotolaboratoriya (473446) – 1 ta
18. Fotografik ximikatlar (473444) – 1 ta
19. Fazaviy gologrammalarni olish uchun: Temir (3) nitridi, 250 g (671891)–1 ta
20. Potash (KBr), 50 g (672491) – 1 ta

Tajriba qurilmasi:

Optik komponentalari joylashgan lazer optik tayanch plita 86-rasmda keltirilgan. Qurilmani sozlash uchun quyidagi bosqichlarni bajaring (barcha komponentlar ushlab turgichlarda mustahkam o'rnatilganiga amin bo'ling).



86-rasm. O'tkazuvchi gologrammani olish uchun mo'ljallangan lazer optik plita asosidagi tajriba qurilmasi. a-lazer optik plita. b-himoyalovchi qoplama. c-nurni boshqaradigan ajratgich. d, e-sferik linzalar. f-namunani ushlab turuvchi moslama. g-plyonkani ushlab turuvchi moslama.

Lazer optik tayanch plita va lazer:

- Havo yostig'ini damlang.
- Qoplama (b) bilan lazer optik tayanch plitani(a) qoplang.
- Lazer optik tayanch plitani havo yostig'i bilan birgalikda gorizontaal qilib mustahkam laboratoriya kursisiga joydashtiring.
- Lazerni ushlab turgichga o'rnatang.

- Lazerni iloji boricha tayanch plitaning chap chetiga yaqin shunday joylashtiringki, qurilmani qoplashni muammosiz amalga oshirish imkoni bo‘lsin.
- Lazerni pilot tipli udlinitel bilan ulang va uni o‘chiring
- Lazerni ushlab turgichdagi sozlash vintlarining uchta kontrgaykasini bo‘shating.
- Sotlash vintlaridan foydalanib lazer balandligini va qiyaligini shunday moslashtiringki, nur amalda gorizonta va tayanch plitaga nisbatan taxminan 75 mm balandlikda yo‘nalsin (bu yerda keyingi sotlashlar uchun yetarli imkoniyatlar bor). Oraliqni lineyka bilan o‘lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring.

Nurni boshqaradigan ajratgich:

- Nur ajratgich lazer nurini gorizonta ajratayotganini tekshiring. Buning uchun ushlab turgich bilan birgalikda nur ajratgich bilan optik asosni lazer optik tayanch plitaning qarama-qarshi chetiga o‘rnating va yorug‘lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi keyingi nuqtaga akslantiring.
- Zarruriyat bo‘lganda nur ajratgichning og‘ish burchagini to‘g‘irlang, u sterjendagi ikki vintdan foydalanib nur yo‘nalishini o‘zgartirishga mos keladi.
- 86-rasmda tasvirlanganidek optik asos bilan nur ajratgichni nur yo‘liga shunday o‘rnatingki, uning qisman shaffof qatlami old tomoni bilan lazerga qarasin va shunda ham qoplama bilan yopish imkoni bo‘lsin.

Linza va plyonkani ushlab turgichlar:

- Namunani ushlab turgichni (f) qaytgan nur yo‘liga o‘rnating.
- Agar mumkin bo‘lsa, namunani tutib turuvchi mexanik qo‘ldan foydalanib, ushlab turgichga obyektga tushayotgan nur markazga tushadigan qilib mahkamlang.
- Plyonkani ushlab turgichni (g) o‘tuvchi nur yo‘liga shunday o‘rnatingki, uning old tomoni obyektga qarasin va shunda ham qurilmani qoplama bilan yopishga imkon bo‘lsin.
- Plyonkani ushlab turgich o‘lchami bilan teng qilib qirqib olingan oq qog‘oz parchasini plyonkani ushlab turgich bilan bir chiziqda shunday qo‘yingki, nur

qog'ozning bevosita markaziga (va keyinchalik qog'oz olinganda plyonkaning markaziga) tushsin.

Tayanch nurlar uchun sferik linzalar:

- Sferik linzalarni (d) o'tuvchi nur yo'liga iloji boricha nur ajratgichga yaqin (linzani ushlab turgichdagi kichik teshik old tarafi bilan nur ajratgich tomonga qaragan bo'lishi kerak) o'rnatish. Optik asosdagi o'yiqlardan foydalaning.
- Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'nalishiga perpendikulyar tarzda ehtiyotkorlik bilan siljitib hamda ularni o'z o'qi atrofida burib va linzalarni ushlab turgichlarning balandligini o'zgartirib, ularni shunday sozlangki, lazer nuri iloji boricha asosiy optik o'qqa yaqinroq o'tsin. Bundan tashqari, obyekt iloji boricha plyonkani ushlab turgich tomondan ko'proq yorug'likni olishi kerak. Nur ajratgichga tegilmaganiga ishonch hosil qiling.

Obyekt nurlari uchun sferik linzalar:

- Sferik linzalarni (e) o'tuvchi nur yo'liga iloji boricha nur ajratgichga yaqin (linzani ushlab turgichdagi kichik teshik old tarafi bilan nur ajratgich tomonga qaragan bo'lishi kerak) o'rnatish. Optik asosdagi o'yiqlardan foydalaning.
- Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'nalishiga perpendikulyar tarzda ehtiyotkorlik bilan siljitib hamda ularni o'z o'qi atrofida burib va linzalarni ushlab turgichlarning balandligini o'zgartirib, ularni shunday sozlangki, lazer nuri iloji boricha asosiy optik o'qqa yaqinroq o'tsin. Bundan tashqari, obyekt iloji boricha plyonkani ushlab turgich tomondan ko'proq yorug'likni olishi kerak. Nur ajratgichga tegilmaganiga ishonch hosil qiling.

Eslatma: gologrammada obyektning faqat yoritilgan nuqtalari ko'rinadi.

Aniq sozlash:

- Lazerni chiqish quvvati 1 mVt li holatga o'zgartiring va nur kengaygan qisman nurlarning yo'lini va sifatini tekshiring. Zaruriyat bo'lsa, linzalarni korrektirovka qiling.
- Qorong'ulashtirilgan xonada obyekt va tayanch nurlarni uzib, oq qog'oz varag'iga tushayotgan nur plyonkani ushlab turgichga o'tayotganda, ularning yorqinligini taqqoslang.

Tayanch nur obyektidan plyonka tomon burilgan nur intensivligiga nisbatan besh yoki o'n marta kuchliroq bo'lganda intensivliklarning nisbati eng yaxshi hisoblanadi. Bu oddiy ko'z bilan baholanishi mumkin.

– Agar zarur bo'lsa, nur ajratgichda ajratish nisbatini o'zgartiring. Buning uchun sferik linzalarni optik asos bilan nur yo'nalishi tarafdin siljiting va butun sistemani qayta sozlang.

Agar, o'tkir tushish burchagi sababli o'tuvchi lazer nuri maqbul ajralish nisbatida nur ajratgichning qaramaqarshi tomoni o'rniga xira shisha tomonida namoyon bo'lsa:

– Nur ajratgichni uni ushlab turgichga 1800 ga burib o'rnating (uni chapdan o'ngga buring; bunda ko'zguli tomoni lazerga qaragan bo'lishi kerak!). Har doimdagidek, shisha sirtlarga ochiq barmoqlaringiz bilan tegmang. Buning uchun paxtali qo'lgop yoki tuksiz materiallardan foydalaning.

Agar asosiy qaytuvchi nur to'g'ri plyonkaga tushmasa, yuqori qaytaruvchi obyektlar holida, gologrammalar sifatli bo'ladi.

– Siz obyektni sekin burishingiz mumkin.

– Plyonkani ushlab turgichdan qog'ozni olib tashlang.

Tajribani o'tkazish tartibi:

Plyonkani o'rnatish: Qorung'u xonada mo'ljalni olish uchun och yashil yoki to'q yashil (yoki zangori-yashil) lampadan foydalanish kerak. Ammo, plyonka to'g'ridan to'g'ri yoritilmasligi yoki u berkitilishi kerak.

Lazerni uzing (tajriba qurilmasi ekspozisiya vaqtida vibrasiyalanishini oldini olish uchun ta'minlash kuchlanishini lazerning ulab uzgichi bilan emas, balki pilot tipli uzaytirgichning asosiy ulab uzgichi yordamida uzing. Plyonkani ushlab turgich asosini (g) turg'unlashtirish uchun barmoqlaringizdan foydalaning va tajriba qurilmasida plyonkani ushlab turgichni ehtiyotlik bilan harakatlantiring.

– Xonani qorong'ulashtiring.

– Yorug'lik o'tkazmaydigan paketdan o'lcham bo'yicha qirqib olingan bitta plyonka parchasini chiqarib oling. Bunda plyonkaning emulsion sirtini shikastlantirmaslik uchun, faqat plyonkaning chetlaridan ushlang.

- Kallagi taram-taram qilingan vintlardan foydalanib plyonkani ushlab turgich qisgichini oching.
- Plyonka listini ushlab turgichga shunday mahkamlangki, qurilmaga ushlab turgichni qayta oʻrnatganigizda plyonkaning qoplangan tarafi obyekt tomonga qarasin.
- Qisgichni berkitib plyonkani batartib ushlab turgichga mahkamlang.
- Plyonkani ushlab turgich asosining turgʻunligini taʼminlash uchun yana barmoqlaringizdan foydalaning va plyonkani ushlab turgichni tajriba qurilmasiga oʻrnatib.
- Qoplamani yoping.

Ekspozisiya: Ekspozisiyaning optimal vaqti lazer nurining obyektidan sochilishiga va gologramma tipiga bogʻliq va u tajriba yoʻli bilan aniqlanishi kerak. Lazer nurlanishi quvvati 1 mVt boʻlganda fazaviy gologrammalar uchun ekspozisiya vaqti taxminan 5 s dan 15 s gacha va bu vaqt qoʻpol yaqinlashish sifatida qabul qilinishi mumkin. Amplitudaviy gologrammalar uchun ekspozisiya vaqti taxminan uch-toʻrt marta qisqaroq.

Koʻkintir filtrlardan foydalanilganda 0,2 mVt lazer quvvati chegarasiga erishiladi, bunda gologramma sifati yomonlashadi, keyinchalik qoʻshimcha aralashish hodisalari sababli va ekspozisiya vaqti taxminan besh marta oshiriladi.

- Plyonka va qurilmadagi zoʻriqishlar soʻnishiiga imkon berish uchun taxminan besh minut kuting.
- Ekspozisiya vaqti davomida plyonkaning sirtidagi interferensiyon tasvirni oʻzgartira olishi mumkin boʻlgan ortiqcha hech narsa qilmang.
- Pilot tipli udlinitel orqali lazerni ulab, uzib qurilmani qimirlatmasdan (masalan: taʼminlash manbasining shnurini tortib) plyonkani ekspozisiya qiling.
- Kojuxni oching va plyonkani ushlab turgichni tajriba qurilmasidan oling. Keyin qisgichni ochib plyonkani ushlab turgichdan chiqarib oling. Plyonkani faqat chetlaridan ehtiyotlik bilan ushlang.

Plyonkaga ishlov berish

Agar siz ekspozisiya vaqtini tugʻri tanlasangiz proyavkadan keyin fazaviy gologrammalar toʻq koʻkimtir, amplitudaviy gologrammalar esa och koʻkimtir tuyuladi. Tajribali golografistlar proyavka vaqtini oʻzgartirib, optimal natijaga erishishadi. Eski yoki ishlatilgan proyavitellardan foydalanish koʻproq vaqtni oladi, chunki ximiyoviy reagentlar faolsizroq boʻlib qoladi.

– Pinsetdan foydalanib, plyonkaning bir burchagidan ushlang va uni proyavitelda 60 s davomida chayqaltiring.

– Proyavkani plyonkani suvli vannada (mustahkamlovchi vanna) 2 minut davomida chayqash bilan toʻxtating. Endi yorugʻlikni sezish fazasi tugadi va siz agar zarur boʻlsa, normal chiroqni yoqishingiz mumkin.

– Fazaviy gologrammani olish uchun plyonkani oqartuvchi vannada to uncha katta boʻlmagan qoramtir sohalar koʻrinmaguncha, taxminan 5 minut choʻktiring va baʼzida chayqang va turib qolishiga yoʻl qoʻymang.

– Amplitudaviy gologramma olganingizda proyavkadan keyin plyonkani ishlab chiqaruvchi zavod instruksiyasiga binoan mustahkamlang.

– Oxirida plyonkani oqar suvda 5 dan 10 minutgacha yaxshilab yuving.

– Plyonkani qisqa vaqt davomida bir tomchi tozalovchi suyuqlik solingan suvda chayib olish kerak. Bu narsa plyonka qurishi vaqtida dogʻchalar yuzaga kelishini bartaraf qiladi.

– Gologrammani tik holatda yoki plyonkani absorbsiyalovchi taglik ustiga qoʻyib quriting

– Pinsetlarni suv bilan tozalang.

