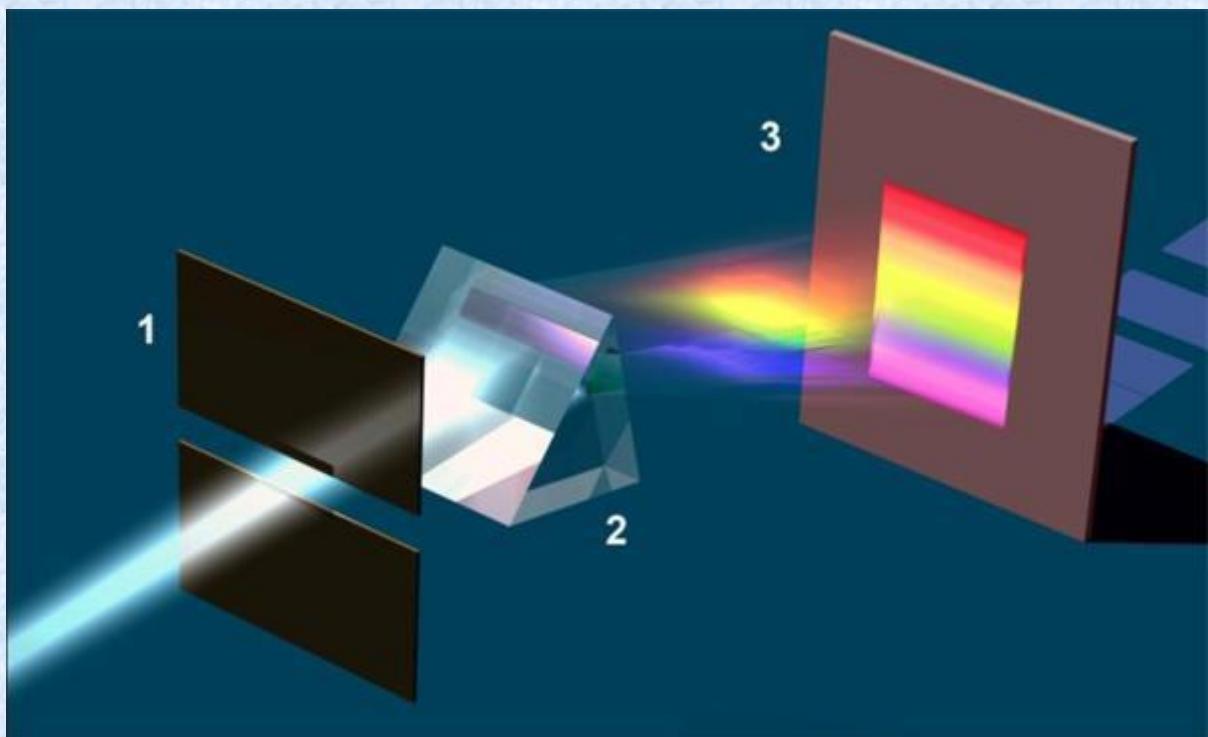


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

R.M. JALALOV

OPTIKA
fanidan laboratoriya ishlari



USLUBIY KO'RSATMA

NAMANGAN-2023

ANNOTATSIYA

Optika sohalaridagi zamonaviy fan yutiqlariga tayangan holda elektromagnit to'lqinlarning muhitlarda tarqalish qonuniyatlarini fan va texnikada keng qo'llanib kelinayotgan nurtola optikasining bugungi holati va istiqboli, interferentsiya, difraktsiya, qutblanish hodisalari, yorug'likning muhitlarda yutilishi, sochilish spektrini hosil bo'lishi va ular yordamida atom va molekulalarning xususiyatlarini o'rganish, infraqizil nurlanishlar, fotoeffekt hodisasi, optik kvant generatorlari va bir qator boshqa qonuniyatlarni o'rganish hozirgi zamonning dolzarb vazifalaridandir.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada fizika yo'naliishi talabalari uchun optika fani bo'yicha bajariladigan laboratoriya ishlari yoritilgan. Har bir laboratoriya ishi tavsifida ishning maqsadi, kerakli asbob uskunalar, nazariy qism, ish qurilmasidan foydalanish, ishning bajarish tartibi, nazorat savollari va foydalanilgan adabiyotlar ko'rsatilgan.

Ushbu uslubiy ko'rsatmadan fizika o'qiydigan boshqa yo'naliish talabalari ham foydalanishi mumkin.

TAQRIZCHILAR:

Ikramov Rustamjon Gulomjonovich Namangan muxandislik texnologiya instituti Fizika kafedrasи professori, fizika-matematika fanlari doktori.

Xalmirzaev Akramjon Abduqodirovich Namangan davlat universiteti fizika kafedrasи katta o'quvvchisi, fizika-matematika fanlari nomzodi.

Namangan davlat universiteti o'quvv-uslubiy kengashida muhokama etilgan va chop etishga ruxsat berilgan.

K I R I SH

O'zbekiston Respublikasi birinchi Prezidenti I.A.Karimovning tashabbuslari bilan qabul qilingan «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» har tamonlama barkamol, mustaqil fikrlovchi, erkin komil shaxsning shakllanishini ta'minlovchi uzlucksiz ta'lim tizimining asosiy xuquqiy xujjatidir. Ushbu dasturning asosiy vazifalaridan biri ta'lim tizimidagi amalga oshirilayotgan islohatlar, ijobjiy o'zgarishlar, yoshlarga yaratilayotgan imkoniyatlar to'g'risida muntazam ma'lumotlar berishdir.

Optika fani yutuqlari, ilmiy tadqiqotlar hamda yorug'likning korpuskulyar va elektromagnit tabiatini bilan bog'liq bo'lgan fizik qonuniyatlar bugungi kunda fundamental va amaliy ahamiyatga ega. Yorug'lik tarqalish qonuniyatlarini fan va texnikada keng qo'llanib kelinayotgan nurtola optikasining bugungi holati va istiqboli, interferentsiya, difraktsiya, qutblanish hodisalari, yorug'likning muhitlardan yutilishi, sochilish spektrini xosil bo'lishi va ular yordamida atom va molekulalarning xususiyatlarini o'rganish, Chiziqli va nochiziqli optika sohalaridagi zamonaviy fan yutiqlariga tayangan xolda elektromagnit to'lqinlarning muhitlarda infraqizil nurlanishlar, fotoeffekt hodisasi, optik kvant generatorlari va bir qator boshqa qonuniyatlarni o'rganish ushbu fanning asosiy maqsadi va vazifasini belgilaydi.

Optika o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

-talaba optika sohasiga tegishli asosiy fizik qonuniyatlarni; ularning amaliyotdagi o'rmini; fan va texnika sohalariga tadbiq qilishni; fizik jarayonlarni ifodalovchi formulalarni, grafiklarni taxlil qilish va tegishli xulosalar chiqarishni bilishi kerak.

-fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonunlar va printsiplari asosida tavsiflash; optika fani va uning qonunlarini fan taraqqiyotidagi o'rni hamda amaliyotga qo'llash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

-o'quv dasturida rejallashtirilgan bo'limlar bo'yicha umumiyl talab darajasidagi masalalarni yechish va taxlil qilish; matematik usullarni masalalar

yechishda to'g'ri qo'llash; optika sohasidagi qonuniyatlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, optik qurilmalar bilan ishlash, yuqori aniqlikda natijalar olish, o'lchov asboblaridan to'g'ri foydalanish, tajribadan olingan natijalarni hisoblash, grafiklar chizish, taxlil qilish va xulosalar chiqarish malakalariga ega bo'lishi kerak.

Yuqoridagilarga asosan 5140200-Fizika yo'nalishi talabalari uchun laboratoriya ishlarini bajarishda qulaylik tug'dirish maqsadida ushbu uslubiy ko'rsatmani tavsiya etamiz.

Optikadan laboratoriya ishlari to`plami ikki maqsadga qaratilgan. Birinchisi, optika nazariyasining amaliy tadbig'i. Ikkinchisi, talabalarda optik asboblar bilan ishlash ko`nikmalarini hosil qilish. Ushbu qo'llanmada: geometrik optika, fotometriya, dispersiya, interferensiya, difraksiya, qutblanish, nurlanish va optik kvant generatorlari bilan bog`liq bo`lgan jami 16 ta laboratoriya ishlarining to`la tavsifi keltirilgan. Laboratoriya sharoitini hisobga olgan holda keltirilgan ishlarning nazariyasi, bajarish usullari keng bayon etilgan ishlarning hammasi bakalavriat dasturiga to`liq mos keladi.

Davr talabiga mos keluvchi mutaxassislar tayyorlashda talabalarga tavsiya qilinadigan qo'llanma quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- laboratoriya ishining maqsadi;
- laboratoriya ishiga oid asbob-uskunalar va ularning sxemalari;
- ishni bajarish tartibi;
- tajriba hatoliklarini hisoblash;
- tajribada kuzatilgan natijalarni jadval yoki grafik usulida keltirish.
- talabalarning fikr doirasini kengaytirish maqsadida bir necha usullar yoritilgan bo'lishi;
- qo'shimcha adabiyotlarga ham murojaat qilish;

Ushbu uslubiy ko'rsatma yuqoridagi talablarga mos ravishda yozilgan bo'lib, undan fizika o'qiydigan boshqa yo'nalishlar ham foydalanishi mumkin.

Mualliflar

LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH JARAYONIDA TALABALARGA QO`YILADIGAN TALABLAR

1. Talabalar texnika havfsizligi bilan tanishib chiqib unga amal qilishi kerak.
2. Talaba navbatdagi amaliy mashg`ulotda qaysi nomerdagi laboratoriya ishini bajarish lozimligini o`qituvchi unga bir hafta oldin ma'lum qiladi. Bu yerda talabaning vazifasi belgilangan ishining nazariyasini o`zlashtirish, tegishli qurollar va ishni bajarish tartibi bilan tanishib kelishdan iborat.
3. Har bir talaba laboratoriya ishlari uchun maxsus hisobot daftari tutib, bu daftarda laboratoriya ishini qanday bajarilganligi, olgan natijalari to`g`risidagi hisobotni tartibli qilib yozib borishi kerak.
4. O`qituvchi talabaning ishning nazariyasini va ishni bajarish metodikasini o`zlashtirganligiga ishonch hosil qilgach, unga ishni bajarishga ruxsat beradi.
5. Talaba ishga kirishgach, o`qituvchi uning qurollardan to`g`ri foydalananilayotganligini, olinayotgan natijalarining ishonchliliginini ishni bajarish jarayonida tekshirib boradi va talabaning ishini bajarganligi to`g`risida uning daftariga hamda laboratoriya jurnaliga belgilab qo`yadi.
6. Laboratoriya ishining bajarilishi va olingan natijalar hisoboti o`qituvchiga grafik bo`yicha topshirilib boriladi. Bu hakda o`qituvchi tomonidan talaba daftariga va laboratoriya jurnaliga qayd qilinadi.
7. Agar talaba biror sababga ko`ra bitta yoki ikkita ishni bajara olmasa, qolib ketgan ishni darsdan tashqari vaqtida laboratoriya mudirining nazoratida bajarishi va o`qituvchiga bu hakida hisobotni topshirishi shart. Talabaning o`zboshimchalik bilan ish navbati grafigini buzishi qat'iy ma'n etiladi.

8. Har bir talaba o`quv semestri davomida o`quv ishchi dasturida ko`rsatilgan amaliyot mashg`ulotini bajarishi lozim. SHundan keyin o`qituvchi talabaga yakuniy nazoratga kirishga ruxsat beradi.
9. Laboratoriya mashg`ulotlarida faol va namunali qatnashgan, barcha ishlarning natijalarini ilmiy saviyada olishga muvaffaq bo`lgan ayrim talabalar o`qituvchi tavsiyasiga ko`ra, kafedraning qaroriga binoan predmet kollokviumidan va sinov topshirishdan ozod qilinadi.
10. Laboratoriyadagi asbob-uskunalarga va boshqa o`quv jixozlariga sovuqqonlik bilan qarash natijasida ularni ishdan chiqargan talaba kafedra va dekanat tamonidan moddiy va ma'naviy jazolanadi.
11. Amaliy mashg`ulotlar olib borilayotgan vaqtda guruhdagi boshqa talabalarning ishdan e'tiborini chalg`imasligi, ularning o`lchashlariga halaqit bermasligi zarur.