Sinash uchun savollar:

1. Gologramma soʻzini fizik maʼnosini tushuntiring.
2. Gologrammani hosil qilish usullari.
3. Gologramma turlari ularni hosil usullaridagi oʻzaro farqlar.
4. Oʻtkazuvchi gologrammani olish uchun moʻljallangan lazer optik plita asosidagi tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

10-laboratoriya ishi

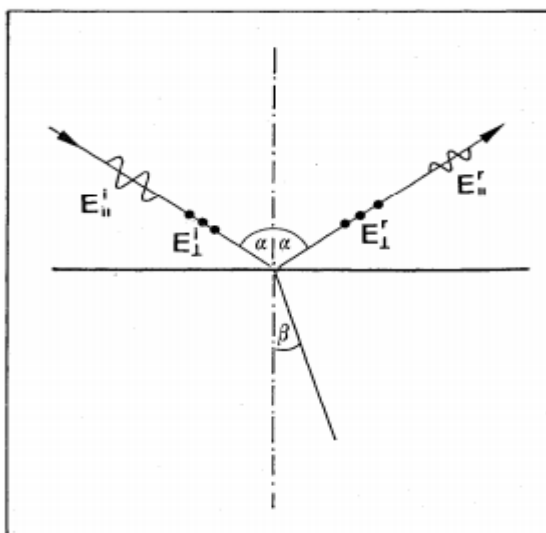
SINISHNING FRENEL QONUNLARI

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 10, 19, 20, 23, 38, 53, 54, 55.)

Tajriba maqsadi: Qutblangan yorug‘likda sindirish koeffitsiyenti uchun Frenel qonunlari miqdoriy jihatdan tekshiriladi.

Qisqacha nazariya: Qutblangan yorug‘likda sindirish koeffitsiyenti uchun Frenel qonunlari miqdoriy jihatdan tekshiriladi.

Agar yorug‘lik shisha sirtiga tushayotgan bo‘lsa, tushish burchagi va qutblanish tekisligiga qarab, u ko‘proq yoki kamroq darajada sinadi. Agar biz yorug‘likni elektromagnit to‘lqin deb faraz qilsak va elektr maydon kuchlanganligi E bilan magnit maydon kuchlanganligi B uchun Maksvell tenglamalarini tuzib “Frenel formulalari”ni keltirib chiqarishimiz mumkin. Qaytgan to‘lqinning elektr vektori amplitudasi E_{II}^r tushayotgan to‘lqin elektr vektori amplitudasi E_{II}^i orqali hisoblanishi mumkin. Shu sababli, biz ikki holatni farqlashimiz kerak (87-rasmga qarang).



87-rasm. Qutblanish yo‘nalishlarini va amplitudalar belgilanishlarini tushuntirish; nuqtalar: Qutblanish chizma yuzasiga perpendikulyar bo‘lib, tushish tekisligi bilan mos ekanligini ko‘rsatadi, E_{II}^i - tushayotgan to‘lqin elektr

maydonining vektori, E_{II}^r -qaytgan to'liqin elektr maydonining vektori, α -tushish burchagi, β -sinish burchagi.

a) Yorug'lik to'liqini tushish tekisligida qutblangan (belgilashlar E_{II}^l va E_{II}^r).

b) Yorug'lik to'liqini tushish tekisligiga perpendikulyar qutblangan (shisha sirtiga parallel) (belgilashlar $E_{\perp}^l$ va $E_{\perp}^r$);

Unda maydon amplitudalari nisbatlari uchun quyidagi tenglamalar qo'llaniladi:

$$\frac{E_{II}^r}{E_{II}^l} = \frac{\tan(\alpha-\beta)}{\tan(\alpha+\beta)} \quad \text{yoki} \quad \left| \frac{E_{II}^r}{E_{II}^l} \right| = \left| \frac{\tan(\alpha-\beta)}{\tan(\alpha+\beta)} \right| \quad (4.17)$$

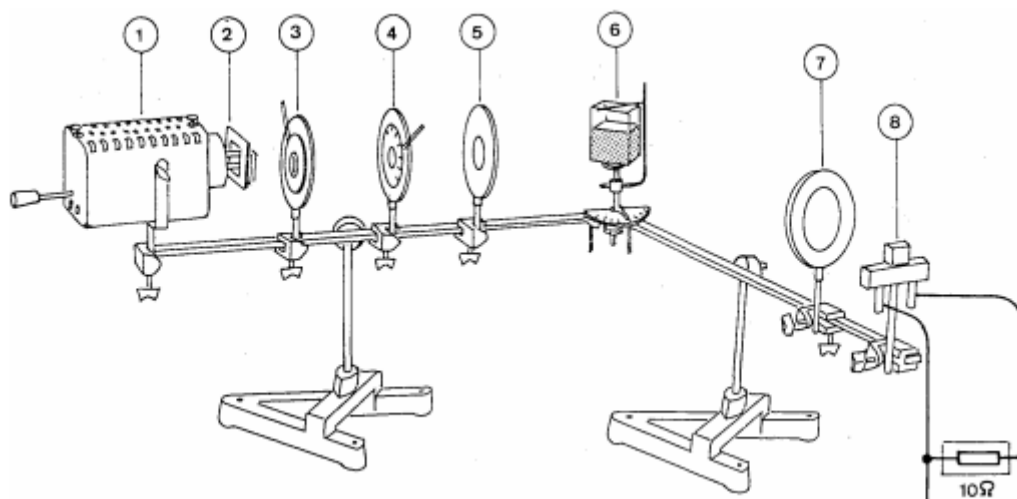
$$\frac{E_{\perp}^r}{E_{\perp}^l} = - \frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} \quad \text{yoki} \quad \left| \frac{E_{\perp}^r}{E_{\perp}^l} \right| = \left| \frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} \right| \quad (4.18)$$

α : Tushish burchagi; β : sinish burchagi

(4.17) va (4.18) nisbatlarni – ba'zida ularning kvadratlarini - sindirish koeffitsiyentlari deb atashadi. Yorug'lik amplitudasini bevosita aniqlab bo'lmaydi. Ammo, uning intensivligini vaqt birligidagi birlik yuzadagi energiya oqimi sifatida aniqlash mumkin, u esa amplitudaning kvadratiga proporsional.

Tajribada biz quyosh elementining unga tushayotgan yorug'lik intensivligiga proporsional bo'lgan qisqa tutashuv tokini I o'lchaymiz. Bu maqsadda biz quyosh elementini kichik rezistor orqali qisqa tutashtiramiz va shu rezistordagi kuchlanish tushuvini U o'lchaymiz. Agar tushayotgan yorug'lik intensivligi o'lchanayotgan U_0 kuchlanishga mos kelsa, va biz qaytgan yorug'lik uchun kuchlanishni $U(\alpha)$ tushish burchagi α bo'yicha o'lchasak, ildizdan chiqarish va ko'rsatgichlarni shakllantirish orqali amplitudalar nisbatini olishimiz mumkin.

$$\left| \frac{E_{II}^r}{E_{II}^l} \right| = \sqrt{\frac{U(\alpha)}{U_0}} \quad (4.19)$$



88-rasm. Tashkil etuvchilarining optik kursidagi taxminiy o'rni bilan tajriba qurilmasi.

Qavs ichidagi o'lchamlar santimetrlarda chap tarafdagi tashqi qisqichdan boshlab berilgan:

- (1) Galogen lampani tutib turgich (0)
- (2) Issiqlikdan saqllovchi filtrli tasvir siljitgich
- (3) Tirqish (19)
- (4) Polyaroid (22)
- (5) Linza, $f = 100 \text{ mm}$ (30)
- (6) Prizma stoli bilan montaj qilingan sharnirli birikma
- (7) Linza, $f = 150 \text{ mm}$ (57)
- (8) Montajdagi foto element (71)

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Kichik optic kursi (460 43) – 2ta
2. Sozlanadigan tirqish (46014) – 1ta
3. Polarization filtr (472 40) – 2ta
4. Galogen lampa 12 V, 50/100 Vt (450 64) – 1ta
5. Galogen lampa 12 V/100 Vt, G6.35 (450 63) – 1ta
6. Ta'minlash manbai 12 V/10 A (59107) – 1ta
7. Tasvir siljitgich (450 66) – 1ta
8. Ulash simlari, 1m, qizil (501 30) – 2ta

9. Ulash simlari, 1m, ko'k (501 31) – 2ta
10. Leybold qisqichi (301 01) – 6ta
11. Romli linza $f = +100$ mm (460 03) – 1ta
12. Elementlarni ulash uchun tutqich (460 21) – 1ta
13. Foto element BPY 47 (578 62) – 1ta
14. Mikrovoltmetr (53213) – 1ta
15. Rezistor 10Ω (57713) – 1ta
16. Prizmalı stol (57720) – 1ta
17. Ko'zguli shisha panjara (47720) – 1ta
18. Linza, $f = +150$ mm (460 08) – 1ta
19. Burchak shkalali sharnirli birikma (460 40) – 1ta
20. Katta taglik asos (300 01) – 2ta

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Lampa kamida 5 minut yonganidan so'ng (yorug'lik oqimining doimiyligi) o'lchashni to'xtating.

Izoh: O'lchash mobaynida tarmoqdagi kuchlanish o'ynab turgani uchun lampaning yorug'lik oqimi o'zgaradi. Shuning uchun iloji boricha o'lchashni qisqa vaqtda bajaring. Ba'zida yorug'lik oqimini tekshiring (yuqoriga qarang), va zarur bo'lsa tirqishning kengligini o'zgartirish orqali sozlang.

a) O'lchash 1: qutblanish yo'nalishi tushish tekisligiga perpendikulyar. Optik kursilar orasidagi burchakni 1600 ga to'g'rilang. Shisha panjarani prizmalı stolga qo'ying va uni shunday to'g'rilangki:

- Tushayotgan yorug'lik paketi to'liq panjaraning akslantiruvchi tomoniga kelsin va shuningdek tirqishning tasviri linza (7) gardishining markazida shakllansin.

Mikrovoltmetrdagi kuchlanishni (800) qayd qiling va uni yozib oling.

Izoh: Doimo tushish burchagi optik kursilar orasidagi burchakning yarmiga teng. Optik kursilar orasidagi burchakni 100 qadam bilan o'zgartiring va har bir holda qayta o'lchashlarni bajaring.

b) O'lchash 2: qutblanish yo'nalishi tushish tekisligida Polyaroidni 90° ga o'rnatib, optik kursilarni bir chiziqli joylashtirib (1800) va tirqish kengligini mikrovoltmetr yana 10 mV ko'rsatadigan qilib sozlang (shisha panjara qurilmada emas).

c) a) da o'lchangan tushish burchaklarida U_{II} kuchlanishlarni o'lchashni takrorlang. Agar o'lchanayotgan kuchlanishlar $U_{II}(\alpha)$, 1 mV dan kichik bo'lsa, 10^{-4} o'lchash diapazoniga o'ting.

Sinash uchun savollar:

1. Sinish qonunlarini tushuntiring.
2. Frenel qonunini fizik mohiyatini tushuntiring.
3. Yorug'likni qutblanishini hodisasini tushuntiring.
4. Tajriba qurilmasini ishlash mexanizimini tushuntiring.

11-laboratoriya ishi

CHORAK VA YARIM TO‘LQINLI PLASTINKA

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 19, 20, 22, 23, 32, 38, 53, 56.)

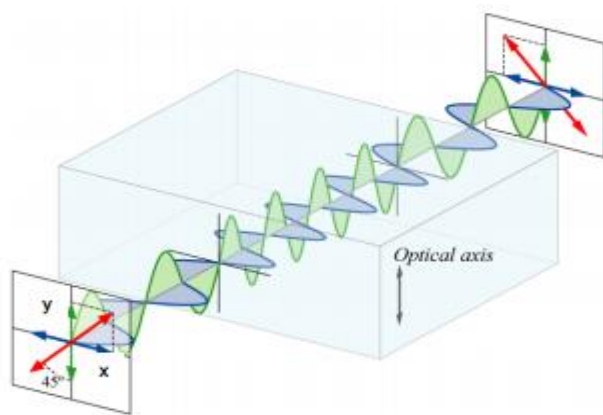
Tajriba maqsadi: Yorug‘lik doiraviy intensivligini analizator o‘rnining funksiyasi sifatida o‘lchash. Chorak to‘lqinli plastinkani yorug‘likning qutblanishini olish uchun qo‘llash.

Qisqacha nazariya: To‘lqin plastinka yoki sekinlashtirgich optik qurilma bo‘lib, undan o‘tayotgan yorug‘lik nurining qutblanish turini o‘zgartiradi. Tipik to‘lqin plastinka oddiy ikki yoqlama sindiruvchi kristall yoki qalinligi puxta tanlangan ikki marta sindiruvchi polimer plyonkadir.

Agar parallel yorug‘lik nuri to‘lqin plastinkaga perpendikulyar tushsa, ikki marta sindirish xossasi tufayli yorug‘lik nuri ikkita komponentga ajraladi. Bu ikki komponentaning tebranish tekisliklari bir-biriga perpendikulyar va ularning fazaviy tezliklari bir-biridan bir oz farq qiladi. Chorak to‘lqin plastinka uchun folganing qalinligi shunday tanlanganki, yorug‘lik elektr maydoni komponentining vektori yorug‘lik tarqalishi yo‘nalishi atrofida yorug‘lik chastotasiga teng tarzda aylanadi va boshqa perpendikulyar tebranayotgan yorug‘lik komponentidan $\lambda/4$ fazaga orqada qoladi. Yarim to‘lqin plastinka uchun qalinlik shunday tanlanganki, yuzaga keladigan $\lambda/2$ qiymatga ega bo‘ladi.

Bu tajribada monoxromatik yorug‘lik chorak to‘lqin yarim to‘lqin plastinkaga tushadi. Chiqayotgan yorug‘likning qutblanishi to‘lqin plastinkalar optik o‘qi bilan tushayotgan yorug‘lik yo‘nalishi orasidagi turli burchaklarda tadqiq qilinadi.

To‘lqin plastinkaga kirayotgan chiziqli qutblangan yorug‘lik to‘lqin plastinkaning optik o‘qida ikkita to‘lqinga ajralishi mumkin, parallel (yashil rangda tasvirlangan) va perpendikulyar (ko‘k). Plastinada parallel to‘lqin perpendikulyar to‘lqinga nisbatan ancha sekinroq tarqaladi. Plastinaning qarama-qarshi tarafida parallel to‘lqin perpendikulyar to‘lqinga nisbatan aniq yarim to‘lqin uzunligiga tutib qolinadi.



89-rasm. Yarim to'liqin plastinka sxemasi.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Chorak to'liqin plastinka (472 601) – 2ta
2. Yarim to'liqin plastinka (472 59) – 1ta
3. Polyarizasion filtr (472 401) – 2ta
4. Sariq yorug'lik filtr (468 30) – 1ta
5. Kremniyli fotoelement STE 2/19 (578 62) – 1ta
6. Almashinadigan elementlar uchun tutqich (460 21) – 1ta
7. Multimetr METRAH Pro (531 282) – 1ta
8. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
9. Standart kesimli optik kursi 1 m (460 32) – 1ta
10. Optik nasadka 60/34 (460 370) – 7ta
11. Galogen lampa 12 V, 50/90 Vt (450 64) – 1ta
12. Galogen lampa 12 V 90 Vt (450 63) – 1ta
13. Tasvir uchun polzunok (450 66) – 1ta
14. Aylantirgich 2 12 V, 120 Vt (521 25) – 1ta
15. Juft sim 100 sm, qizil/ko'k (501 46) – 2ta

Tajriba qurilmasi: 90-rasmda tajriba qurilmasi keltirilgan.

Izoh: Optik qurilma uchun kichik optik kursidan (460 43) yoki S1 (460 310) tipli optik kursidan foydalanish mumkin.

Nur yo'li bo'yicha izohlar:

- Galogen lampadan (a) chiqayotgan yorug'lik, kondensorda(b) konsentrsiyalanadi va optik komponentlarni qizishdan saqlash uchun xizmat qiladigan issiklikka chidamli filtrdan o'tadi.
- Bundan tashqari fotoelementda namoyon bo'ladigan katta fon nurlanishi signalini yuzaga keltiradigan infraqizil nurlanishni susaytiruvchi suv bilan to'ldirilgan (90-rasmda punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan) issiqlikdan saqlovchi filtr qo'llanilishi mumkin.

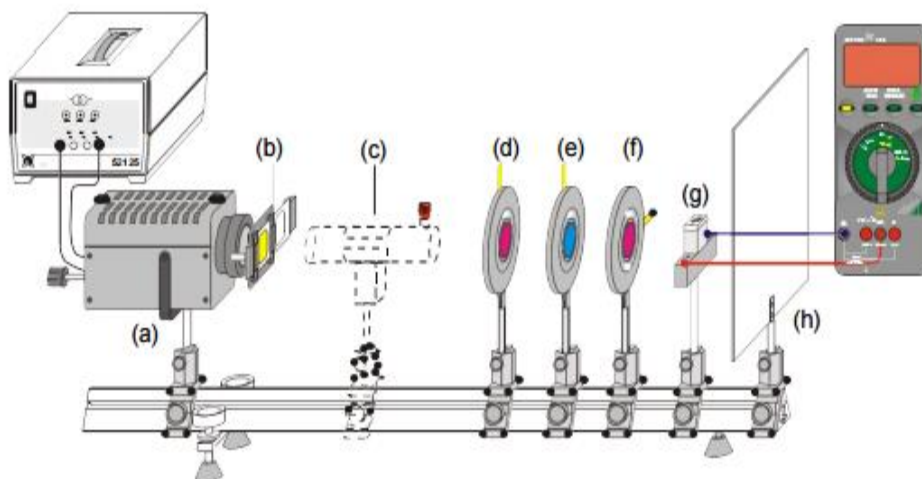
Optik yustirovka:

- Lampa korpusiga kondensor va tasvir uchun polzunokni mahkamlang va akslantiruvchi ko'zguli galogen lampani (a) o'rning.
- Tasvir uchun polzunokdagi issiqlik filtri oldiga sariq yorug'lik filtrini qo'ying.
- Optik kursiga polyarizator, $\lambda/4$ - plastinkani va analizatorni 90-rasmda keltirilganidek o'rning. Polyarizator va galogen lampa orasidagi masofa taxminan 20 dan 30 sm gachani tashkil qiladi.
- Kremniyli fotoelementni analizator orqasiga o'rning va yorug'lik nuri yo'lini shunday sozlangki, fotoelement yaxshi yoritilsin.
- Galogen lampani tutib turgichni aylantirish orqali yorug'lik sozlanishi mumkin. Kremniyli fotoelement markazida joylashtirilgan kichik oq varaqda (g) lampa spiralining yorqin tasvirini hosil qiling.

Izoh: 90-rasmda tasvirlangan yarim shaffof ekran, tajribani sifatli bajarish uchun qo'llaniladi.

- Fototokni o'lchash uchun kremniyli fotoelementni multimetr bilan qizil-ko'k kabel juftligi orqali ulang.

Izoh: fototok yorug'lik intensivligiga proporsional. Yorug'lik intensivligi elektr maydoni vektori kvadratiga proporsional $I \sim E^2$.



90-rasm. Chiqayotgan yorug'likning qutblanish turini o'rganish uchun tajriba qurilmasi (soddalashtirilgan). (a)-galogen lampa. (b)-tasvir uchun polzunok filtr bilan. (c)-issiqlikdan himoyalovchi filtr. (d)-polyarizator. (e)- $\lambda/4$ yoki $\lambda/2$ to'liq plastinka. (f)-analizator. (g)-kremniyli fotoelement. (h)-yarim shaffof ekran.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

a) Chorak to'liqli plastinka

- Chorak to'liqli plastinkani olib tashlang va polyarizatorni nol holatga o'rnatib
- Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida -90° dan 90° gacha diapazonda o'lchang.
- Optik kursidagi polyarizator bilan analizator oralig'iga chorak to'liqli plastinkani o'rnatib
- Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida (ya'ni. 0° , 30° , 45° va 60° burchaklarda) -90° dan 90° gacha diapazonda o'lchang.

b) yarim to'liqli plastinka

- Polyarizatorni nol holatga o'rnatib
- Optik kursidagi polyarizator bilan analizator oralig'iga yarim to'liqli plastinkani o'rnatib.
- Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida (ya'ni. 0° , 30° , 45° va 60° burchaklarda) -90° dan 90° gacha diapazonda o'lchang.

Izoh: Yarim to'liqli plastinka bir xil oriyentatsiyali ikkita chorak to'liqli plastinka bilan ham almashtirilishi mumkin.

Sinash uchun savollar:

1. Yorug'likning qutublanish turlari, o'zaro farqi.
2. Monoxromatik yorug'lik haqida ma'lumot bering.
3. Yarim to'lqin va chorak to'lqin plastinkalarni qo'lanish maqsadlari.
4. Chiqayotgan yorug'likning qutblanish turini o'rganish uchun tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

12-laboratoriya ishi

QUTBLANISH TEKISLIGINI SHAKAR ERITMASI BILAN BURISH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 4, 19, 20, 22, 38, 53, 55, 57.)

Tajriba maqsadi: Qutblanish tekisligining konsentrlangan shakarli eritmada burilishini bir-biriga ko‘ndalang o‘rnatilgan ikki polyarizator bilan kuzatish. Uchta turli yorug‘lik ranglari uchun burish burchagini aniqlash.

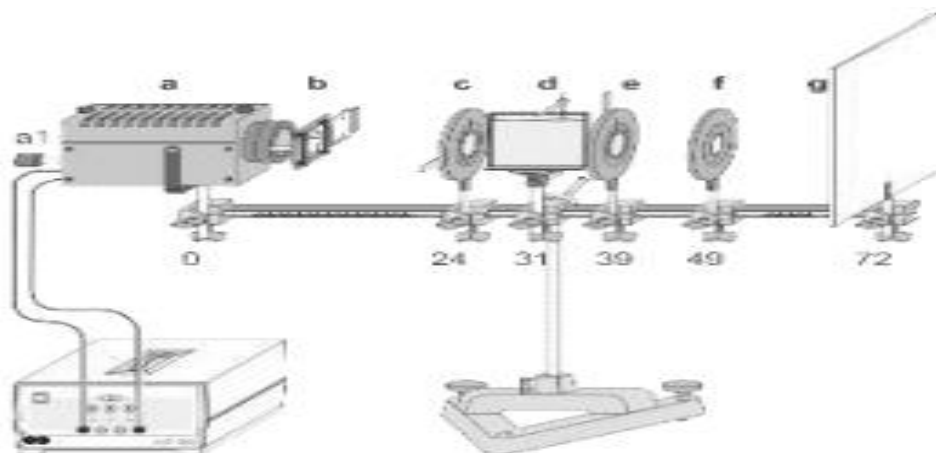
Qisqacha nazariya: Optik aktivlik bir qator moddalar uchun xos bo‘lib, bu moddalardan chiziqli qutblangan yorug‘lik o‘tganda qutblanish tekisligi buriladi. Bunday hodisa ba’zi eritmalarda ham yuz beradi. Eritma moddaning molekulyar strukturasi yorug‘likning o‘ng aylanishli va chap aylanishli qutblanishiga olib kelib, ular eritmada turli fazaviy tezlikda harakatlanadi. Eritmaga tushayotgan chiziqli qutblangan yorug‘lik o‘ng va chap aylanishli qutblangan to‘lqin qismlariga ajralishi mumkin. To‘lqinning ikki qismlari turli fazaviy tezlikda tarqalib, bosib o‘tgan masofasiga proporsional bo‘lgan fazalar farqini keltirib chiqaradi. To‘lqinning ikki qismi bu masofani bosib o‘tganidan so‘ng, superpozitsiya natijasida yo‘nalishi asl to‘lqinga nisbatan burilgan chiziqli qutblangan to‘lqinga aylanadi.

Burilish burchagi molekulyar strukturaga, eritmada yorug‘lik yo‘li davomligidagi erigan modda konsentratsiyasiga va yorug‘likning to‘lqin uzunligiga bog‘liq. Kuzatuvchi yorug‘lik nuri tarqalishi yo‘nalishiga qarama-qarshi qaraganida, yorug‘likning qutblanish tekisligi soat strelkasi bo‘yicha burilsa (o‘ng aylanish) unga musbat qiymat beriladi. Aksincha, soat strelkasiga teskari aylanishni chap aylanish deb atashadi va unga manfiy qiymat beriladi.

Asosan har qanday optik aktiv moddada o‘ng aylanishli va chap aylanishli modifikatsiyalar bo‘lishi mumkin.

Bu ikki modifikatsiyaning mu‘ayyan aylantirish qiymati bir-biriga teng va qarama-qarshi ishoraga ega. Ikkala modifikatsiyaning aralashmasi burish burchagini kamaytiradi. Ikkala modifikatsiya teng proporsiyada bo‘lgan aralashma resemat deb ataladi.

Tajribada qutblanish tekisligining burilishi bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikkita polyarizatorlarda kuzatiladi. Konsentrlangan eritma D (+) - suvdagi saxaroza optik aktiv modda sifatida qo'llaniladi. D (+) belgi qutblanish tekisligini modda o'ng tomonga aylantirishini anglatadi.