Talabalarga ayrim maslahat va ko`rsatmalar

Inson salomatligida ozodalik qanchalik muhim bo`lsa, laboratoriya ishidagi muvaffaqiyat uchun ham qo`llanayotgan asbob va jihozlarning, qurilmalarning toza hamda tartibli tutilishi shunchalik zarurdir. Shuning uchun ularni doimo extiyot qiling va ozoda tuting. Ishni bajarib bo`lgach, ish stolingizni tartibga keltirib qo`ying.

Har bir laboratoriya ishini bajarish eksperimentatoridan katta qunt talab qiladi. Agar ish natijasini to`g`ri aniqlay olmasangiz ularni soxta yo`l bilan to`g`irlamang. Yaxshisi rahbaringizga murojat qiling, balki siz biror narsani hisobga olmayotgan yoki asbobni yaxshi sozlamayotgan bo`lishingiz mumkin.

Ehtiyyotkorlik – havfsizlik garovidir. Turli xil moslamalar, elektr toki bilan muomala qilishda, optik sistemalarni va asboblarni o`rganishda diqqatli va e’tiborli bo`ling.

Ishning muvaffaqiyatlari sizga ahamiyatsizdek tuyulgan mayda sabablarga bog`liq bo`lishi mumkin. SHuningdek, tajriba davomida kutilmagan biror effekt ro`y berib qolishi mumkin. Ularni sezib olish sizdan o`ta sinchkovlik va sezgirlikni talab qiladi. Shuning uchun ish bajarish jarayonida kuzatuvchan bo`ling.

O`z vaqtini to`g`ri va unumli taqsimlash eksperimentatorning eng muhim vazifasi bo`lmog`i kerak.

Elektr jihozlari bilan ishlashda texnika havfsizligi

Elektr jihozlari o`zining turiga va tuzilishiga qarab uning qo`llanilish usuliga va ishlatilishiga bog`liq xolda bu jihozlaridan foydalaniladigan xodimga har xil zararli va havfli ta’sirlar ko’rsatishi mumkin. Bu ta’sirlar qatoriga quyidagilar kiradi: elektr toki bilan jaroxatlanish, ish joylarida ionlovchi nurlanishning, elektromagnit nurlanishning, ultrabinafsha, infraqizil nurlarning, qaytgan va sochilgan lazer nurlanishning normadan yuqori darajada bo`lishi, tibbiyat apparati sirtining harorati yuqori va past bo`lishi, portlash va yong`in xavfi ish vaqtida shovqin, vibratsiyaning kuchli bo`lishi va hokazolar.

Elektr apparati bilan ishlashda asosiy havfsizlik shartlari quyidagidan iborat: apparat doim buzilmagan bo`lishi kerak, ishlatish qoidalariga riya qilish kerak, elektrotibbiyat apparati uchun manba hisoblangan elektroqurilmani to`g`ri o`rnatish kerak, asbob va apparaturani eksplutatsiya qilish qoidasiga riya qilish kerak.

Katta kuchlanishlarda esa o`zgarmas tok o`zgaruvchan tokka nisbatan havfliroqdir. O`zgarmas tok kuchi 350 V dan yuqori bo`lgan kuchlanishlar

joylardagi o`zgarishlarga olib keladi, ya`ni 3-darajali va 4-darajali elektr kuyish xodisasi yuz beradi.

Elektr jaroxatlanishni oldini olish uchun eksplutatsiya vaqtida texnika havfsizligi qoidalariga rioya qilish kerak, ulardan asosiyлari:

- ikkala yalang qo`l bilan asboblarga tegish mumkin emas;
- elektroapparatura bilan ishlayotganda gaz, suv va isitish uchun keltirilgan metall trubalarga tegish mumkin emas.

Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilganda xodimlar yorug`lik filtri saqlanish ko`z oynaklaridan foydalanish shart. Ultratovushning zararli ta'siridan qo`lini saqlash uchun tibbiyot xodimi gazlama va rezina qo`lqoplarda ishlashi kerak. Lazer qurilmalarni joylashtirishda va undan foydalanishda shaxsning lazer nuridan jaroxatlanishning oldini olish kerak. Birlamchi yoki ko`zgudan qaytgan va nishonga yo`naltirilgan lazer nuriga qarash ma'n etiladi.

Nis hatolik

1-LABORATORIYA ISHI.

LINZALARDA SFERIK BUZILISHLARNI ANIQLASH

Tajriba maqsadi:

1. Linzalarda sferik buzilishni o'rganish
2. Sferik oberratsiya tufayli linzada sferik buzilishni aniqlash.

Kirish

Linzalarda (raqmli) kameralar, mikroskoplar, teleskoplar, shishalar, spektroskoplar va optoelektron asboblar kabi ko'pchilik qurilmalarda qo'llaniladigan optLinzalar (raqamik elementlar hisoblahadi. Linza sistemalari tuzilishidagi bunday optik xatoliklar va akslantirish xatoliklari tuzatilishi kerak.

Agar nur yo'li optik o'qni kichik burchak ostida kesib o'tsa, va linzadan o'tayotgan nur uchun tushish burchagi va sindirish burchagi ham unchalik katta bo'lmasa sferik linza nuqtani ideal nuqta sifatida tasvirlaydi. Gauss optikasi deb ataladigan bunday sharoit cheklangan holatlardagina bajariladi, amaliyotda esa aberrasiyalar(tasvir nuqsonlari) muqarrar.

Mazkur tajribada «sfericheskaya aberrasiya» o'rganiladi. Linza akslantirishidagi boshqa xatoliklar, ya'ni «xromatik aberrasiya», “akslantirish buzilishlari” (barrel va yostiqcha) va «linza akslantirishidagi tasvir maydonining qiyshayishi» bir biri bilan chambarchas bog'liq bo'lган P5.1.3.2 dan P5.1.3.4 gacha tajribalarda o'rganiladi. 1-rasm: Paraksial va abaksial nurlarning kesishuvi. Faqat optik o'qqa yaqin nurlargina linza fokusining nuqtasida kesishadi. Chetki nurlar optik o'qni linza bilan fokus nuqtasi oralig'ida kesad

Asosiy prinsiplar

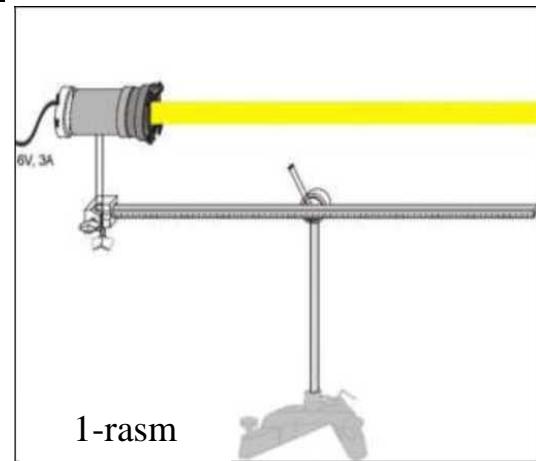
Sferik aberrasiya tasvirning linzada kuzatiladigan turli nuqsonlaridan biri hisoblanadi. Optik o'qqa parallel tushayotgan barcha nurlar ham linzadan o'tgandan keyin fokus masofada yig'ilmaydi. Optik o'qqa yaqin nurlarga nisbatan chetki nurlar uchun fokus masofa (1-rasm) Natijada optik o'q oldidagi (atrofida) fokal tekislikda nurlar uncha katta

bo'lмаган айлана соҳасини шакллантиради.

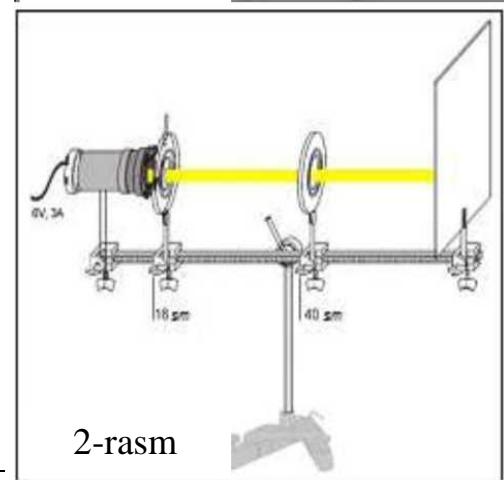
Линзаларнинг aberrasiyasi турли усуллар билан камайтирилishi mumkin, масалан линзанинг oldingi va orqa sirtlarining egrilik radiuslarini munosib tanlash orqali

Apparatura

1 Sferik aberrasiya uchun bir juft tayanch	461 61
1 2 diapositivdan iborat to'plam	461 66
1 Lampbi korpusi.....	450 60
1 Lampa 6 V / 30 W	450 51
1 Asferik kondensator	460 20
1 Transformator 6 V / 12 V	521 210
1 Linza $f = +150$ mm.....	460 08
1 Gulsafsarsimon shaklli diafragma	460 26
1 Yarim shaffof ekran.....	441 53
1 Kichik optik kursi.....	460 43
1 V-shaklsimon stend asosi, 20 sm	300 02
4 Multiqisgich Leybold	301 01



1-rasm



2-rasm

Tajriba qurilmasi

A sferik A kondensatorli lampani optik kursida 2-rasmida 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 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. Agar zarur bo'lsa, lampani lampa korpusi orqasidagi uchta

rostlovchi vintlar bilan rostlang.

Yarim shaffof ekranni 3-rasmida tasvirlanganidek sozlang va lampa bilan yarim shaffof ekran orasiga linzani $f = +150$ mm lampaga qavariq tomoni bilan joylashtiring.

- To'rli (5mm x 5 mm 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.

Tajribani o'tkazish tartibi

- Chetki yorug'lik nurlarini blokirovka qilish uchun markazi tuynukli diafragmmani linzaning tekis tomoniga qotiring (3-rasm)

- Linzani siljitimish orqali to'rning ravshan tasvirini oling.

- Linza f_1 o'rnini yozib oling.

- Kichik tuynukli diafragmmani xalqasimon diafragmma bilan almashtirib markaziy nurlarni kesing.

- To nurning ravshan tasvirini kuzatish mumkin bo'lguncha linzani siljiting.

Izoh: Chetki nurlar hosil qilgan tasvirlar kichik ravshanlikka ega.

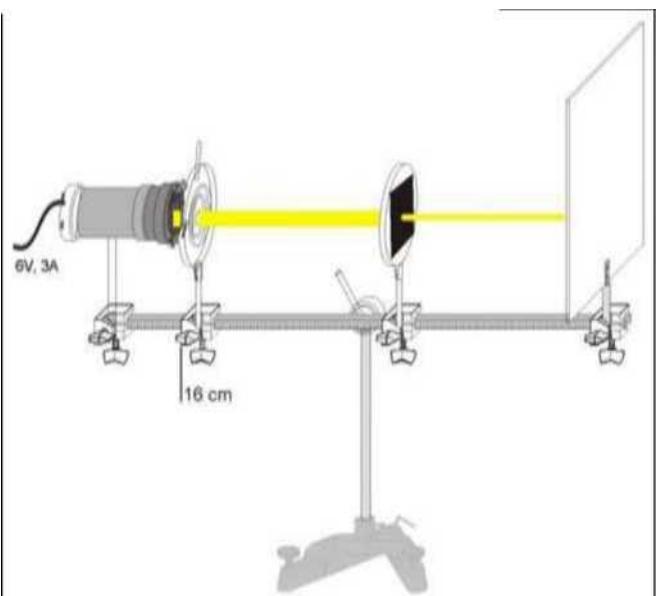
- Linza f_2 o'rnini yozib oling.