91-rasm. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burilishini kuzatish uchun tajriba qurilmasi

- a. Galogen lampa korpusi
- b. Yorug'lik filtri (tasvir siljtgichda)
- c. Polyarizator
- d. Shakar eritmasi
- e. Analizator
- f. Linza
- g. Kuzatish ekrani

Kerakli asbob va jihozlar:

1. D(+)-saxaroza, 100 g (674 605) – 1ta
2. Galogen lampa, 12 V/100 Vt (450 63) – 1ta
3. Galogen lampa korpusi 12 V, 50/100 Vt (450 64) – 1ta
4. Galogen lampa korpusi uchun tasvir siljtgich (450 66) – 1ta
5. Yorug'lik filtri, qizil (468 03) – 1ta

6. Yorug'lik filtri, yashil (468 07) – 1ta
7. Yorug'lik filtri, ko'k (468 11) – 1ta
8. Transformator 2 ... 12 V (521 25) – 1ta
9. Ko'zgusimon shisha yacheyka 100 x100 x10 mm³ (477 20) – 1ta
10. Polarization filtr (472 401) – 2ta
11. Linza, f =+100 mm (460 03) – 1ta
12. Prizmalı stol (460 25) – 1ta
13. Yarim shaffof ekran (441 53) – 1ta
14. Kichik optik kursi (460 43) – 1ta
15. Taglik asos, V-simon, 28 sm (30001) – 1ta
16. Leybold multiqisqichlari (301 01) – 6ta
17. Qo'l sopli qoshiq (666 963) – 1ta
18. Ko'ndalang kesimi 2.5 mm² bo'lgan ulash simlari

Tajriba qurilmasi:

Tajriba qurilmasi 91-rasmda keltirilgan.

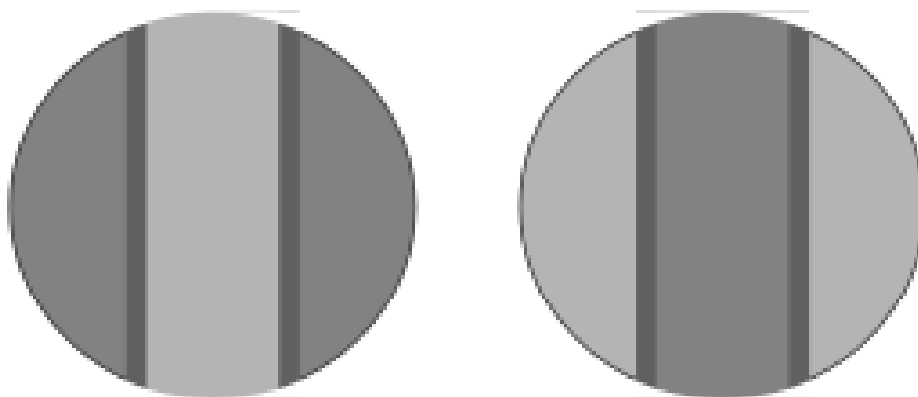
- 91-rasmda keltirilganidek, kichik optik kursiga komponentlarni yig'ing, rasmda chapdagi Leybold multiqisqichidan o'rinlar berilgan.
- Polyarizasiya filtrlarini shunday to'g'rilangki, ularning shkalasidagi belgilar kuzatish ekraniga qaragan bo'lsin va ikkalasi ham 90°ga o'rnatilsin.
- Galogen lampa korpusini 100 Vt dan foydalanishga moslashtiring (qaytargichdan foydalaning, galogen lampa korpusidan foydalanish instruksiyasiga qarang).
- Galogen lampani lampa korpusidagi sterjen yordamida (a_1) to'g'rilang va optik kursidagi linzani shunday siljitingki, kuzatish ekranidagi ko'rish maydoni bir jinsli yoritilsin.
- Ko'zgusimon shisha yacheykaga 50 ml suv soling (to'lish sathi 5 sm). Ko'zgusimon shisha yacheykani prizmalı stolga joylashtiring va uni kuzatish maydoniga markazlashtirib to'g'rilang.

Tajribaning o'tkazish tartibi:

a) Oq yorug'likni kuzatish:

- Analizatorni 0°ga o'rnatish va butun ko'rish maydonini kuzatish.

- Ko‘zgusimon shisha yacheykani nur yo‘lidan oling va ehtiyotlik bilan taxminan 20 qoshiq D (+) – saxarozani suvga soling.
- Chayqash orqali D (+) - saxarozani maksimal to‘liq eriting.
- Ko‘zgusimon shisha yacheykani qayta nur yo‘lining markaziga joylashtiring va ko‘rish maydonini kuzating.
- Analizatorning qutblash yo‘nalishini buring va buning barchasini ko‘rish maydonida kuzating.



92-rasm. Shakarli eritma nur yo‘liga qo‘yilgandan keyin monoxromatik yorug‘lik uchun ko‘rish maydoni (chapdagi: analizator o‘rni 0^0 , o‘ngdagi: ko‘rish maydonining markaziy qismida maksimal qorong‘ulik)

b) Monoxromatik yorug‘likni kuzatish:

- Galogen lampa korpusining chiqish aperturasidagi tasvir siljitgichga qizil yorug‘lik filtni o‘rnating va analizator bilan ko‘rish maydonining o‘rta qismida maksimal qorong‘ulikga erishing(92-rasmga qarang)
- Analizator o‘rnini qizil yorug‘lik uchun eritmaning burish burchagi sifatida qabul qiling.
- Qizil yorug‘lik filtrini yashil bilan almashtiring va burish burchagini yana aniqlang.
- Ko‘k yorug‘lik filtri uchun burish burchagini aniqlang.

Sinash uchun savollar:

1. Polyarizator soʻzining fizik maʼnosi.
2. Yorugʻlikning oʻng aylanishli va chap aylanishli qutblanishini fizik mohiyatini tushuntiring.
3. Resemat soʻzining fizik maʼnosi.
4. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burilishini kuzatish uchun tajriba qurilmasi ishlash mehanizimini tushuntiring.

13-laboratoriya ishi

STEFAN-BOLSMAN QONUNI: “QORA JISM” NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG‘LIQLIGINI O‘LCHASH (*Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 19, 21, 23, 24, 53, 54, 56, 57.*)

Tajriba maqsadi: Moll termoelementidan foydalanib, 300-750 K temperaturalar intervalida “qora jism” detallari bor elektr pechdagi nurlanishning nisbiy intensivligini o‘lchashni amalga oshirish. Stefan-Bolsman qonunini tekshirish uchun nurlanish intensivligining absolyut temperaturaga bog‘liqligi grafigini tuzish.

Qisqacha nazariya: Barcha jismlar issiqlik nurlantiradi. Bu issiqlik elektromagnit nurlanishning intensivligi temperatura ortishi bilan ortadi va hamda shu jismning sirtiga ham bog‘liq. Berilgan to‘lqin uzunligida, u nurni qanchalik yaxshiroq yutsa, shunchalik ko‘proq issiqlik nurlantiradi.

Barcha to‘lqin uzunlikli issiqlik nurlanishini yutuvchi jism absolyut qora jism deb ataladi. Aynan Kirxgoff birinchi bo‘lib, berk bo‘shliqdan virtual absolyut qora jism sifatida foydalanishni taklif qilgan. Absolyut qora jism eng katta yutish koeffitsiyentiga ega va shu bilan, berilgan temperaturada va to‘lqin uzunlikda maksimal mumkin bo‘lgan nurlantirishga ega.

Stefan-Bolsman qonuni absolyut qora jismning umumiy chiqarayotgan nurlanishi T absolyut temperaturaning to‘rtinchi darajasiga proporsional ekanligini tasdiqlaydi. Yanada aniqroq nurlanish manbasining nurlanuvchanligi M , ya’ni sirtning bir tomonidagi nurlanishning umumiy quvvati nurlanayotgan sirt sohasiga nisbatan quyidagidan aniqlanadi.

$$M = \alpha T^4 \quad (4.20)$$

($\alpha = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ (VtG}^{\circ}\text{m}^{-2})$ Stefan-Bolsman doimiysi)

Shu vaqtda absolyut qora jism atrof muhitdan nur ham yutadi. Shunday qilib biz M umumiy nurlanuvchanlikni emas, anig‘i absolyut qora jism nurlanishidan olingan M^I nurlanish manbasining nurlanuvchanligini o‘lchaymiz. Atrof muhitdan yutilgan nurlanishning nurlanuvchanligi quyidagiga teng:

$$M_0 = \alpha T_0^4 \quad (4.21)$$

Shuning uchun, quyidagini yozish mumkin:

$$M^I = \alpha (T^4 - T_0^4) \quad (4.21)$$

Mazkur tajribada “absolyut qora jism” sifatida elektr pechdan foydalaniladi. Absolyut qora jism detallari jilvirlangan mis silindr va ekrandan iborat. Bir uchi izolyasiya qilingan mis silindr, elektr pechga kiritiladi va talab qilingan temperaturagacha qizdiriladi. Zarur bo‘lganda suv bilan sovutiladigan ekran elektr pechning oldiga shunday o‘rnatilganki, qaynoq pechkaning tashqi devorlarining nurlanishini emas, faqat jilvirlangan silindrning issiqlik nurlanishini o‘lchash mumkin. Temperatura datchigi NiCr-Ni mis silindrdagi temperaturani o‘lchash uchun qo‘llaniladi.

Issiqlik nurlanishi mikrovoltmetrga ulangan Moll termoelementidan foydalanib o‘lchanadi. Termoelement ulangan termojuftliklar seriyasidan tashkil topgan. O‘lchanayotgan nuqtalar tushayotgan nurni to‘liq yutadi, qiyoslash nuqtalari esa atrof muhit temperaturasida bo‘ladi. Biz shunday qilib, termoelektrik batareyalarning chiqish kuchlanishini nurlanish manbasining M' nisbiy nurlanuvchanligi o‘lchovi sifatida olishimiz mumkin.

Kerakli asbob va jihozlar:

1. Elektrik pech, 230 V (555 81) – 1ta
2. Absolyut qora jism detallari (389 43) – 1ta
3. Elektrik pech ashyolari (555 84) – 1ta
4. Bir tarafi ochiq kirishli raqamli termometr (666 190) – 1ta
5. Temperatura datchigi, NiCr-Ni (666 193) – 1ta
6. Moll termoelementi (557 36) – 1ta
7. Mikrovoltmetr (532 13) – 1ta
8. Kichik optik kursi (460 43) – 1ta
9. Katta V-shaklsimon shtativ (300 01) – 1ta
10. Leybold multiqisqichlari (301 01) – 4ta
11. Universal fiksator S (666 555) – 1ta

Biriktirish bo'yicha ko'rsatmalar

Qo'shimcha tavsiya qilinadi:

12. Immersion suyuqlikli nasos (306 98) – 1ta

13. Silikon quvurlar, ichki diametri 7×1.5 mm, 1 m (667 194) – 2ta

14. Suv uchun idish, hajmi taxminan 10 l – 1ta

Tajriba qurilmasi:

Izohlar: O'lchanayotgan intensivlik juda past va shuning uchun u atrofdagi jismlardan nurlanish interferensiyalariga nihoyatda sezgir:

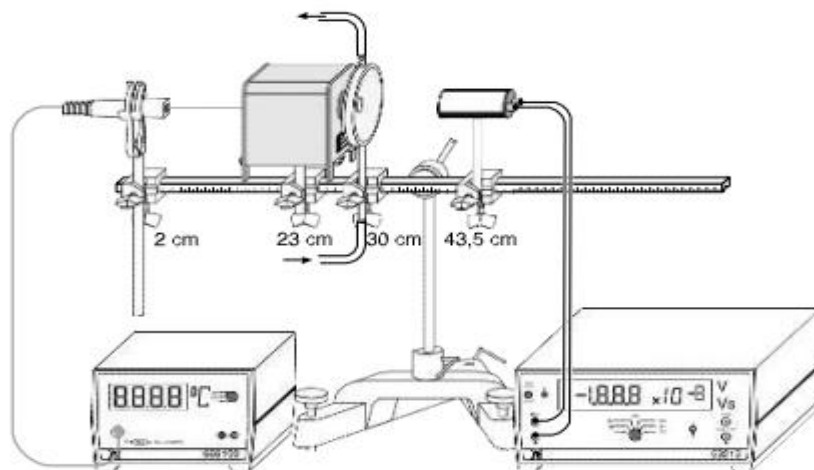
O'lchash vaqtida termoelektrik batareyalarga aslo qo'l tegizmang.

Termoelektrik batareyalarga yaqin joyda, ayniqsa ular oldida ishlamang.

Tajriba davomida xona temperaturasining o'zgarishidan xoli bo'ling.

Boshqa nurlanish manbalarining aralashishiga yo'l qo'ymang; zarur bo'lsa, yig'mani karton bilan ekranlashtiring.

Zarur bo'lsa, xonani qorong'ulashtiring.



93-rasm. Stefan-Bolsmannning issiqlikdan nurlanish qonunini tasdiqlash uchun tajriba qurilmasi. O'rinlar haqidagi malumotlar kichik optik kursidagi Leybold multiqisqilarining chap tarafidan boshlangan.

Tajribani boshlashdan oldin, mikrovoltmeter 10 minut davomida qizishiga imkon bering.

Qurilmaning orqa qismida joylashgan asosiy ulab uzgich yordamida mikrovoltmetrni elektr tarmog'iga ulang.

93-rasmda tajriba qurilmasi tasvirlangan.

Suv bilan sovutishdan foydalanilganda:

- Silikon quvurni immersion nasosga va ekranga shunday biriktiringki, ekranga suvning oqib kelishi pastki patrubkadan, chiqishi esa ekranning asosiy patrubkasidan bo'lsin.

- Idishni suv bilan to'ldiring va immersion nasosni suvli idishning gardishiga montaj qisqichdan foydalanib shunday mahkamlangki, kirish teshigi to'liq suvga botsin va maksimal botish chuqurligi 17 sm dan ortiq bo'lmasin (94-rasmga qarang; boshqa imkoni bor montaj uchun foydalanish bo'yicha instruksiyalarga murojat qiling)



94-rasm. Suvli idishga immersion nasosni o'rnatish namunasi

Shundan so'ng:

- Elektrik pechni, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani 93-rasmda keltirilganidek shunday o'rnatishni, termoelektrik batareyaning sterjeni elektr pechning ochiq tarafi oldidan taxminan 15 sm da joylashsin. Absolyut qora jism komplekti ekrani metall tarafi bilan termoelektrik batareyaga qaralgan holda elektr pechning oldida taxminan 5-10 mm da joylashtiring.

Izoh: Shisha tuynuk qisqa to'liq uzunlikli nurlanishga ko'ra uzun to'liq uzunlikli nurlanishni ko'proq yutadi va shuning uchun nurlanish intensivligining temperaturaga bog'liqligi o'lchashlarini sistematik tarzdasoxtalashtiradi.

- Termoelektrik batareyaning shisha tuynugini olib tashlang.
- Temperatura datchigini NiCr-Ni raqamli termometr bilan ulang va uni jilvirlangan mis silindrning markazidagi teshikga iloji boricha chuqurroq joylashtiring.
- Joyida temperatura datchigini universal qichqich bilan S montaj qiling va raqamli termometrni ulang (o'lchash diapazoni $> 200\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Elektrik pechning ochiq tarafini, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani shunday to'g'irlangki, issiqlik nuri bevosita ochiq termoelektrik batareyaga tushsin.
- Suv bilan sovutishdan foydalanilganda, immersion nasosni qo'llang.
- Termoelektrik batareyani mikrovoltmetr bilan 93-rasmda keltirilganidek ulang (o'lchash diapazoni $10\text{--}4\text{ V}$); termoelektrik batareyadagi qizil klemma mikrovoltmetrdagi qizil klemma bilan ulanganiga ishonch hosil qiling.
- Siljishni "avto kompensasiya" tugmasini bosish orqali kompensasiyalang; zarur bo'lsa, raqamli displeyni nollashtirish uchun potensiometr yordamida aniq sozlashni bajaring (mikrovoltmetr uchun instruksiya betiga qarang).

Tajribaning o'tkazish tartibi:

Dastlab: n mis silindrning temperaturasini va termoelektrik batareyaning boshlang'ich chiqish kuchlanishini o'lchang va bu qiymatlarni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.

Shundan so'ng:

- Elektr pechni ulang va temperatura har $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga oshganda. n va U ning qiymatlarini o'lchang va ularni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling. Temperatura $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ oralig'i darajasiga erishganda:
- Elektr pechni uzing; va temperatura har bir $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga pasayganda, n va U ning qiymatlarini o'z tajriba jurnalangizga yozib boring.

- Temperatura $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bilan xona temperaturasi oralig'igacha pasayganda, elektr pechdan temperatura datchigini oling, xona temperaturasini o'lchang va bu qiymatni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.

- Termoelektrik batareyani qoramtir karton bilan ekranlashtiring, voltmetrning nol ko'rsatishini tekshiring va bu qiymatni o'z tajriba jurnalangizga yozib oling.

Sinash uchun savollar:

1. Moddalarni issiqlikdan nurlanishini tushuntiring.
2. Absolyut qora jismni fizik mohiyatini tushuntiring.
3. Absolyut qora jismni issiqlikdan nurlanishini tushuntiring.
4. Stefan-Bolsmanning issiqlikdan nurlanish qonunini tasdiqlash uchun tajriba qurilmasini ishlash mehanizimini tushuntiring.

14-laboratoriya ishi

INERT GAZ VA METALL BUG‘LARINING CHIZIQLI SPEKTRLARINI PRIZMALI SPEKTROMETR YORDAMIDA O‘LCHASH

(Qo‘shimcha foydalanish uchun adabiyotlar: 19, 20, 21, 22, 53, 54, 57, 60.)

Tajriba maqsadi: Spektrometr prizmasini sozlash. He-lampa bilan spektrometr prizmasini kalibrlash. “No‘malum” chiziqli spektrni o‘lchash. No‘malum yorug‘lik manbaini aniqlash.

Qisqacha nazariya: Yorug‘lik bilan uyg‘otilgan inert gazlar va metall bug‘lari spektral chiziqlar, ya’ni mos element uchun xarakterli bo‘lgan konkret to‘lqin uzunliklar to‘plamini chiqaradi. Bu to‘lqin uzunliklarni aniq o‘lchash orqali, biz yorug‘lik manbaining xarakteri haqida asosli xulosalar qilishimiz mumkin. Bu spektral chiziqlarni ajratish uchun biz prizmadan foydalanishimiz mumkin. Bu ishda sindirish ko‘rsatgichi n prizma materialiga bog‘liqligidan foydalaniladi (mazkur holda rangsiz shisha).

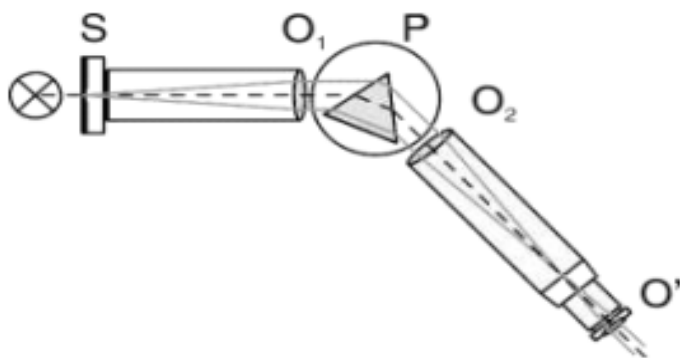
Yorug‘lik nurlari prizmada sinib, to‘lqin uzunliklariga bog‘liq ravishda prizmada turli darajada og‘adi. Spektrning ko‘rinish diapazonidagi qisqa to‘lqinli yorug‘lik uzun to‘lqinligi yorug‘likga qaraganda ko‘proq og‘adi.

Prizmalı spektrometrda kengligi va balandligini o‘zgartirish mumkin bo‘lgan vertikal tirqishdan S chiqqan yorug‘lik sochilgan holda tarqaladi va O_1 obyektivning linzasiga tushadi: tirqishdan ungacha bo‘lgan masofa uning fokus masofasiga ekvivalent (95-rasmga qarang). Tirqish va linza birgalikda kollimatorni tashkil qiladi. Obyektivdan keyin, yorug‘lik parallel dasta sifatida R prizмага tushadi, ya’ni prizмага barcha nurlar bitta burchak ostida tushadi. Prizma yorug‘likni sindiradi va har bir to‘lqin uzunlikli nur turli burchakka og‘adi. Va nihoyat, ikkinchi O_2 obyektivning linzasida ma’lum to‘lqin uzunlikli barcha parallel nurlar fokuslanib, obyektivning fokal tekisligida S tirqishning obrazini hosil qiladi. Shunday qilib, toza spektr fokal tekislikda shakllanadi va biz uni O' okulyar yordamida kuzatishimiz mumkin. O_2 obyektiv linza va O' okulyar birgalikda fokuslanishi cheksiz bo‘lgan astronomik teleskopni tashkil qiladi.

Prizma shunday o'rnatiladiki, spektrning o'rtacha to'liq uzunliklari (500 - 600 nm ga yaqin) uchun nurning yo'li simmetrik va og'ish minimal bo'lsin. Bu o'z navbatida spektral ajrata olishni oshiradi. Teleskop og'ish burchagini o'lchash mumkin bo'ladigan qilib aylanma richagga o'rnatilgan.

Teleskop burilganda, okulyar fokal tekisligida joylashgan okulyar kesishma viziri alohida spektral chiziqlarda bo'ladi. Burchakni va shu bilan chiziqlarning nisbatan o'rnini o'lchash uchun, teleskop graduировка aylanasi bilan birgalikda (disk shkalasi yarim gradus bo'linmalari bilan) goniometr bilan ta'minlangan. Nonius chiziqlar o'rnini burchak minuti darajasi aniqligida o'lchashga imkon beradi.

Sindirish ko'rsatgichi n bilan to'liq uzunligi λ orasidagi bog'lanish chiziqli emas. Agar no'malum yorug'lik manbaining to'liq uzunligini prizmadan o'tishdagi og'ish bilan aniqlansa, spektrometrni oldin kalibrlash kerak. Bunga spektral chiziqlari spektrning to'liq ko'rinuvchan sohasida taqsimlangan va ma'lum bo'lgan lampa yordamida erishiladi. Olingan kalibrlash egriligidan foydalanib, no'malum yorug'lik manbaining mos to'liq uzunliklariga tegishli spektral chiziqlarni aniqlash mumkin.



95-rasm. Prizmalı spektrometrda nurning yo'li

Spektrometrni sozlash

Aniq o'lchashlarni amalga oshirish uchun asbob puxtalik bilan sozlanishi kerak. Tirqish va okulyar viziri aniq mos linza obyektivining fokal tekisligida yotishi kerak. (teleskopik nur yo'li).

Tirqish va prizma sirti teleskopning aylanish o'qiga parallel qilib to'g'irlanishi kerak.

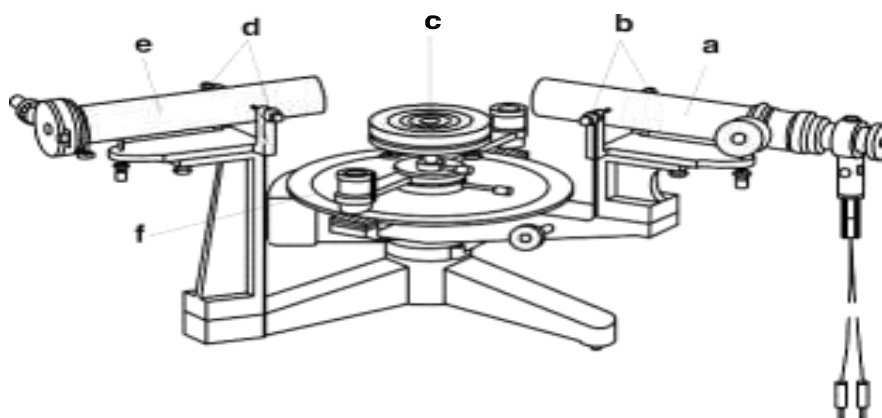
Ba'zi sozlash bosqichlari, hamda spektrlar chiziqlarini o'lchashni amalga oshirish xona bir oz qorong'ulashtirilganda oson kechadi.

Dastlabki sozlash:

Prizma stolining og'ishi faqat chegaralangan darajada o'zgaradi. Sozlash uchun yetarli bo'lishiga amin bo'lish uchun stolni dastlabki sozlash vaqtida imkoni boricha (ko'z bilan chamalab) gorizont bo'yicha to'g'rilang.

– Teleskopni (a), prizma stolini (c), va trubka tirqishini (kollimator) (e) gorizontaal yo'nalishda ko'z bilan chamalab to'g'rilang (96-rasmga qarang).

– Teleskop va kollimatorni yon tomonga sozlash vintlari (b), (d), yordamida markazlashtiring va keyin vintlarni qotiring. Sozlash vintlariini juda ko'p ochib



yubormang, chunki ular teleskopni va kollimatorni tutib turadi.

96-rasm. Spektrometr.

- a. Teleskop
- b. Kollimatorni siljitish uchun sozlash vinti
- c. Prizma stoli
- d. Teleskopni siljitish uchun sozlash vinti
- e. Kollimator
- f. Spektrometrning asosiy qurilmas

Teleskopni cheksizlikka fokuslash:

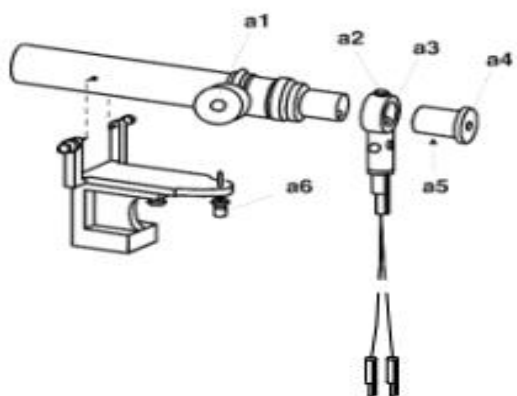
Izoh: Ko‘rishida muammosi bor eksperimentatorlar, teleskop orqali uzoqdagi obyektlarni yaxshi ko‘radi; lekin bu holat teleskop cheksizlikka aniq o‘rnatilganidan dalolat bermaydi. Bunga qaramasdan, shu eksperimentatorning o‘zi kollimator va teleskopni korrektirovka qilsa, aniq o‘lchashlarni amalga oshirishi mumkin. Agar boshqa eksperimentatorlar spektrlarni kuzatishni hohlashsa, okulyarni (a4) siljitish yo‘li bilan fokusirovka bajarilishi mumkin.