- Izoh: Muqobil, sferik abberasiyani kuzatish uchun ekran ham siljitiishi mumkin.

- Bu qurilmadagi tasvir masofasi mos ravishda f_1 va f_2 , fokus masofaga teng.

O'lchashga misol

Markaziy va chetki nurlar uchun linzaning o'rni: $f_1 = 36$ sm $f_2 = 30$ sm



3-rasm Linzalarning sferik aberrasiyasini o'rganish uchun tairiba qurilmasi: ravshan tasvir uchun linzaning o'rni.

Hisoblashlar va natijalar

- Linzaning markazi linzaning chetiga nisbatan kattaroq fokus masofaga ega. Shuning uchun sferik linzalar sferik abberasiyaga duchor bo'lib, shuning uchun nuqtaviy obyekt ekranda dog' bo'lib tasvirlanadi.

Linza tasvirining nuqsoni $f = + 150$ mm olinadi $f_1 - f_2 = 6$ cm

Qo'shimcha ma'lumotlar

Qavariq linzalar ham botiq linzalar ham sferik abberasiyaga ega. Odatda, sferik abberasiyani tuzatish uchun adaptasiyalangan linzalar sistemasidan foydalilanadi.

2 - LABORATORIYA ISHI.

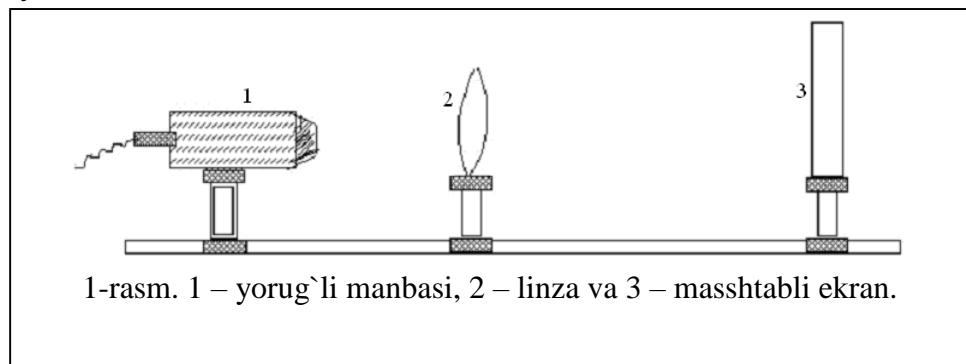
1-QISM. YIG`UVCHI LINZANING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Yig`uvchi linzaning fokus masofalarini turli usullar yordamida aniqlash.

Kerakli asbob va jihozlar: optik taglik, yig`uvchi linza, yorug`lik manbasi, masshtabli ekran.

Qurilmaning tavsifi

Ekran, yorug`lik manbasi va linzalar 1-rasmda ko`rsatilgani kabi bir optik o`q bo`yicha joylashtiriladi. Manbaning old qismidagi qog`ozga tushirilgan strelka buyum vazifasini o`taydi.



Ishning bajarilish tartibi:

Dastlab uch xil usul bilan qavariq linzaning fokus oralig`i topiladi.

Birinchi usul. Fokus masofasini linza bilan buyum va linza bilan tasvir o`rtasidagi masofalarga asosan topish.

Linzani optik taglik ustida ohista siljtitib, strelkaning ekrandagi aniq tasviri hosil qilinadi. Bu holda buyumdan ya`ni strelkadan linzagacha bo`lgan masofa a_1 hamda linzadan tasvirgacha, ya`ni ekrangacha bo`lgan masofa a_2 yozib olinadi. Bularning qiymatlari optik taglikning shkalasidan santimetrlarda yozib olinadi. a_1 va a_2 ning qiymatlarini bilgan holda (1) formuladan foydalanib, linzaning fokus masofasini hisoblash mumkin.

$$f = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_1 + a_2} \quad (1)$$

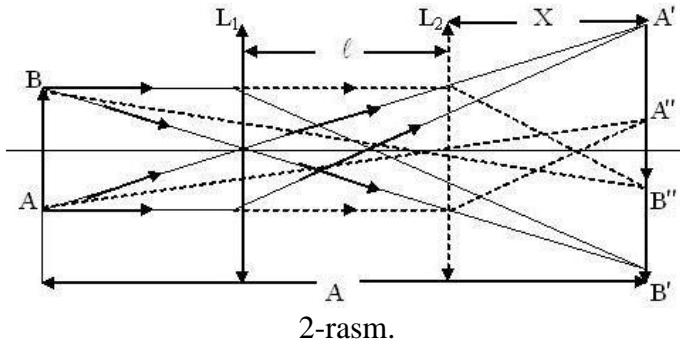
Ikkinchi usul. Fokus masofasini buyum bilan tasvirning kattaligidan va linza bilan tasvir orasidagi masofadan foydalanib topish. Bu holda ham 1-mashqdagi singari strelkaning aniq tasviri hosil qilinadi. Tasvir kattalashtirilgan bo`lishi lozim. Buyumning (strelkaning) chiziqli o`lchami ℓ lineyka yordamida, tasvirning o`lchami L esa masshtabli ekrandan topiladi. Bularni bilgan holda linzaning fokus masofasini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$f = a_2 \frac{\ell}{\ell + L} \quad (2)$$

Uchinchi usul. Fokus masofasini linzani siljitim yo`li bilan o`lchash. Agar buyum bilan uning tasviri orasidagi (A) masofa linzaning to`rtlangan fokusi $4f$ dan katta bo`lsa, linzaning ikki vaziyatida buyumning tasviri hosil bo`ladi. 2-rasmdan ko`rinadiki, linzaning birinchi vaziyatida

$$a_1 = A - (\ell + x), \quad a_2 = x + \ell \text{ bo`lgani uchun,}$$

$$f = \frac{(A - \ell - x) \cdot (x + \ell)}{A} \quad (3)$$



2-rasm.

Ikkinchı vaziyatda esa $a_1 = A - x$, $a_2 = x$ bo`lganidan,

$$x = \frac{A - \ell}{2} \quad (4)$$

Linza birinchi vaziyatda turganda buyum bilan linza orasidagi masofa

$$a_1 = \frac{A - \ell}{2} \quad (5)$$

Linza bilan tasvir orsidagi masofa esa

$$a_2 = \frac{A + \ell}{2} \quad (6)$$

a_1 va a_2 larning bu qiymatlarini (1) formulaga qo`yib, linzaning fokus masofasini topamiz:

$$f = \frac{A^2 - \ell^2}{4A} \quad (7)$$

Buyum bilan ekranni bir-biridan $A > 4f$ masofaga qo`yib, ularning orasiga qavariq linza joylashtiriladi. Linzani optik taglikda surish yo`li buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. Optik taglikka o`rnatilgan shkaladan linzaning vaziyati yozib olinadi. Linzani surish yo`li bilan ikkinchi aniq tasvir hosil qilinadi. Bu tajriba bir necha marta takrorlanib linzalar orasidagi (A) masofa hamda linzaning ikkita vaziyati orasidagi ℓ masofa aniqlanadi. Olingan natijalar asosida (7) formula yordamida qavariq linzaning fokus masofasi topiladi va jadvalga tushiriladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Linza deb nimaga aytiladi?
2. Linzalarning asosiy parametrlarini aytib bering.
3. Abbening sinuslar shartini tushuntiring.

4. Yupqa linzalarning asosiy formulasini chiqaring.
5. Linzalar qanday kamchiliklarka ega?
6. Ishning bajarish tartibi.
7. Bessel usuli boshqa usullardan qanday farqlanadi?

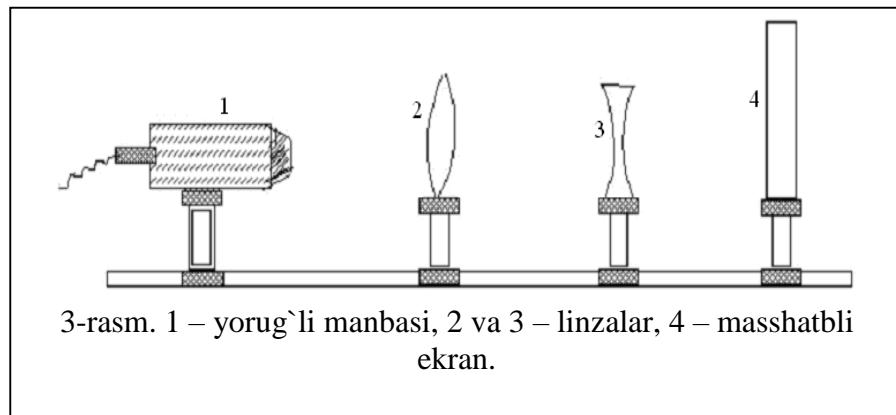
Hisoblashlar

№	A_i	l_i	f_i	\bar{f}	Δf	$\bar{\Delta f}$	$E = \frac{\bar{\Delta f}}{\bar{f}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							

2 – QISM. SOCHUVCHI LINZANING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

Kerakli asbob va jihozlar: optik taglik, yig`uvchi linza, yorug`lik manbasi, masshtabli ekran.

Ishning maqsadi: Yig`uvchi linzaning fokus masofalarini turli usullar yordamida aniqlash.

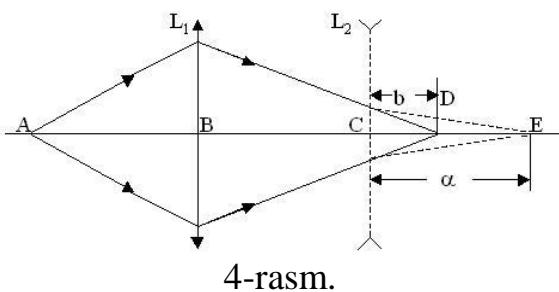


Qurilmaning tavsifi

Ekran, yorug`lik manbasi va linzalar 3-rasmida ko`rsatilgani kabi bir optik o`q bo`yicha joylashtiriladi. Manbaning old qismidagi qog`ozga tushirilgan strelka buyum vazifasini o`taydi.

Ishning bajarilish tartibi:

Agar (A) yorug`lik manbasidan chiqayotgan nurlarning yo`liga qavariq linza



qo`yilsa, nurlar linzadan o`tgandan so`ng (D) nuqtada to`planib, yorug`lik manbasining tasvirini hosil qiladi, (4-rasm). Agar (B) qavariq linza bilan (D) nuqta orasidagi L_2 botiq linza joylashtirilsa, unda nurlar avvalgi holdagi kabi D

nuqtada emas, balki E nuqtada to`planadi. Agar CD masofani b bilan, CE masofani a bilan belgilasak, botiq linzaning fokus masofasi f ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$f = \frac{a \cdot b}{a - b} \quad (8)$$

Bu ishni bajarish uchun dastlab optik taglikka yig`uvchi linza joylashtiriladi va buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. SHu tajriba bilan D nuqtaning vaziyati belgilab

olinadi. So`ngra yig`uvchi linza bilan D nuqta oralig`iga botiq L_2 linza joylashtiriladi. Ekranni surish yo`li bilan qaytadan buyumning aniq tasviri hosil qilinadi. Bu ishni bir necha marta takrorlab, ekranning E vaziyati topiladi. a va b masofalar o`lchanib (8) formula yordamida sochuvchi (botiq) linzaning fokus masofasi hisoblanadi.

Nazorat uchun savollar:

1. Linza deb nimaga aytildi va uning qanday turlari bor?
2. Linzalarning asosiy parametrlarini aytib bering.
3. Linzalarning asosiy elementlarini aytib bering.
4. Botiq linzalarda tasvir yasash usullarini ko`rsatib bering.
5. Linzaning asosiy formulasini tushuntiring.
6. Linzalarning nuqsonlari va ularni bartaraf qilish usullarini aytib bering.
7. Linzalar qanday kamchiliklarka ega?