– Okulyarni chiqarib oling (a4), yorug‘lik manbaini (a3) teleskopga o‘rnating va yorug‘lik manbai uchun teshigini pastga qaratib okulyarni qayta o‘rnating (97-rasmga qarang).

– Trubkadagi okulyarni siljitish (a4) orqali vizir kesishmaga qarating va zarur bo‘lsa, uni to‘g‘rilang.

– Yorug‘lik manbai uchun teshik (a5) hali ham pastga qarab turganiga amin bo‘ling. Gorizontal bo‘yicha to‘g‘rilangan teleskopni markazni korrektirovka qilish dastasi(a1) bilan uzoqdagi obyektga fokuslang (> 50.0 m)

Agar o‘rnatish to‘g‘ri bo‘lsa, kuzatilayotgan obyekt tasviri va vizir kesishma ikkalasi ham obyektivning fokal tekisligida yotishi kerak, mumkin bo‘lsa, kuzatilayotgan obyekt bilan vizir kesishma o‘rtasida parallaks bo‘lmasligi lozim.



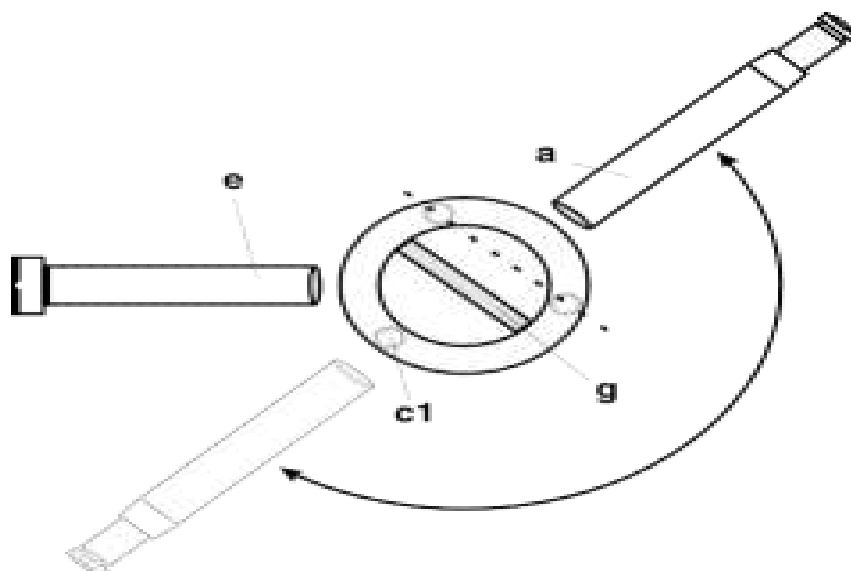
97-rasm. Teleskop yoritgich bilan. a1-fokusni sozlash dastasi. a2-yorug‘lik manbaini qotirish vinti. a3-yorug‘lik manbai. a4-okulyar. a5-yorug‘lik manbai uchun teshik (ko‘rinmagan). a6-teleskopni balandlik bo‘yicha sozlash vinti

Yorug'lik manbaini sozlash:

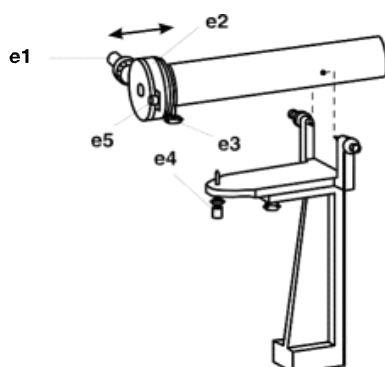
- Teleskopni kollimatorga yo'naltiring (tirqishni bir oz oching).
- Yoritish manbaini (a3) $U = 6\text{ V}$ kuchlanishga ulang.
- Qotiruvchi vintdan (a2) foydalanib, yoritish qurilmasini, okulyar holatini o'zgartirmasdan, teleskopga shunday joylashtiringki, tirqishning ichi yaxshi yoritilsin.

Teleskop optik o'qini spektrometr o'qiga perpendikulyar yustirovka qilish:

- Yassi shisha plastinani prizma stoli markazidagi tutgichga (g), kollimatorga(e) nisbatan 45° burchak ostida shunday joylashtiringki, prizma stolining ikki sozlash vintlari bo'yicha o'tkazilgan (faraziy) chiziq yassi shisha plastinaning yon tomoni sirtiga parallel bo'lsin (98-rasmga qarang).
- Teleskopni (a) yassi shisha plastinaning biror bir yon qirrasiga perpendikulyar qilib shunday to'g'rilangki, vizir kesishma shu sirtida akslansin.
- Gorizantal vizirni uning aksi bilan mos keladigan qilib sozlang. Bu sozlashni to'g'ri amalga oshirish uchun, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (97-rasm) orqali, boshqa yarim farqni esa prizma stolini o'rnatish vinti (c1) orqali bajaring.
- Bu ikki amalni gorizantal vizir va uning ko'zguli tasviri yassi shisha plastinadan ikki tarafda ham mos kelmaguncha takrorlang:
 - 1) 98-rasmda keltirilganidek, ko'rish trubasini 180° ga vizir kesishma yassi plastinaning qarama-qarshi tarafida akslanadigan qilib buring.
 - 2) Vizir kesishma va uning ko'zguli aksi mos kelishini tekshiring. Agar mos kelmasa, yuqorida keltirilganidek, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (97-rasm) orqali, boshqa yarim farqni esa prizma stolini o'rnatish vinti (c1) orqali bajaring.
- Teleskop balandligini sozlash vintini (a6) kontrgaykadan foydalanib qotiring.
- Prizma stolidan yassi shisha plastinani tutgichi bilan oling.
- Yoritish manbaini ta'minlash kuchlanishidan uzing.



98-rasm. Spektrometr yassi shisha plastina bilan birgalikda. a-teleskop. c1-prizma stoli uchun vintlar. e-kollimator. g-yassi shisha plastina tutgichda.



99-rasm. Kollimator. e1-Mikrometer dastazi. e2-Kollimator trubasi. e3-Kollimator trubkasini qotirish vinti. e4-Kollimator balandligini korrektirovka qilish vinti. e5-Tirqish balandligini pasaytirgich

Kollimatorni yustirovka qilish:

- Tirqishni tashqi manba orqali, masalan lampochka yoki spektral lampalarning biri bilan yoriting.
- Kollimator trubkani qotirib turish vintini(e3) bo'shating va kollimator trubkani (e2) strelka yo'nalishida to yorqin obraz paydo bo'lmaguncha siljiting (99-rasmga qarang).

- Trubkani burish orqali tirqishni shunday to'g'rilangki, u vertikal vizir kesishmasiga parallel bo'lsin va keyin kollimator trubkani qotirib turish vintini mahkamlang (e3).

Burishga imkon yaratish bilan prizma sirtiga parallel yustirovka qilish:

– Teleskopni shunday buringki, u kollimatorga o'tkir burchakda joylashsin va uni shu joyida qotirish vinti yordamida mahkamlang (100-rasm va 101-rasmga qarang)

– Prizmani prizma stolidagi tutgichga (h) 100-rasmda keltirilganidek o'rnatish va bunda prizmaning bir tomoni prizma stolidagi ikkita sozlash vintlari orqali o'tkazilgan (faraziy) chiziqqa parallel bo'lsin.

– Prizma stolini to prizmaning bir qirrasidan akslangan tirqish tasviri teleskopda ko'rinmaguncha buring va keyin prizma stolini qotirish vintini (f1) mahkamlang.

– Orqadagi sozlash vintlaridan (c1) foydalanib, tirqishning akslangan tasvirini vizir kesishmaning markaziga siljiting.

– Prizma stoli burilganda akslangan tirqish o'zgarmasligi uchun quyidagi ikki amalni bajaring:

1) Prizma stolini mahkamlab turgan vintni(f1) bo'shating va tirqishning tasviri prizmaning keyingi sirtida akslanmaguncha prizma stolini buring va keyin prizma stolini qotiruvchi vintni mahkamlang.

2) Prizma stolining orqa tomonidagi (teleskopda ko'rinib turibdi) o'rnatish vinti yordamida tirqishning akslanishini vizir kesishmaning o'rtasiga olib keling.

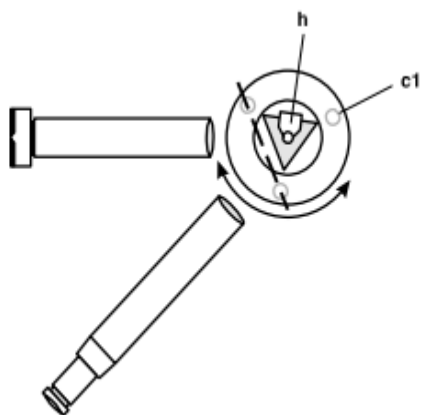
Kerakli asbob va jihozlar:

1. Spektrometr and goniometr (467 23) – 1ta
2. Spektral lampa He, pin kontakt (451 031) – 1ta
3. Spektral lampa Cd, pin kontakt (451 041) – 1ta
4. Korpus pin kontakt bilan spektral lampa uchun (451 16) – 1ta
5. Universal drossel, 230 V, 50 Hz (451 30) – 1ta
6. Transformator, 6 V AC, 12 V AC (562 73) – 1ta
7. Taglik, kichik, V-simon (300 02) – 1ta

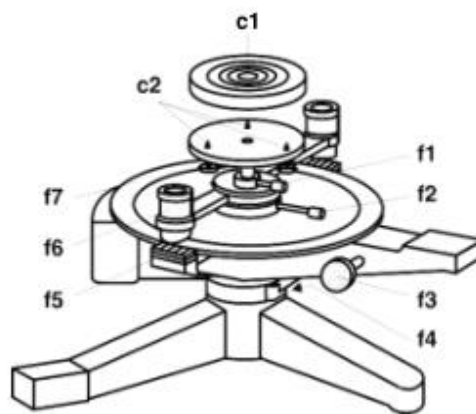
Qo'shimcha qo'llaniladigan:

8. Spektral lampa Ne, pin kontakt (451 011) – 1ta

9. Spektral lampa Hg/Cd, pin kontakt (451 071) – 1ta
10. Spektral lampa Ti, pin kontakt (451 081) – 1ta
11. Spektral lampa Na, pin kontakt (451 111) – 1ta



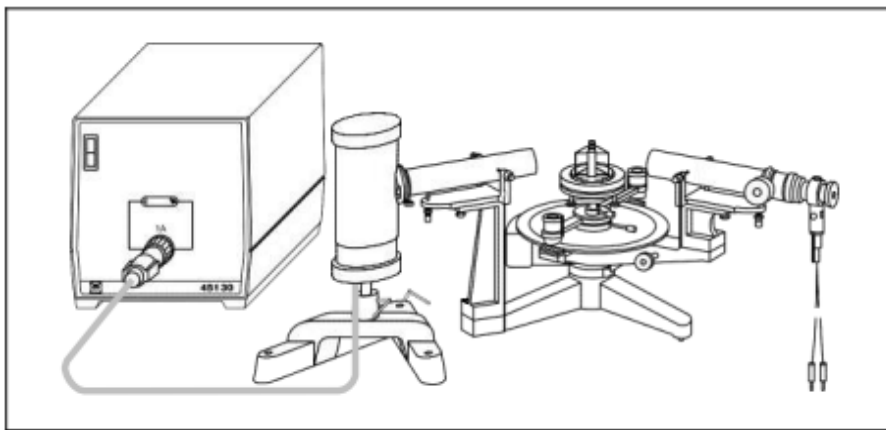
100-rasm. Prizma sirtini yustirovka qilish.
c1-Prizma stoli uchun yustirovka vintlari.
h-(flint) shisha prizma tutgichda



101-rasm. Spektrometrnihg asosiy qurilmasi
va prizma stoli. c1-Prizma stoli. c2-Prizma
stolini to'g'rilash vintlari. f1-Prizma stolini
qotirish vinti. f2-Graduirovka qilingan
aylanani qotirish vinti. f3-Teleskopni burish
uchun nozik sozlash vinti. f4-Teleskopni
qotirish vinti(ko'rinmagan). f5-Noniuslar. f6-
Lupa. f7-Graduirovka qilingan aylana

Tajriba qurilmasi:

- Spektral lampani korpusga mahkamlang, uni 102-rasmda keltirilganidek taglikka o'rnatib, uni universal drosselga ulab yoqing.
- He-spektral lampa bilan tirqishni yoritib. Lampa kollimatorning ko'rish o'qida joylashganiga ishonch hosil qiling.
- Prizmani prizma stoliga joylashtiring va teleskopni shunday to'g'rilangki, tirqishdan o'tgan yorug'lik prizмага tushsin (agar yuqoridan qaralsa, 95-rasmga qarang) va spektrni teleskopda kuzatish mumkin bo'lsin.