Hisoblashlar

Nº	a_i	b_i	f_i	\bar{f}	Δf	$\bar{\Delta f}$	$E = \frac{\bar{\Delta f}}{\bar{f}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							

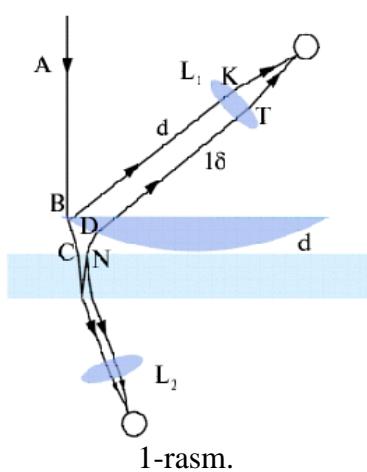
3-LABORATORIYA ISHI. O'TGAN VA QAYTGAN OQ YORUG'LIKDAGI NYUTON XALQALARI. LINZANING EGRILIK RADIUSINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Ishning birinchi qismida yupqa qatlamlarda kuzatiladigan interferentsion manzarani kuzatish, ma'lum to'lqin uzunligida yassi qavariq linzaning egrilik radiusini aniqlash.

Kerakli asboblar: Nyuton halqasini hosil qiluvchi qurilma, shtangentsirkul, rangli qog`oz.

Nazariy qism

Yassi qavariq linzani yassi parallel plastinkaning yuqori qismiga joylashtirganimizda, ularning oralig`ida havo qatlami hosil bo`ladi. n_l – linzaning sindirish ko`rsatkichi, n_h – havoning sindirish ko`rsatkichi, n_{sh} – shisha plastinkaning sindirish ko`rsatkichi. Agarda yassi linzaga parallel to'lqinlar dastasi tushsa, qisman qaytadi, qisman undan sinib havo qatlamida o`tib, shisha plastinkadan qisman qaytadi, va qisman undan sinib o`tadi. 1-rasmda shartli ravishda to'lqinlarning yo`nalishi ko`rsatilgan. Chizmada birinchi to'lqin shisha qatlamida VS yo`lni o`tganda. Ikkinci to'lqin ND+DC yo`lni o`tadi.



Natijada fazalar farqi vujudga keladi. Yassi qavariq linzaning egrilik radiusi katta bo`lganligi tufayli juda kichik masofada bir xil qalinlikdagi havo qatlami deb hisoblash mumkin. Natijada yupqa qatlamda hosil bo`ladigan interferentsion manzara kuzatiladi. U vaqtida yorug`lik to'lqinlari shisha plastinkadan havoga o`tganligi tufayli elektr maydon kuchlanganligi vektorining fazasi o`zgarmaydi. SHuning uchun interferensjon manzaraning maksimum ifodasi quyidagi ko`rinishda bo`ladi.

$$2\alpha \cos \beta = \pm m\lambda \quad (1)$$

β - sinish burchagi m - interferetsion manzaraning tartibi, monoxromatik yorug`lik to`lqin uzunligi. Yorug`lik to`lqinlari yassi qavariq linzaga tik tushgani uchun $\beta \approx 0$ deb hisoblash mumkin. U holda (1) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$2\alpha = \pm m\lambda \quad (2)$$

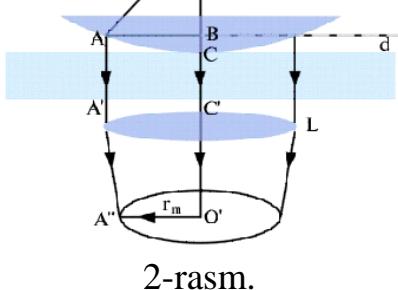
Laboratoriya uskunasida o`tgan to`lqinlarda interferentsion manzara kuzatiladi. Interferentsion manzara kontsentrik aylanmalardan iborat. 2 - rasmdan ko`rindiki d - havo qatlamiga r_m - aylanali xalqa radiusi mos keladi. Havo qatlami qalinlashgan sari interferentsion halqalarining qalinligi torayib, ular bir - biriga yaqinlashib boradi. Katta havo qatlamida interferentsion manzara chaplashganligi sababli kuzatilmaydi.

Endi yassi qavariq linza va yassi parallel shisha plastinka oralig`idagi havo qalinligi d_m va interferentsion manzaradagi Nyuton xalqalari radiuslari orasidagi bog`lanishni ko`raylik.

Rasmda OVA uchburchak uchun $AO^2 = |OC - BC|^2 + AB^2$ tenglikni Pafagor teoremasiga ko`ra yozamiz va belgilashlar kiritamiz. $AO = R$ linzaning egrilik radiusi, $BC = d$ havo qatlamining qalinligi, AB esa r_m Nyuton halqasining radiusi. Natijada $R^2 = (R - d_m)^2 + r_m^2 \Rightarrow R^2 = R^2 - 2Rd_m + d_m^2 + r_m^2; \quad r_m^2 = 2Rd_m;$ (3)

d_m - havo qatlam balandligi kichik, uning kvadradi juda kichik songa teng bo`lganligi uchun e'tiborga olinmaydi. (10.3) ifodadan

$$d_m = \frac{r_m^2}{2R}; \quad (4)$$



(4) ifodani (2) ga qo`ysak

$$\frac{2r_m^2}{2R} = \pm m\lambda \Rightarrow r_m^2 = Rm\lambda; \quad (5)$$

(5) ifodada Nyuton xalqasi radiusi kvadradi, linzaning egrilik radiusiga, interferentsion manzara (Nyuton halqasi) ning m tartibiga va monoxromatik to`lqin uzunlikka bog`liq, ekanligi ko`rinadi. Tajribada λ - to`lqin uzunligi ma'lum, interferentsion tartibini sanash mumkin va shtangentsirkul yordamida Nyuton halqasining radiusini topish

mumkin. U holda yassi qavariq linzaning egrilik radiusi R ni (5) formula orqali hisoblab topish mumkin. Natija aniqroq bo`lishi uchun keyingi qo`shni halqalarning radiusini ham o`lchash kerak. Uning ifodasi quyidagicha bo`ladi:

$$r_{m+1}^2 = R(m+1) \times \lambda \quad (6)$$

Kichik sonlarni kvadratga oshirishda juda kichik son chiqadi. Natijada o`lchash xatoliklarini baholash katta xatolikka yo`l qo`yiladi. Shu sababli (6) ifodadan (5) ifodani ayiramiz, ya’ni

$$r_{m+1}^2 - r_m^2 = R(m+1) \times \lambda - Rm\lambda \Rightarrow r_{m+1}^2 - r_m^2 = R\lambda \quad (7)$$

(7) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$(r_{m+1} - r_m) \times (r_{m+1} + r_m) = R\lambda \quad (8)$$

$$R = \frac{(r_{m+1} - r_m) \times (r_{m+1} + r_m)}{\lambda} \quad (9)$$

Ishning ikkinchi qismida yassi qavariq linzaning egrilik radiusi aniqlangan, u holda boshqa monoxromatik to`lqin uzunligini aniqlash mumkin.

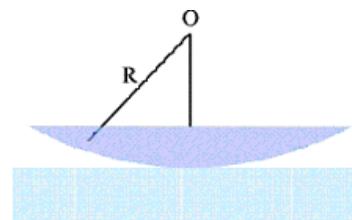
Ifodasi:

$$\lambda = \frac{(r_{m+1} - r_m) \times (r_{m+1} + r_m)}{R} \quad (10)$$

Tajriba o`tkazuvchi qurilma sxemasi 3-rasmda keltirilgan.



a)



b)

3-rasm. Nyuton halqalarini hosil qiluvchi qurilma (a) va uning optik sxemasi (b).

Optik taglikka o`rnatilgan 3,b-rasmdagidek sxema asosida yig`ilgan qurilma (3,a-rasm.) qavariq linza va qalin shisha plastinkadan tashkil topgan. Bu qurilma uchta vint va xomutlar yordamida bir-biriga mahkamlangan. Vintlar yordamida linza va shisha

plastinka orasidagi bo`shliq boshqariladi. Vintlar harakatga keltirilib, Nyuton halqalarini hosil qilish mumkin. Nyuton halqalari yaxshi namoyon bo`lishi uchun qurilmaning ostiga rangli qog`oz qo`yilsa yaxshi bo`ladi. Nyuton halqalarini qurilmaga nisbatan biror burchak ostida qarab ko`rish mumkin.

Ishni bajarish tartibi:

1. Nyuton halqasini hosil qiluvchi qurilmani rangli qog`oz ustiga qo`yib, yorug` joyda biror burchak ostida qaraladigan qilib joylashtiriladi.
2. Nyuton halqasini hosil qiluvchi qurilmasisidagi vintlarni burab, iloji boricha ko`prok Nyuton halqalarini hosil qilinadi.
3. SHtangentsirkul yordamida hosil bo`lgan Nyuton halqasini gardishidagi binafsha va qizil to`lqinlarning diametr ($2r_m$) lari o`lchab olinadi.
4. Olingan natijalar asosida (10.9) ifodadan foydalanib yassi qavariq linzaning egrilik radiusi hisoblanadi.
5. Uning o`rtacha qiymati va o`rtacha kvadratik xatoliklari topilsin.

Nazorat uchun savollar

1. Interferentsiya deb nimaga aytildi?
2. Nyuton halqalari qanday hosil bo`ladi?
3. Nyuton halqalarining radiusi o`tuvchi nurlar uchun qanday topiladi?
4. Nyuton halqalarining radiusi qaytuvchi nurlar uchun qanday topiladi?
5. Linza egrilik radiusi deb nimaga aytildi?
6. Qurilma tuzilishini aytib bering.
7. Ishning bajarish tartibini so`zlab bering.

Hisoblashlar

No	$r_{m,q}$	$r_{m+1,q}$	$r_{m,b}$	$r_{m+1,b}$	R_i	\bar{R}	ΔR_i	$\bar{\Delta R}$	$E = \frac{\bar{\Delta R}}{\bar{R}} \cdot 100\%$
1									
2									
3									

4-LABORATORIYA ISHI. SUYUQLIKLARNING SINDIRISH KO'RSATKICHI VA DISPERSIYASINI ANIQLASH

Tajriba maqsadi:

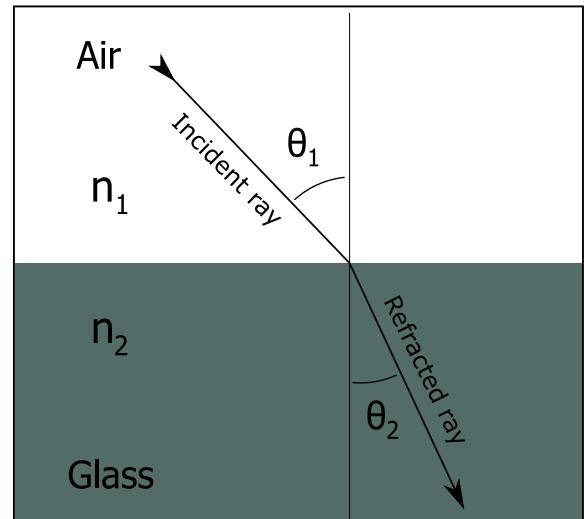
- 1.Turli suyuqliklarning sindirish korsatkichlarini solishtirish va hisoblash.
- 2.Suyuqliklarda yorug'lik dispersiyasini taxlil qilish.

QISQACHA NAZARIYA

Oq yorug'likning ranglarga ajratilishi birinchilardan bo'lib ser Isak Nyuton tomonidan o'r ganilgan. Yorug'lik tuli sindirish ko'rsatkichiga ega bo'lган ikkita material chegarasiga tushganda yorug'lik Snellius qonuni asosida sinadi (1-rasmga qarang):

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \quad (1)$$

bu erda n_1 va n_2 mos holda 1 va 2 materiallar sindirish ko'rsatkichi, va θ_2 va θ_1 burchaklar ikki material chegarasiga o'tkazilgan normalga nisbatan tushish va sinish burchaklari. Havoning sindirish ko'rsatkichi taqriban birga teng, vakuumniki esa aniq birga teng. Shuning uchun nur havodan biror materialga o'tganida Snellius qonuni quyidagicha bo'ladi:



1-rasm: Snellius qonuni bo'yicha sinish.

$$n_{mat} \approx \frac{\sin \theta_{air}}{\sin \theta_{mat}} \quad (2)$$

Sindirish ko'rsatkichi quyidagicha aniqlanadi

$$n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad (3)$$

bu erda ϵ_r dielektrik singdiruvchanli va μ_r magnit singdiruvchanlik.

Sindirish ko'rsatkichi n ma'lum darajada ko'rish sohasidan tashqarida yutilish polosalariga bog'liq, n ning chastotaga bog'liqligi Kramer-Kroning bog'liqligi deyiladi. Bu dispersiya hodisasiga olib keladi, n doimiy emas, to'lqin uzunligiga bog'liq ravishda



1-rasm: Tajriba qurilmasi.



2-rasm: Prizma orqali dispersiya.

o'zgaradi. (2-rasmga qarang) Ammo, Nyuton taxmin qilganidek dispersiya va sinish o'rtasida chiziqli bog'liqlik yo'q. Ko'p hollarda bu to'g'ri, ammo ba'zi bir hollar borki unda katta sindirish ko'rsatkichiga ega bo'lgan materiallar juda kichik dispersiyaga ega. Bunday materiallar linzalar uchun maqbul bo'lgan bo'lar edi.

Berilgan materialning ko'rish sohasidagi sindirish xossasini tavsiflash uchun material turiga bog'liq ikkida doimiy aniqlanadi. Birinchisi, n_d -sariq (589 nm) ko'rish sohasinin taxminan o'rtasiga to'g'ri keluvchi nur uchun. Ikkinchisi, dispersiya bilan bog'liq bo'lgan doimiy, spektr kengligidagi farq $n_F - n_C$. n_F ko'k Balmer chiziqlari uchun 486 nm va qizil (656 nm) nur uchun n_C .

Mazkur tajribada 4 xil turlicha suyuqliklar bilan to'ldirilgan uchburchak shaklli g'ovak prizmadan foydalanamiz. Prizmaning har bir burchagi 60° ga teng, shuning uchun agar yorug'lik nuri prizmaning ikkala tomoniga uchunchi tomoniga nisbatan parallel tushsa, n_{prism} sinish burchagi α orqali quyidagi formula bilan topilishi mumkin:

$$n_{prism}(\lambda) \approx 2 \cdot \sin\left(30^\circ + \frac{\alpha(\lambda)}{2}\right) \quad (3)$$

TAJRIBA QURILMASI

Tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan.

To'rtta qisqichli riderlarni optik stolga o'rnating, kattasini chap tomonga. Lampani qisqichli katta riderga o'rnating va o'ng tomonga optik stol bo'ylab yo'naltiring.

- Lampaga diafragma tutgichi bor kondensorni o'rnating va unga bir tirkishli diafragmani o'rnating.
- Keyin chapdan boshlab o'ngga tutgich, ramali linzani optik stolga o'rnating.
- G'obak prizmani prizma stoliga o'rnating, qopqog'ini yoping va qopqog'idagi tirkishga trubka joylashtiring.
- Transformatorni ta'minlash manbaiga ulang.
- Suv va spirt aralashtirib suyuqlikni o'lchash uchun tayyorlang.
- Mavjud yorug'lik filtrlarini tayyorlang.
-

TAJRIBANING BORISHI

- Optik stolni devorga perpendikulyar joylashtiring.
- Lampani transformatorga ulang.
- Devor va prizma o'rtasidagi masofani o'lchang va sinmagan nur tushayotgan devordagi nuqtani nol nuqta deb oling.
- Prizmani suv bilan to'ldiring.
- Nur prizmaning bir tomoniga parallel ravishda tarqalganida nurning sisnishi minimal bo'lishigacha prizmani rostlang.
- Yorug'lik filtrlarini birma-bir tutgichga o'rnating va har safar nol nuqta va spektr chizig'i tushgan nuqta orasidagi masofani har safar o'lchang.
- Prizmani olib tashlang va uni ikkinchi suyuqlik uchun tayyorlang.
- Suv o'rniga spirt, skipidar va etilsinnamat solib tajribaning 4-7 bandlarini takrorlang.
- Lampani transformatordan va transformatorni ta'minlash manbaidan uzing.
- Foydalanilgandan keyin g'ovak linza suyuqlikdan bo'shatilishi va qorong'u joyda saqlanishi zarur, chunki etilsinnamat uzoq vaqt yoritsa quyuq holatga o'tib qoladi. Prizma suyuqlik bilan mutloq qorong'u joyda saqlansa ham vaqt o'tishi bilan devorlari dog' bilan qoplanishi mumkin va bir necha yildan keyin dog' devorda qotib qoladi. Buning oldini olish uchun har safar tajribalardan keyin suyuqlikdan bo'shatilishi va suv bilan yuvilihi zarur. Prizma mutloq quruq bo'lganda etilsinnamat solish yaramaydi

Distances from zero point in cm	Qizili nur	Sariq nur	Ko'k nur
Suv	21,7	21,9	22,2
Spirt	23,9	24,1	24,5
Toluol	37,0	37,6	38,6
Skipidar		34,5	
Sinamik etil spirti	44,5	45,6	48,8
Double refraction angle α in °	Qizili nur	Sariq nur	Ko'k nur
Suv	23,44	23,62	23,90
Spirt	25,61	25,69	26,08
Toluol	36,49	36,92	37,70
Skipidar	34,18	34,61	35,39
Sinamik etil spirti	41,70	42,34	44,28

	Sindirish ko'rsatkichi n_D	$n_F - n_C$
Suv	1,33	0,006
Spirt	1,36	0,006
Toluol	1,50	0,014
Skipidar	1,47	0,014
Sinamik etil spirti	1,56	0,028

O'LCHASH NAMUNASI VA BAHOLASH

Prizmagacha bo'lган масофа: 0,5 m Endi nurlar orasidagi burchakni hisoblang

$$\alpha(\lambda) = \tan \frac{d(\lambda)}{D} \quad (5)$$

nur qo'sh sinish natijasida α burchakka buriladi: Keyin n farqini (3) formula asosida hisoblang:

Natija

Keltirilgan suyuqliklar orasida suvning sindirish ko'rsatkichi eng kichik bo'lsa, sinamik etil spirti sindirish ko'rsatkichi eng katta. Nazariyada keltirilgani kabi materiallar dispersiyasi nuring sinishiga to'g'ridan to'g'ri bog'liq emas, ammo ma'lum bir korrelatsiya mavjud.

5-LABORATORIYA ISHI. RANGLI SUYUQLIKLARDAGI YUTILISH SPEKTOРИ

Tajriba maqsadi:

1. To'g'ri ko'rish yo'nalishli prizma bilan spektrlarni tadqiq qilish.
2. Rangli suyuqliklardan o'tayotgan yorug'lik spektrlirini tahlil qilish.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Yutilish

Yoruglik niuri vakuumda intensivligi va qutblanishi o'zgarmasdan. Nur yo'liga qo'yilgan plastina yoki filrlar bir qancha effaktlarni hosil qiladi.

Birinchidan, plastina yoki filtr yorug'lik nuri bir qism energiyasini boshqa turdag'i energiyaga masalan, issiqlikka aylantirishi mumkin. Bu hodisaga yutilish deyiladi.

Ikkinchidan, ular tushayotgan nurlanish energiyasining bir qismini ajratib barcha yo'nalishlar bo'ylab chastotasini o'zgartirmasdan sochadi. Bu hodisaga elastik sochilish deyiladi. Umuman olganda nurni tushish yo'nalishi va qutblanishidan farq qiluvchi boshqa yo'nalishda va qutblanishda sochadi.

Yutilish va sochilishi natijasida tushayotgan nur energiyasi yutilgan va sochilgan nur energiyasiga teng miqdorda kamayadi. Bu yoqotilish so'nish deyiladi. Bu so'nish darajasi tushayotgan nur qutblanish tashkil qiluvchilari uchun turlicha bo'lishi mumkin. Bu xodisa dixorizm deyiladi va bu xodisa nurning palstina yoki filrdan o'tgandan keyin nuring qutblanganlik holatini o'zgartirishi mumkin.

Shaffoflik yorug'lik intensivligining plastin yoki filrdan o'tgandan keyingi oldingi qiymatlari nisbati bilan belgilanadi. Shaffoflik quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$T = \frac{I}{I_0}$$

bu erda I_0 dastlabki intensivlik va I nuring plastina yoki filrdan o'tgandan keyingi intensivligi. Shaffoflik yorig'likning plastina yoki filrdan necha foizi o'tganligini ko'rsatadi. Plastina yoki filrning shaffofligi 50% deyilsa, demak ularda yorug'lik intensivligi ikki marta kamayadi. Shaffoflik (T) va yutilish (A) o'rtasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$A = \log_{10} \left(\frac{1}{T} \right)$$

Birinchidan, agar ma'lum to'lqin uzunlikli yorug'lik nuri biror miqdorda aralashmali eritmadan o'tganda fotonlar ko'p bo'lmasan miqdordagi yutuvchi kimyoviy birikmalar bilan to'qnashadi va mos holda yuqori shaffoflikni va past spectral yutilishni kutishimiz mumkin. Agar shu nur konsentartsiyasi yuqori bo'lgan eritmadan o'tsa fotonlar ko'p miqdordagi yutuvchi kimyoviy birikmalar bilan to'qnashadi va mos holda past shaffoflikni va yuqori spectral yutilishni kutishimiz mumkin. Shunday qilib spectral yutilish namuna konsentratsiyasiga bog'liq.

Ikkinchidan, agar nur namunada uzoq yo'l o'tsa o'tkazish koeffitsiyenti past va spectral yutilishli katta bo'ladi, hamda nur namunada kam yo'l o'tsa o'tkazish koeffitsiyenti yuqori va spectral yutilishli kichik bo'ladi. Bu ikki mulohaza quyidagi proporsionallikka olib keladi:

$$A \propto k \times l \times c$$

Bu erda, k proporsionallik koeffitsiyenti, l nur yo'li uzinligi va c yutuvchi material konsentratsiyasi. Nur yo'li santimetrlarda, yutuvchi birikmalar konsentratsiyasi mollarda o'lchanganda proporsionallik koeffitsiyentini molyar yutilish qobiliyati deyish mumkin va proporsionallik **Bira-Lambert** qonuniga aylanadi:

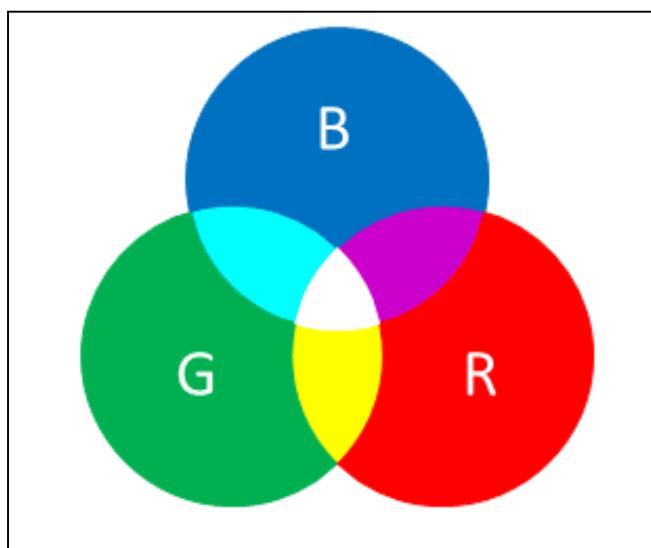
$$A = \varepsilon \times l \times c$$

Rang shakllanish modellari

Har bir rang modelida ranglarni tavsiflashning o'z usuli mavjud. Har bir rang modelida turlicha rang gammasiga ega bo'lgan turlicha rang kengligi mavjud. Masalan, RGB modelidagi sRGB rang gammasi Adobe RGB modelidagi rang gammasidan farq qiladi. Shuningdek, tasvir hosil qilish (monitorlar, televizor ekranlari) yoki printer kabi tasvir chop qilish qurilmalarida ham o'z rang modeli va rang gammasi mavjud. Ekranda raqamli tasvirning hosil qilinishini keyin tasvirning chop qilinishini ko'rib chiqaylik. Ekranda ko'ringan tasvirdagi alohida ranglar printerda chop qilinganda o'zgarishi

mumkin, chunki printer boshqach o'ziga xos rang modeli va rang gammasiga asosan chop qiladi

RGB rang modeli RGB rang modelida (RGB = Red-qizil, Green-yashil, Blue-ko'k) barcha ranglar uchta qizil, yashil va sariq ranglarning qo'shilishidan hosil qilinadi. Demak, bizda faqat 3 ta asosiy rang bor bo'lib, qolgan barcha ranglar shu uchta rangni aralashtrin hosil qilinadi. Agar biz qizil va yashil ranglarni aralashtirsak sariq, qizil va ko'kni aralashtirsak binafsha rang, ko'k va yashilni aralashtirsak havo rangni olamiz. 1-rasmga qarang.