102-rasm Yustirovka qilingan tajriba qurilmasi

Tajribaning o‘tkazish tartibi:

a) Minimal og‘ish burchagini o‘rnatish:

Tirqish kengligi toraytirilsa, ajrata olish qobiliyati ortadi; Shu bilan birga spektr yorug‘lik intensivligi esa mos ravishda pasayadi:

- Tirqish (e_1) kengligini o‘zgartiruvchi mikrometrik vint yordamida, munosib tirqish kengligini o‘rnatish.
- Sekinlik bilan prizma stolini buring va teleskopda spektral chiziqlarning o‘zgarishini spektr «markaz» chizig‘i (masalan, sariq $\lambda=587,6$ nm) reversiv nuqtadan (minimal qiymat) o‘tguncha kuzating.
- Prizma stolini minimal holatda, mos vintlarni (f_1) va (f_4) mahkamlashdan foydalanib qotiring.

b) Spektrometrni He - spektral lampa bilan kalibrlash:

Izoh: spektrometr ikkita qarama-qarshi turgan nonius bilan jihozlangan. Qayd qilish xatoligini minimallashtirish va aylanish o‘qiga nisbatan har qanday ekssentrisitetni kompensasiyalash uchun ikkita ko‘rsatishning o‘rtacha qiymatini oling.

- Teleskopni shunday yustirovka qilingki, vertikal chiziq biron-bir tashqi spektral chiziq bilan mos kelsin (mazkur o‘lchash namunasida qizil chiziq).
- Graduirovka qilingan aylanani (f_7) 0° va 180° nonius chizig‘iga keltiring(f_5) va uni qotirish vintidan (f_2) foydalanib mahkamlang.

Sinash uchun savollar:

1. Uygʻotilgan inert gazlar haqida maʼlumot bering.
2. Chiziqli spektrlar haqida maʼlumot bering.
3. Sindirish koʻrsatgichi n bilan toʻlqin uzunligi λ orasidagi bogʻlanish.
4. Spektrometrni ishash prinsipini tushuntiring.

GLOSSARIY

1. Matematik mayatnik — Biror qo‘zg‘almas nuqtaga vaznsiz va cho‘zilmaydigan ipga osib qo‘yilgan moddiy nuqta Mayatnik og‘irlik kuchi ta‘sirida vertikal (tik) tekislikda tebranadi.
2. Fototranzistor (foto... va tranzistor) — yorug‘likni sezuvchi va bunda sodir bo‘ladigan elektr tok kuchini kuchaytiruvchi yarim o‘tkazgichli asbob.
3. Deformatsiya (lot. deformatio - o‘zgarish) – jism shaklining biror kuch ta‘sirida o‘zgarishi.
4. Elastik deformatsiya- Tashqi kuch olingandan so‘ng jismning shakli dastlabki holatiga qaytsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya deb. ataladi.
5. Plastik deformatsiya- Tashqi kuch olinganidan so‘ng jism shakli o‘zining avvalgi holatiga qaytmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deb ataladi.
6. Energiya- Fizik tizimning boshqa fizik tizimlarga nisbatan ish bajara olish qobiliyati miqdoridir.
7. Potensial energiya- Mexanik tizim umumiy energiyasining ma’lum ulushi. U shu tizimni tashkil etgan zarralarning o‘zaro joylashishi va tashki kuch maydonidagi vaziyatiga bog‘liq.
8. Kinetik energiya- Jismning mexanik harakatdagi energiyasi.
9. Impuls- Lotincha impulsus zarba, turtki.
10. Sekundomer- Vaqt oralig‘ini soat, minut, sekund va sekundning ulushlarida o‘lchaydigan asbob.
11. Trayektoriya (lot. traectorius — harakatga oid) — Fazoda harakatlanayotgan moddiy nuqta hosil qiluvchi chiziq.
12. Tezlik- Birlik vaqt oralig‘ida bosib o‘tgan yo‘l
13. Tezlanish- Birlik vaqt oraligida tezlikni o‘zgarishi.
14. Jismlarning erkin tushishi - Yerning tortish kuchi maydonida jismlarning nolga teng boshlang‘ich tezlikda harakatlanishi.

15. Burchak tezligi- Qattiq jismning aylanish tezligini ifodalovchi kattalik
16. Giroskop- Aylanish o'qi fazoda o'z yo'nalishini o'zgartira oladigan tez aylanuvchi qattiq jism.
17. Chastota- Ma'lum vaqt ichida takrorlangan harakat yoki tebranishlar soni.
18. Maksvel diski- Energiya saqlanishi qonunini tekshirish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi.
19. Qattiq jism- Ma'lum shaklga va hajmga ega bo'lishlari bilan xarakterlanadigan fizik atama.
20. Kristall- (yun. krystallos — muz) — Atomlari, ionlari va molekulari ma'lum tartibda joylashib, fazoviy kristall panjarani tashqil etgan qattiq jismlar.
21. Temperatura- Moddaning issiqlik holatini miqdor jihatidan aniqlaydigan fizik kattalik.
22. Transformator (lot. transformo — o'zgartiraman) — Texnikada energiya yoki ob'ektlarning biron bir muhim xossasi (mas., tok kuchi, kuchlanish va boshqalar)ni o'zgartirish uchun mo'ljallangan qurilma.
23. Diod — Elektr tokini bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega bo'lgan elektron asbobdir.
24. Elektr Quvvat- Birlik vaqt oralig'ida bajarilgan ish
25. Modda Zichlig- Moddaning asosiy tafsilotlaridan biri, son jihatdan jismning hajm birligidagi massasiga teng.
26. Solishtirma issiqlik sig'im- Bir kilogramm modda haroratini bir Kelvinga oshirish uchun sarflanadigan issiqlik energiyasi miqdori.
27. Xaotik harakat- Suyiqlik va gaz moddasini tashkil etgan zarralar (molekulalar, atomlar, elektronlar va b.)ning tartibsiz harakati.
28. Molekula- (lot. moles — massa, molecula — «massacha») — Moddaning kimyoviy xususiyatlari saqlanadigan eng kichik zarracha.
29. Ideal gaz- Molekulalari o'zaro mutlaqo ta'sirlashmaydigan gaz, bunda gazni tashkil etuvchi molekulalarning xususiy hajmlari e'tiborga olinmaydi.

30. Adiabata- (yun. Adia-batos – o‘tib bo‘lmas) – Tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvisiz o‘tadigan termodinamik jarayon.
31. Barometr- (yun. baros — og‘irlik - metr) — Atmosfera bosimini o‘lchashda ishlatiladigan asbob
32. Elektr toki- Elektr zaryadlarining tartibli harakati
33. Elektr kuchlanishi- Elektr va tashqi kuchlarning birlik musbat zaryadni zanjirning aniq bir qismida ko‘chirishida bajargan ishiga teng bo‘lgan fizik kattalik
34. Elektr qarshilik- Elektr zanjiri (yoki zanjir bir qismi)ning elektr tokka ko‘rsatadigan aks ta’sirini ifodalaydigan fizik kattalik
35. Elektroliz (elektro... va ...liz) - Qizdirib suyuqlantirilgan elektrolit yoki uning suvdagi eritmasi orqali o‘zgarmas elektr toki o‘tganida elektrodalarda sodir bo‘ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari.
36. Magnit induksiyasi- Magnit maydonning asosiy tavsifi bo‘lgan vektor, uning kattaligi va yo‘nalishi magnit maydonning unda joylashtirilgan tokli o‘tkazgichga ta’siri bilan anikdanadi.
37. Elektromagnit to‘lqinlar- Vaqt bo‘yicha davriy o‘zgaradigan elektromagnit maydonning fazoda chekli tezlik bilan tarqalish jarayoni.
38. Vakuum- (lot. vacuum — bo‘shliq) — Gazning atmosfera bosimidan past bosimdagi holati.
39. LINZA- (nem. Linse, lot. lens yosmiq; ikki tomoni qavariq shisha) optikada ikkala tomoni sferik (yoki boshka shakldagi) sirtlar bilan chegaralangan shaffof jism; yorug‘lik oqimi shaklini o‘zgartirib beradi.
40. Aberrasiya- (lot. aberratio — og‘ish) Umumiy ma’noda — me’yordan og‘ish, me’yordagi qiymatlardan farqlanish
41. Difraksiya- (lot. diffractus — singan) — To‘lqinlarning harakat yo‘nalishida uchragan to‘siqlarni aylanib o‘tishi.
42. Yorug‘lik dispersiyasi- Oddaning sindirish ko‘rsatkichini yorug‘lik to‘lqin uzunligiga bog‘liqligidan yuz beradigan hodisalarga aytiladi.

43. Optik prizma - Yassi sirtlar bilan chegaralangan va shaffof materi-allardan yasalgan jism.
44. Interferensiya (mirfayz lot. inter - o'zaro va ferens — ko'tarish, urilish) — to'liqlarning fazoda ustma-ust tushib qo'shilgan holda bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi
45. Gologramma- Fotoplastinkada qayd qilingan tayanch va jism to'liqlari hosil qilgan interferensiyalar manzara.
46. Monoxromatik yorug'lik (mono... va yun. chromatos — rang) — Muayyan va o'zgarmas chastotali elektromagnit to'liq.
47. Teleskop (tele... va ...yun. skopeo — qarayman) — Osmon yoritqichlarini vizual, fotografik, fotoelektrik va spektral usullarda kuzatish uchun mo'ljallangan astronomik optik asbob.

ADABIYOTLAR

1. Sh.M.Mirziyoyev. “Qonun ustivorligi va inson manfaatlarini ta’minlash - yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi”. Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017.
2. David Halliday, Robert Resnik, Jearl Walker. Fundamentals of Physics. John&Sons, INC, New York, 1993.
3. Strel`kov S.P. Mexanika. I, T., 1977.
4. Tursunmetov K.A., Daliev X.S. Mexanika, T. Universitet, 2000.
5. Chertov A. Umumiy fizika kursidan masalalar to‘plami. Toshkent. O‘zbekiston, 1988.
6. Nazirov E.N. va b. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O‘qituvchi. T., 1979.
7. Tursunmetov K.A. va b. Umumiy fizika kursidan praktikum. Mexanika. Universitet. T., 2005.
8. Kikoin A.K., Kikoin I.K. Umumiy fizika kursi. Molekulyar fizika. O‘qituvchi, T., 2004.
9. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. Termodinamika va molekulyar fizika. O‘qituvchi. T., 1984.
10. Больтакс Б.И. Диффузия и точечные дефектов в полупроводниках М.1972, 384 с.
11. Мусаев Э., Каримов И. Яримўтказгичли материаллар, Усл. Кул., Анд., 1996.
12. Chyertov A., Vorobev A. Fizikadan masalalar to‘plami. O‘zbekiston. T., 1997.
13. P. Tipler. Physcs for scientists and engineers 2008 by W. H. Freeman and Company
14. С.И.Власов, С.З.Зайнобиддинов, А.А.Носиров, Т.Назаров. “Диод структуралар физикаси”. Т., “Университет”, 1994.
15. Зайнобиддинов С., Тешабоев А. Ярим ўтказгичлар физикаси. Т., 1999.
16. Власов С.И., Зайнобиддинов С., Назиров Д.Э. Рақамли интеграл тузилмалар. “Университет”, Т., 1994.

17. Kalashnikov S.G. Umumiy fizika kursi. Elektr. Oliy o'quv yurtlarining fizika ixtisosi bo'yicha darslik. O'qituvchi, Toshkent-1979.
18. Сивухин Д.В. Курс общей физики. Электричество, Учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений. Наука, М.2004
19. Сивухин Д.В. Курс общей физики, Электричество, Учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений. Наука, М.-1977.
20. Ландсберг Г.С. "Оптика" Т 1981.
21. Калитеевский Н.И. "Волновая оптика" М.1971. М. 2006.
22. Каримов Р., Отажонов Ш., Эшжонов Б.,И.Бўрибаев. "Оптикадан масалалар ва лаборатория ишлари тўплами" ўқув қўлланма. Т.2012й.
23. Сивухин Д.В. "Оптика" "Физмат" М. 2005.
24. Qo'zilyev B.T. "Optika" "Fan va texnologiya" Т. 2014.
25. Mazzoldi P., Nigra M., Voki C., Fizika vol. 2, Electromagnetismo-Onde, EdiSES
26. Parpiyev Q., Otajonov Sh., Mamatisaqov, Ortiqov A. Umumiy fizika kursidan praktikum (Elektromagnetizm, optika va kvant fizikasi). Andijon, "Andijon nashriyoti" OAJ, 2002 y.
27. Godjayev N.M. Optika M. "Visshaya shkola", 1977., 342-347 b.
28. Mansurov H.M. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarini avtomatlashtirish. T., O'qituvchi 1987.
29. Parpiyev Q., Ortiqov A., Malikjonov A. Umumiy fizika kursidan praktikum mashg'ulotlarini bajarishga doir metodik ko'rsatmalar. Optika va kvant fizikasi. Andijon, 1993.
30. Ahmadjonov O. Fizika kursi. Mexanika va molekulyar fizika. Toshkent. O'qituvchi. 1985.
31. Хайкин С.Э. Физические основы механики, М.Наука, 1971 г.
32. В.И. Козмов Обший физический практикум. М., Изд МГУ, 1987
33. Xaydarova M., Nazarova U. Fizikadan laboratoriya ishlari. T., 1989
34. Parpiev Q.G'. Abdubogiyev O'.A., Shukurov U. Fizik praktikum (mexanika va molekulyar fizika). T, O'qituvchi. 1978.