1-rasm. RGB rang modeli: Red-qizil, Green-yashil va Blue-ko'k.

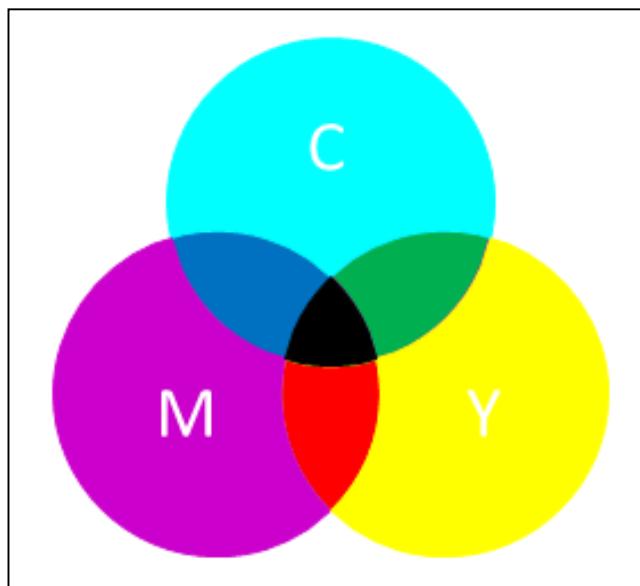
Agar barcha uchta rangni ham aralashtirsak oq rangni olamiz, uchta rangning birortasi bo'lmasa qora rangni olamiz. Elementar ranglar qo'shilishi bilan hosil qilingan rang aralashgan rang deyiladi.

3 asosiy rangning har biri 0 da 255 gacha qiymatga ega. Har bir asosiy rang 255 ta darajaga ega. Agar 3 rangning barchasi 0 darjada bo'lsa ularning yig'indisi qora rangni beradi. Agar barchasining darjasasi 255 ga teng bo'lsa oq rangni olamiz. Agar 3 asosiy ranglarda birining darjasasi 255 ga boshqalariniki 0 ga teng bo'lsa, biz so'f birinchi rangga ega bo'lamiz.

Grafik dastularda, asosiy ranglar rang kanallari bilan tavsiflanib unda rang haqida ma'lumotlar saqlanadi. Barcha asosiy uchta qizil, yashul va ko'k ranglardagi barcha 256 ta rang tonlarini ko'paytirib ($256 \times 256 \times 256$) nazariy jihatdan 16.7 million rang gradatsiyalarini hosil qilish mumkin.

CMYK rang modeli

CMYK modelda asosiy ranglar Cyan-havo rang, Magenta-pushti rang, Yellow-sariq va Black-qora ranglardan iborat. K- qora rangni bildirib qora rangni beruvchi kalitni (barcha rangni uzuvchi) bildiradi. Rangli torli va lazerli printerlar asosan CMYK ranglar bilan ishlaydi. Suyuq ranglarni aralastirish subtraktli rang aralashtirish deyiladi. Ranglarning subtraktiv aralashtirish ozidan nur chiqarmaidigan jismlarda sodir bo'ladi. Subtraktiv rang aralashtirishda rang quyidagicha paydo bo'ladi, jism yoki filtrdagি rang pigmentlari rang tashkil qiluvchilarining ba'zilarini yutadi qolganini ekranga qaytaradi. Masalan sariq rang RGB model kabi asosiy ranglar qizil va yashil ranglarni qo'shishdan hosil qilinmaydi. Subtraktiv rang aralashtirishda sariq rang qizil va pushti ranglarni olib tashlash bilan 2-rasmda ko'rsatilgani kabi hosil qilinadi.



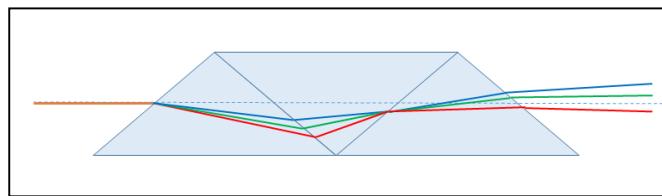
2-rasm. CMYK rang modeli: Cyan-havo rang, Magenta-pushti rang va Yellow-sariq.

Agar biz oq tabiiy nuring yashil tashkil qiluvchini filtrlab olib tashlasak pushti rang hosil bo'ladi. Ko'k rangni filrlash sariq rangning pydo bo'lishiga olib keladi. Mana shu uch rangdan CMYK (cyan, magenta, yellow) rang modeli tashkil topadi va barcha ranglar spektri mana shu asosiy ranglarni kerakli miqdorda aralashtirish bilan hosil qilinadi.

To'g'ri ko'rishli prizma

Prizma sirtiga tushayotgan nur sinadi chunki nur sirtda ikkinchi muhitga o'tadi. Muhitning sindirish ko'rsatkichining tushayotgan nur to'lqin uzunligiga va chastotasiga bog'liqligiga dispersiya deyiladi. Ko'pgina moddalar qisqa to'lqin uzunlikli yorug'lik nurini uzun to'lqin uzunlikli yorug'lik nurga qaraganda ko'proq sindiradi. Ko'k nur qizil nurga qaraganda ko'proq sinadi. Shunday qilib prizma yorug'lik nurini to'lqin uzunligiga qarab ajratadi.

Ayniqsa spektroskopiyada to'g'ri **ko'rish yo'naliшli prizmalar** juda muhim hisoblanadi. Bu prizma sindirish ko'rsatkichi turlicha bo'lgan bir-biriga ketma-ket joylashtirilgan uchta yoki beshta prizmalardan iborat bo'ladi. Ko'p uchraydigan tipik tuzilish ketma-ketligi masalan, optik shisha, kronglas, optik shisha.



3-rasm. Ko'rish yo'naliшli prizma tuzilishi.

Ko'rish yo'naliшli prizma avfzalligi shundaki, sodda tuzilishga ega va chiqshdagi nurlar kiruvchi nurga va prizma o'qiga (asosiga) parallel chiqadi. Ko'rish yo'naliшli prizma tuzilishi 3-rasmida keltirilgan. Bu erdan ko'rindiki yashil nur kirish nuriga eng parallel nur hisoblanadi.

Xavfni baholash

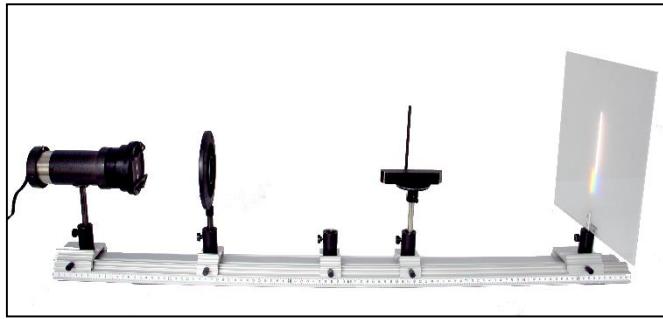
Belgilar	
 Xavfli 	<p>Xavf-xatar:</p> <p>H 302 Istemol uchun zararli (Xn)</p> <p>H 317 Terining allergiyasini keltirib chiqarishi mimkin.</p> <p>H 334 Bug'idan nafas olinsa nafas yo'llarni allergiyasini yoki astmani paydo qilishi, yoki nafas olishini qiyinlashtirishi mumkin.</p> <p>H 351 Saraton keltirib chiqarish xavfi bor.</p> <p>Xavfsizlik:</p> <p>P 261 Chang, tutun, gaz, tuman, bug' va aerozollardan bug'ilishdan saqlaning.</p> <p>P 280 Himoya qo'lqopi/ himoya kiyimi/ kiying yuzni himoya qiling.</p> <p>P 342 + 311 Yallig'lanish hollari va simptomalari kuzatilganda tibbiyot markaziga murojat qiling.</p>

Tajribalar

Rangli suyuqlikning yutilish spektri xossalari o'lchash va ko'rish mazkur tajribada amalga oshiriladi:

1-Tajriba:

Bu tajribada ko'rish yo'naliqlikli prizma spektri o'qganiladi.



4-rasm.

Yorug'lik nuri spektrini tahlil qilish qurilmasi.

Ish stoli qurilmalari:

1 Optik stol, S1 profil, 1 m	460 310
2 Qisqichli rider, qisqichi bilan	460 311
3Qisqichli rider, qisqichi bilan, 45/35	460 312
1 Transformator, 6/12 V	521 210
1 Lampa patroni kabeli bilan	450 60
1 Lampalar, 6 V/30 W, E14, 2 komplekt	450 511
1 Diafragma tutgichli condenser	460 20
1 Ramkali linza, f=100 mm	460 30
1 Prujina qisqichli tutgich	460 22
1 Prizma stoli	460 25
1 Ko'rish yo'naliqli prizma	466 05
1 Ekran	441 53

Dastlab, patronga 6 V/30 W lampani qo'ying. Lampa ro'parasiga difragma tutgichli kondenserni shunday joylashtiringki tutgich 6-rasmdagi kabi vertikal bo'lzin. Keyin asosga diafragma tutgichi o'rnatilgan taglik-surgichni o'rnating.



5-rasm. Difragma tutgichi va kondenser o'rnatilgan lampa.

Lampani relsning eng chap chekkasiga o'rnating. Boshqa tomoniga esa shaffof ekranni 5-rasmdagu kabi joylashtitng.

Endi ramkali linzani($f=100$ mm) lampadan keyin o'rnating. Linzani shunday suringki tirqishning aniq tasviri ekranda paydo bo'lsin. Har bir optik asbob bir xil balandlikdaligiga e'tibor qiling. Ish tartibida asboblar quyidagicha masoflarda joylashtiriladi: lamp patroni tutgichi – linza tutgichi: 19 sm. Linza titgichi – ekran tutgichi: 49 sm.

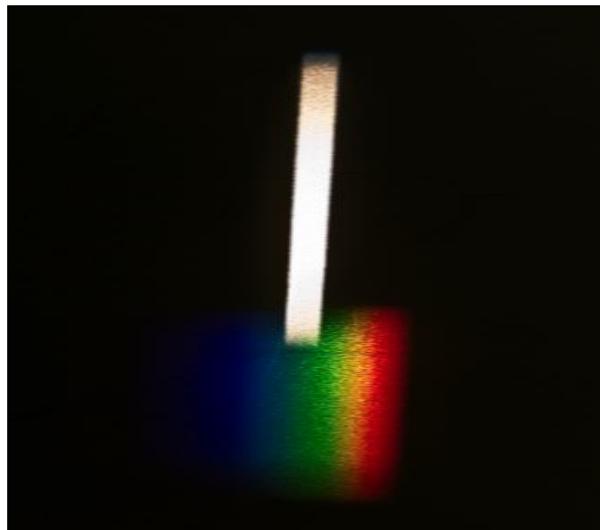
Keyingi bosqichda ko'rish yo'nalishli prizmani nur yo'liga qo'ying. Shuning uchun prizma stoli va ekran orasini yoping. Prizma stoli tutgichi – ekran tutgichi: 23 sm. Endi ko'rish yo'nalishli prizmani nur yo'liga shunday qo'yingki nur prizma sirtiga 7-rasmda ko'rsatilgani kabi tushsin. Nur prizma o'qlariga parallel bo'lishi kerakliginiyodda tuting.



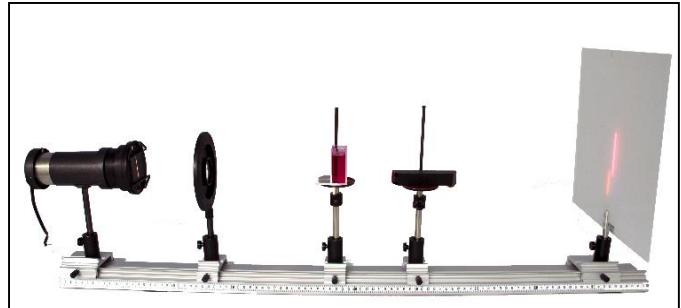
6-rasm

.Tushuvchi nur birinchi prizmaning birinchi sirti o'rtasiga tushadi.

Bir vaqtning o'zida to'g'ridan to'g'ri tushayotgan nurni va spektrni ekranda ko'rish uchun rizmali stol ozroq pastlatilishi zarur. Yorug'lik nuri dastasining yuqorigi yarmi linza ustidan, pastki y armi linza ichidan o'tishi



lozim. Natija 8-rasmda ko'rsatilgan.



8-rasm.

Rangli suyuqlik spektri tadqiq qurilmasi

2-TAJRIBA:

Bu tajribada rangli suyuqlik spektri tadqiq qilinadi.

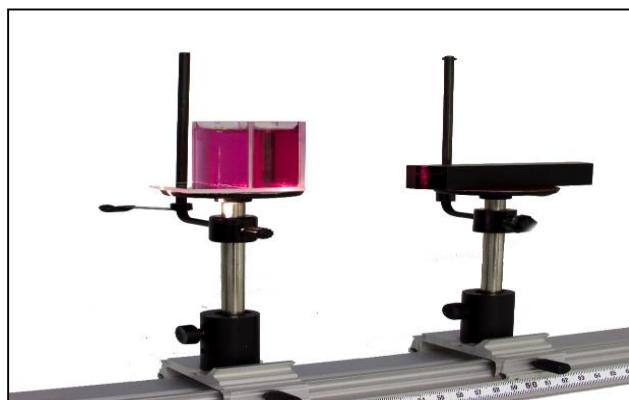
Setup on Bench:

1 Optik stol, S1 profil, 1 m	460 310
2 Qisqichli rider, qisqichi bilan	460 311
3 Qisqichli rider, qisqichi bilan, 45/35	460 312
1 Transformator, 6/12 V	521 210
1 Lampa patroni kabeli bilan	450 60
1 Lampalar, 6 V/30 W, E14, 2 komplekt	450 511
1 Diafragma tutgichli condenser	460 20
1 Ramkali linza, f=100 mm	460 30
2 Prizma stoli	460 25
1 Shisha stakan –kyuveyta	477 14
1 Yo'naltiruvchi prizma	466 05
1 Ekran	441 53
1 Fukusin, 250 g	672 0

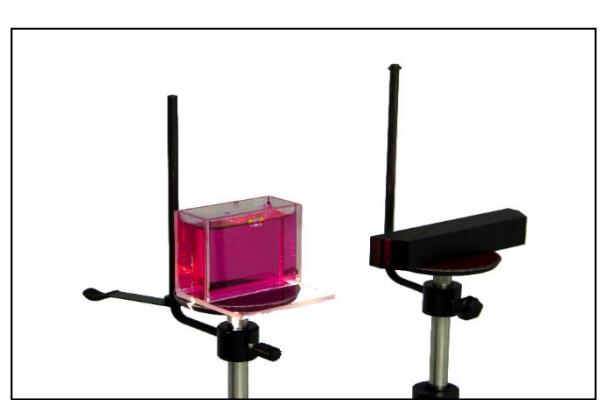
Rangli suyuqlikni tayyorlash

Fuksinli qizil-binafsha rangli eritmani tayyorlash: qizil-binafsha rangli eritma olish uchun menzurkaga fuksin kukuni solinadi va 50 ml suq quyiladi. Agar eritma juda ham past rangli yoki juda ham qizg'ish bo'lib ketsa, zarur rang olish uchun ko'proq fuksin yoki erituvchi suv qo'shiladi. 9-rasmida ishga tayyor eritma rangi keltirilgan.

Bu tajriba uchun qurilma tarkibi birinchi tajribadagi bilan mos tushadi. Shu bilan birga, bu qurilmada ikkinchi prizmali stol linza va prizma orasiga 9-rasmdagi kabi o'rnatiladi. Endi kyuvetani rangli suyuqlik bilan to'ldirish va kyuvetani prizmali stolga qo'yish mumkin. Kyuvetani prujinali qisqich bilan mahkamlang. Kyuveta uchunikkita o'rnatish holati mavjud: 9- va 10- rasmlarda ko'rsatilgani kabi ko'ndalang va bo'ylama holatlar.



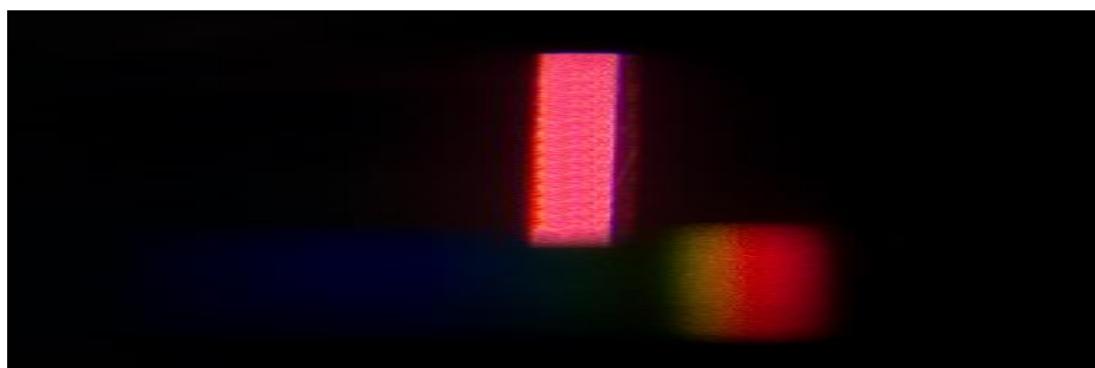
9-rasm. Qizil-binafsha rangli fuksinli eritmaning ko'ndalang joylashuvi.



10-rasm. Qizil-binafsha rangli fuksinli eritmaning bo'ylama joylashuvi.

Natijalar

Fuksinli qizil-binafsha bo'yoqli eritma spekrtri 11-rasmida keltirilgan.



11-rasm. Fuksinli qizil-binafsha eritma spektri. Chapda: transversal. O'ngda: longitudinal.

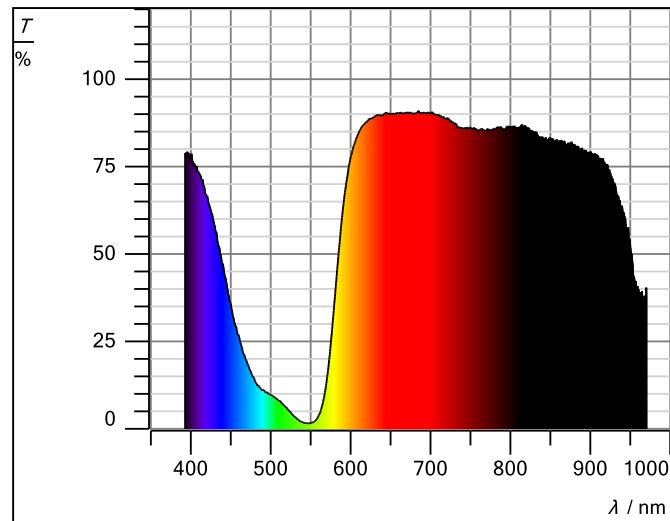
Ikkala spektrda ham yashil rang yo'q, natijaviy rang olov rang. Qo'shimcha ranglar yutiladi va boshqalari o'tkaziladi.

Ko'ndalang holatda ko'k rang ko'proq yutiladi va natija rang esa qizil. 11-rasmda kameraning sezgiligi tufayli ko'k rang deyarli ko'rinxaydi.

Tozalash va utilizatsiya

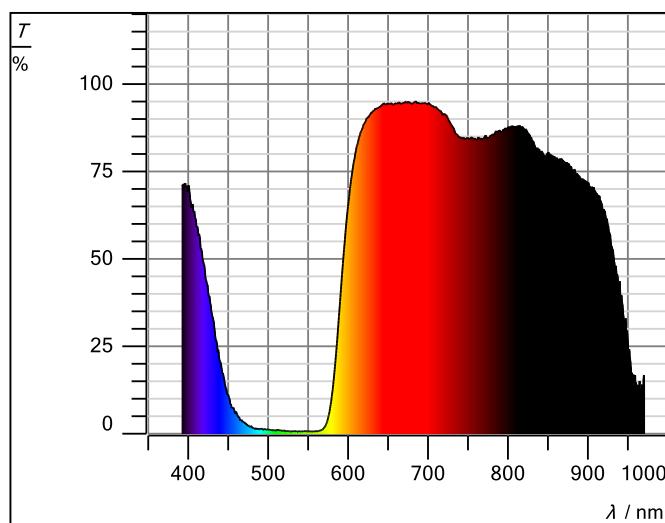
Utilizatsiya turli mintaqalarda turlicha tartibda amalga oshiriladi va shuning uchun bunga mas'ul tashkilotlarni surishtirish kerak bo'ladi.

QO'SHIMCHALAR:



Apparatura	
1 Prizma	..... 466 05
1 Shisha kuveyta, 50 x 50 x 20 mm	..... 477 14
2 Prizam stoli	..... 460 25
1 Lampa patroni kabeli bilan	..... 450 60
1 Lampa, 6 V/30 W, E14, 2 dona	..... 450 511
1 Diafragma tutgichli kondenser	..... 460 20
1 Transformator, 6/12 V	..... 521 210
1 Ekran, yarim shaffof	..... 441 53
1 Linza ramkada, f=100 mm	..... 460 03
1 Optik stol, S1 profile, 1 m	..... 460 310
2 Qisqichli reyder qisqichi	..... 460 311
3 Qisqichli reyder qisqichi, 45/35	..... 460 312

12-rasm. Fuksinli qizi-binafsha eritmaning yorug'likni o'tkazish koeffitsiyenti. Ko'ndalang.



13-rasm. Fuksinli qizi-binafsha eritmaning yorug'likni o'tkazish koeffitsiyenti. Bo'ylama.

12 va 13 rasmlar 467251 spektrometrida olingan batafsilroq spektr sifatida keltirilgan. Bu erda yashil rang yutilishini va yutilish sohasining kengligini ko'ramiz. Ko'k va qizil ranglar fuksinda katta yutilishlarsiz o'tmoqda.

6-LABORATORIYA ISHI. IKKILAMCHI TIRQISHDAGI YORUG'LIKNING DIFRAKSIYASINI VIDEOCOM YORDAMIDA KUZATISH.