35. Iveronova V.I. Fizikadan praktikum. Mexanika va molekulyar fizika. O'qituvchi. T., 1979.
36. Ф. Рейф. Статистическая физика. М., Наука 1977.
37. Ч.Киттел. Элементарная статистическая физика. И Л 1980.
38. А.Н.Матвеев Молекулярная физика М., Высшая школа, 1987.
39. И.Й.Э.Иродов Задачи по общей физике. М., Наука, 1979.
40. Гурев Л.Г., Кортнев А.В и др. Сборник задач по общему курсу физики. М., Высшая школа, 1972.
41. И.Зайдел. Элементарные оценки ошибок измерений. М., 1959.
42. Р.В.Телеснин Молекулярная физика. М., Высшая школа, 1965.
43. R.M.Abdullayev, I.Xamidjonov, M.A.Karabayeva "Molekulyar fizika", Universitet, T- 2003.
44. Р.М.Абдуллаев, Х.М.Сатторов. "Молекулярная физика" Общий физический практикум. Университет, Т-2004.
45. T.Turg'unov. Amaliy fizika. O'zbekiston. Toshkent-2003.
46. Usmanov T. Fizika tarixidan metodik qo'llanma. T-2003
47. R.M.Abdullayev, X.M.Sattorov, Tursunmetov K.A. "Umumiy fizika kursidan praktikum". "Molekulyar fizika", T- 2008.
48. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston. Toshkent-2001.
49. Э.А. Мусаев Электроника, радиоэлектронике ва схемотека курсларида лаборатория машғулоти учун методик қўлланма. Андижон.2011.
50. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. II qism. Oliy texnika o'quv yurtlari uchun qo'llanma. O'qituvchi, Toshkent-1976.
51. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. Высшая школа. М.-1983
52. Buribaev I., Karimov R. Elektr va magnetizmdan fizpraktikum. Universitet. T. 2002y.
53. K.A.Tursunmetov, O'.Oltmishev, D.Begmatova. O'quv-laboratoriya eksperimentlarining o'lchash texnikasi va natijalarini matematik ishlash. Universitet. T. 2010y.
54. Ясколко В.Я., Отажонов Ш.О. ва бошқ. Физическая оптика. Т., 1999.

Internet saytlari

- 55. <http://www.fizika.uz>
- 56. <http://www.ziyonet.uz>
- 57. <http://www.physies.mipt.ru/SII/> MetodTD/
- 58. <http://www.onlinelibrary.com/>
- 59. <http://www.opticsinfobase.org/>

MUNDARIJA

Soʻz boshi	3
Oʻlchash xatoligi va aniqlik klassalari.....	6
1–BOB Mexanika	
1-laboratoriya ishi. Erkin tushish tezlanishini agʻdarma mayatnik yordamida aniqlash.....	10
2-laboratoriya ishi. Elastik va noelastik toʻqnashuvda energiya va impulsni ikki shoxsimon yorugʻlik oʻlchagichi bilan aniqlash.....	18
3-laboratoriya ishi. Erkin tushish tezlanishini video com yordamida aniqlash..	24
4-laboratoriya ishi. Burchak ostida yuqoriga otilgan jismning harakatini oʻrganish.....	29
5-laboratoriya ishi. Aylanma elastik va noelastik toʻqnashuvda burchak momentining saqlanishini kuzatish.....	36
6-laboratoriya ishi. Aylanayotgan jismga taʼsir qiluvchi markazdan qochma kuchni aniqlash.....	39
7-laboratoriya ishi. Erkin giroskopni aylanma harakatini oʻrganish.....	43
8-laboratoriya ishi. Matematik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash.....	52
9-laboratoriya ishi. Tor tebranishlarini oʻrganish.....	56
10-laboratoriya ishi. Energiya saqlanish qonunini Maksvel diski yordamida oʻrganish.....	59
11-laboratoriya ishi. Havodagi tovush tezligining haroratga bogʻliqligini oʻrganish.....	64
2–BOB. Molekulyar fizika	
1-laboratoriya ishi. Qattiq jismlarni chiziqli kengayish koeffitsiyentining temperaturaga bogʻliqligini oʻrganish.....	68
2-laboratoriya ishi. Suyuqliklarning hajmiy kengayish koeffitsiyentini aniqlash.....	72
3-laboratoriya ishi. Yakka plastina metodi bilan issiqlik oʻtkazuvchanlikni aniqlash.....	78
4-laboratoriya ishi. Quyosh kollektorining effektivligini issiqlik izolyasiyasining funksiyasi sifatida aniqlash.....	85
5-laboratoriya ishi. Suv aralashmasi temperaturasini aniqlash.....	88
6-laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sigʻimini aniqlash..	91
7-laboratoriya ishi. Suv bugʻlari hosil boʻlishining yashirin issiqligini aniqlash.....	96
8-laboratoriya ishi. Kritik nuqtada suyuqlik-gaz fazaviy oʻtishini kuzatish.....	101
9-laboratoriya ishi. Doimiy bosimda gaz hajmining temperaturaga bogʻliqligi (Gey – Lyusak qonuni)ni oʻrganish.....	108
10-laboratoriya ishi. Richard metodi bilan havo uchun adiabata koʻrsatgichi (C_P/C_V) aniqlash.....	112
3 – BOB. Elektr va magnetizm.	
1-laboratoriya ishi. Elektrometrik kuchaytirgich yordamida elektrostatikaning asosiy tajribalarini bajarish.....	118

2-laboratoriya ishi. Uitston ko‘prigidan foydalanib qarshiliklarni qiymatini aniqlash.....	121
3-laboratoriya ishi. Faradey doimiysini aniqlash.....	124
4-laboratoriya ishi. Taqasimon magnit maydonida to‘kli o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuchni o‘lchash.....	129
5-laboratoriya ishi. To‘g‘ri o‘tkazgich va aylanma halqaning magnit maydonini o‘lchash.	135
6-laboratoriya ishi. Magnit o‘zakka ega bo‘lmagan induktiv g‘altakning magnit maydonini o‘lchash.	139
7-laboratoriya ishi. Voltengofen mayatnigi: aylanma to‘kning kamayishi namoyish etish.	144
8-laboratoriya ishi. Yer magnit maydonini aylanuvchi induksion g‘altak yordamida o‘lchash.	147
9-laboratoriya ishi. Erkin elektromagnit tebranishlarni o‘rganish.....	153
10-laboratoriya ishi. Vakuumli diodning volt-amper xarakteristikasini o‘rganish.	158
11-laboratoriya ishi. Ferromagnitning magnitlanish egri chizig‘ini va gisterzis halqasini o‘lchash.	163
4 – BOB. Optika.	
1-laboratoriya ishi. Linza tasvirida sferik buzilishlarni o‘rganish.....	167
2-laboratoriya ishi. Videocom vositasida difraksiya hodisasini o‘rganish.....	173
3-laboratoriya ishi. Oq yorug‘likning dispersiyasi va rekombinasiyasi bo‘yicha Nyuton tajribalarini o‘rganish.....	180
4-laboratoriya ishi. He-Ne-lazer bilan Lloydning akslantirish tajribasi.....	184
5-laboratoriya ishi. Frenel ko‘zgusida He-Ne lazer yordamida interferensiyaning olish.	190
6-laboratoriya ishi. O‘tgan va qaytgan oq yorug‘likda nyuton xalqalari.....	195
7-laboratoriya ishi. Maykelson interferometrini lazer optik tayanch plitaga o‘rnatish.	202
8-laboratoriya ishi. Maykelson interferometridan foydalanib geliy-neonli lazer yorug‘ligining to‘lqin uzunligini aniqlash.....	208
9-laboratoriya ishi. Lazer optikasi qurilmasida o‘tkazuvchi hologrammani olish.	214
10-laboratoriya ishi. Sinishning Frenel qonunlari.....	222
11-laboratoriya ishi. Chorak va yarim to‘lqinli plastinka.....	227
12-laboratoriya ishi. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burish.....	232
13-laboratoriya ishi. Stefan-Bolsman qonuni: “qora jism” nurlanish intensivligining temperaturaga bog‘liqligini o‘lchash.....	237
14-laboratoriya ishi. Inert gaz va metall bug‘larining chiziqli spektrlarini prizmalı spektrometr yordamida o‘lchash.....	243
Adabiyotlar.....	253

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Классы погрешности и точности измерений	6
ГЛАВА 1. Механика	
Лабораторная работа №1. Определение гравитационной постоянной с помощью крутильных весов Кавендиша.....	10
Лабораторная работа №2. Энергия и импульс при упругом ударе, измерения с использованием двух П-образных световых ворот.....	18
Лабораторная работа №3. Свободное падение - регистрация и анализ данных с помощью videosom.....	24
Лабораторная работа №4. Изучение движение под углом к горизонту...	29
Лабораторная работа №5. Сохранение момента импульса в случае неупругого удара при вращении.....	36
Лабораторная работа №6. Центробежная сила, действующая на движущееся по круговой траектории тело - измерения с помощью прибора центральных сил и cassy.....	39
Лабораторная работа №7. Нутация гироскопа.....	43
Лабораторная работа №8. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.....	52
Лабораторная работа №9. Определение зависимости частоты колебаний струны от ее длины и натяжения.....	56
Лабораторная работа №10. Установка лабораторная "маятник Максвелла".....	59
Лабораторная работа №11. Определение зависимости скорости звука в воздухе от температуры.....	64
ГЛАВА 2. Молекулярная физика	
Лабораторная работа №1. Измерение температурной зависимости коэффициента линейного расширения твёрдых тел.....	68
Лабораторная работа №2. Определение коэффициента объемного расширения жидкостей.....	72
Лабораторная работа №3. Определение теплопроводности методом одиночной пластины.....	78
Лабораторная работа №4. Определение эффективности солнечного коллектора от теплоизоляции.....	85
Лабораторная работа №5. Определение температуры водной смеси.....	88
Лабораторная работа №6. Определение удельной теплоёмкости твердых тел.....	91
Лабораторная работа №7. Определение скрытой теплоты парообразования воды.....	96
Лабораторная работа №8. Наблюдение фазового перехода жидкость-газ в критической точке.....	101
Лабораторная работа №9. Зависимость температуры от объема газа при	

постоянной давлением.....	108
Лабораторная работа №10. Определение коэффициент адиабата для воздуха с методом Ричарда.....	112

ГЛАВА 3. Электричество и магнетизм.

Лабораторная работа №1. Основные эксперименты по электростатике с электрометром – усилителем.....	118
Лабораторная работа №2. Определение сопротивлений с помощью моста Уитстона.....	121
Лабораторная работа №3. Определение постоянной Фарадея.....	124
Лабораторная работа №4. Измерение силы, действующей на проводники с током со стороны магнитного поля подковообразного магнита.....	129
Лабораторная работа №5. Измерение индукции магнитного поля прямого проводника и проводящего витка.....	135
Лабораторная работа №6. Измерение индукции магнитного поля катушки индуктивности без сердечника.....	139
Лабораторная работа №7. Маятник Вальтенхофена: демонстрация подавления круговых токов.....	144
Лабораторная работа №8. Измерение магнитного поля земли с вращающейся катушкой индуктивности (земной индуктор).....	147
Лабораторная работа №9. Свободные электромагнитные колебания.....	153
Лабораторная работа №10. Получение характеристик вакуумного диода.....	158
Лабораторная работа №11. Измерение первичного намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика.....	163

ГЛАВА 4. Оптика

Лабораторная работа №1. Сферическая абберрация в линзах.....	167
Лабораторная работа №2. Изучение дифракции с помощью VideoCom...	173
Лабораторная работа №3. Эксперименты Ньютона по дисперсий и рекомбинаций белого света.....	180
Лабораторная работа №4. Эксперимент с зеркалами Ллойда с He-Ne лазером.....	184
Лабораторная работа №5. Получение интерференции на зеркале Френеля с помощью He-Ne лазера.....	190
Лабораторная работа №6. Кольца Ньютона на проходящем и отраженном белом свете.....	195
Лабораторная работа №7. Наладка интерферометра Майкельсона на опорной плите лазерной оптики.....	202
Лабораторная работа №8. Определение длина волны света гелиев неоновом лазера с помощью интерферометра Майкельсона.....	208
Лабораторная работа №9. Получение просветной голограммы на установке лазерной оптики.....	214

Лабораторная работа №10. Закон отражения Френеля.....	222
Лабораторная работа №11. Четверть волновая и полуволновая пластинка.....	227
Лабораторная работа №12. Вращение плоскости поляризации в растворах сахара.....	232
Лабораторная работа №13. Закон Стефана-Больцмана: измерение температурной зависимости интенсивности излучение “черного тела”.....	237
Лабораторная работа №14. Измерение линейных спектров инертных газов и паров металлов с использование призмного спектрометра....	243
Список литературы.....	253