Tajribaning maqsadlari

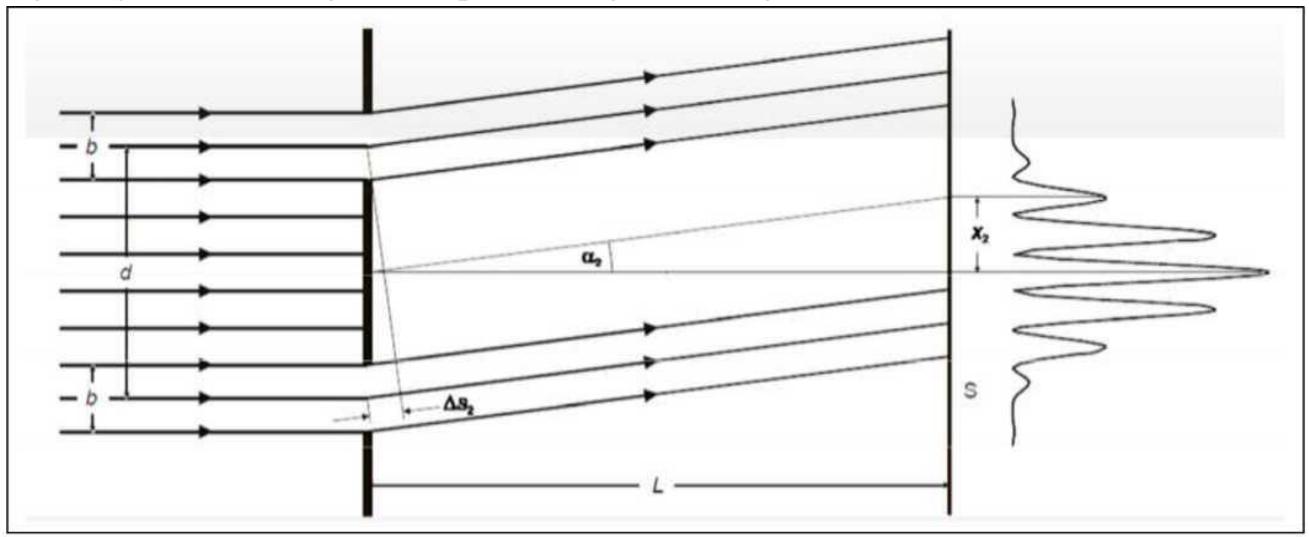
Quyidagi hollar uchun difraksion tasvirlarni qayd qilish va intensivlik taqsimotini modellashtirish:

- 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.

Umumiy ma'lumotlar

Erkin tarqalayotgan yorug'lik nurining yo'liga 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: *Fraunhofer* difraksiyasi holida yorug'likning parallel to'lqin frontlari difraksion obyektning old tomonida va ortida o'rganiladi. Bu bir tomonidan difraksion obyektdan cheksiz masofada joylashgan yorug'lik manbasiga va ikkinchi tomonidan xuddi shuningdek difraksion obyektdan cheksiz masofada joylashgan ekranga mos keladi. Uni tajribada nur yo'liga 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 obyektdan 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 soddarоq. Shu sababli mazkur ishda bayon qilingan tajribalar Fraungofer nuqtai nazariga asoslangan



Rasm.1: Qo'sh tirkishdan yorug'lik difraksiyasingin sxemasi (tajriba P5.3.1.2 taqqoslash) b: tirkish kengligi g: tirkishlar oralig'i L: tirkish bilan ekran orasidagi masofa X2: markazdan 2-intensivlik minimumigacha masofa a_2 . 2-susaygan interferensiya kuzatiladigan yo'nalish ZIS2: yo'llar farqi S: kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

T. Yungga asosan, ikkita kogerent nurni bir-biriga yaqin joylashgan teng kenglikdagi tirkishlar orqali intensiv va kogerent lazer nuridan olish mumkin. Bu esa tirkishlarning ikki (qo'sh) yorug'lik manbai sifatida namoyon bo'lismeni anglatib, yorug'lik dastalari ancha darajadagi uzoq masofada birlashadi. Bu ikki tirkishdagi difraksiya kirayotgan parallel yorug'likni hattoki tirkish diafragmasining geometrik soyasida ham tarqalishiga olib keladi (Rasm.1 dagi kul rang soha). Bundan tashqari, kuzatish tekisligida yorqin va qoramtil tasmalar namoyon bo'lib, ularni geometrik nur optikasi qonunlari bilan tushuntirib bo'lmaydi. Yorug'lik to'lqin xossalariiga ega deb inobatga olinsa va ekranda kuzatilayotgan difraksion tasvirni tirkish aperturasidan kelyotgan ko'p sonli(cheksiz) dastalarning superpoziyasi deb qaralsagina uni tushuntirish mumkin.

Difraksion tasvirni hisoblash uchun, N tirkishlardan iborat, bir biridan teng

masofalarda joylashgan tirkishlardan 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 (*sina&a*) holida, kengligi d bo'lgan, N tirkishlar uchun quyidagi proporsionallik olingan

Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi uchinchi had, cheksiz tor va bir tekis taqsimlangan N ta tirkishdan yorug'lik to'lqinining difraksiyasi kuzatiladigan intensivlikning maksimumi va intensivlikning minimumlari davriyligining ketma-ketligini ifodalaydi.

Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi ikkinchi had chekli tirkish kengligining b ta'sirini ifodalaydi. Bu had difraksion tasvirning "qobig'i" hisoblanadi va yakka tirkish kengligi b ning difraksion ta'siriga mos keladi. Shunday qilib, ko'p sonli tirkishlarning ($N > 2$) difraksion tasviri yakka tirkishning difraksion tasviri orqali modulyasiyalanadi. Birinchi had $1/N^2$ intensivlikning tirkishlar soniga bog'liqligini ifodalaydi.

VideoCom bilan intensivlik taqsimotini qayd qilish

Tajribada difraksion tasvirning intensivlik taqsimoti $I(a)$ 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 ketma- ketli interfeys orqali kompyuterga uzatiladi. VideoCom bilan bog'langan kompyuter dasturi intensivlik taqsimotini $I(a)$ ko'rsatadi va bu esa (IV) tenglamaga asosan nazariya bo'yicha kutilgan intensivlik taqsimoti bilan uni tez va bevosita taqqoslashga imkon beradi.

Jihozlar

1 3 qo'sh tirkishli diafragma	469 84
1 4 qo'sh tirkishli diafragma	469 85
1 5 qo'sh tirkishli diafragma	469 86
1 Prujinali siqib turuvchi tutgich.	460 22
1 He-Ne-Lazer, chiziqli qutblangan	471 830

1 Polyarizatsion filter	472 401
1 VideoCom USB.....	337 47USB
1 Gardishli linza, f = +5 mm	460 01
1 Gardishli linza, f = +50 mm	460 02
1 Gardishli linza, f = +500 mm	460 11
1 Optik stol, profili standard 1 m .	460 32
7 Optik reyder 60/50.....	460 373
1 Windows 2000/XP/Vista o'rnatilgan PK	

Xavfsizlik bo'yicha eslatma

Geliy-neonli lazer 2 sinf bo'yicha EN 60825-1 "Lazer apparaturasi xavfsizli" talablariga javob beradi. Agar instruksiyada keltirilgan mos punktlarga amal qilinsa, geliy- neonli lazer bilan tajriba o'tkazish xavfli emas

- Hyech qachon bevosita to'g'ri yoki akslangan lazer nuriga qaramang.
- Hyech qaysi kuzatuvchi ko'zini qamashganiini sezmasligi kerak.

Qurilma

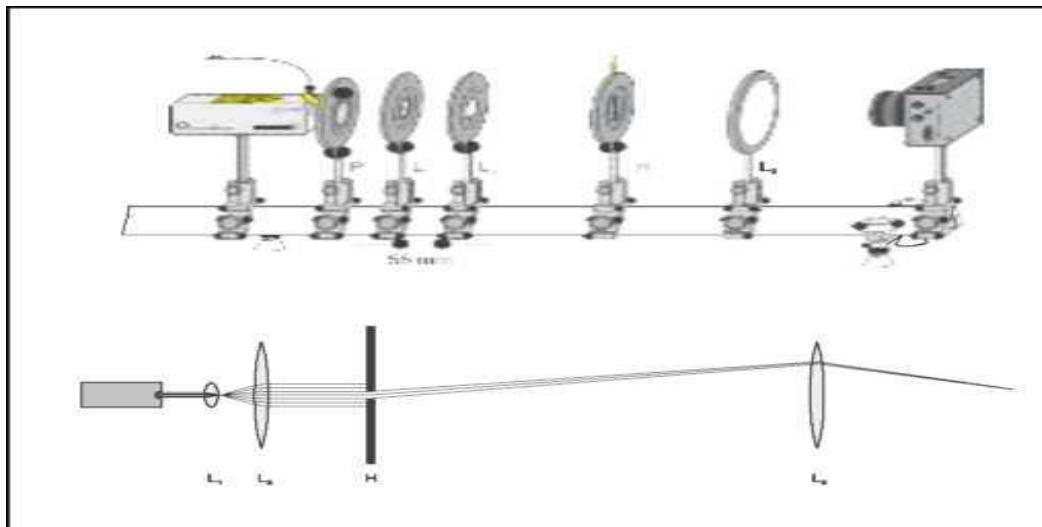
Eslatma: Yustirovka bir oz qorong Ulashtirilgan xonada bajarilishi kerak.

Butun tajriba qurilmasi Rasm.2 da tasvirlangan. Fokus masofasi $f = +5$ mm bo'lган sferik linza $L1$ qutblangan lazer nurining kengayishini ta'minlaydi. Fokus masofasi $f = +50$ mm bo'lган keyingi yig'uvchi linza $L2$ 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'lган yig'uvchi linza $L3$ ortidagi VideoComning ZBA si namunasida yorqin difraksion tasvirni ta'minlaydi. Lazer nurlanishining intensivligi lazer bilan linza $L1$ orasidagi polyarizasion filtr P yordamida o'zgartirilishi mumkin.

Optik qurilma

- Optik reyderdan foydalanib, geliy-neonli lazerni optik stolga Rasm.2 da keltirilgandek o'rnating.

- Shtativ va optik reyder yordamida optik stolning qarama-qarshi tomoni oxiriga VideoCom ni joylashtiring.
- 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.



Rasm. 2: Tirqishdan keyingi difraksiyani kuzatish tajriba qurilmasi (yuqorida) va nurning sxematik yo'li (pastda)

L₁: linza $f = +5$ mm
 L₂ linza $f = +50$ mm
 L₃ linza $f = +500$ mm
 P: polyarizatsion filtr
 H: prujinali qisqichli tutgich
 S: kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA)

Fokus masofasi $f=+5$ mm bo'lgan sferik linzani **L1** lazer old tomonidan taxminan **20** sm masofada o'rnatiting. (lazer nuri VideoCom tuynugiga tushishi kerak)

- Fokus masofasi $f=+50$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani **L2** sferik linza **L1** orqasiga taxminan **6** sm masofada joylashtiring va uni to lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'limguncha optik stol bo'ylab, sferik linza **L1** tomonga qarab, siljiting.
- Yig'uvchi linza **L2** ni sferik linza **L1** 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 **L3** nuring yo'liga VideoCom dan taxminan 50 sm da joylashtiring va uni lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'ladigan qilib o'rnatning.
- Uchta qo'sh tirqishli diafragma bor prujinali siqib turuvchi tutgichni **L2** bilan **L3** oralig'iga nuring 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 **L1** oralig'iga o'rnatning.

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'lchan qiyamatlar 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.
- ^ belgini chertish yoki **F5** klavishani bosish orqali «Calibration/Comparison with Theory» menyusini chaqiring.
- Burchakni graudirovka qilish uchun «Diffraction Angle» jadvalga linza **L3** ning fokus masofasini $f = +500$ mm kriting. Zarur bo'ladigan burchakni nolga siljitimish “Zero Point Corresponds to Maximum” belgisiga chertilganda, ko'rinvchan difraksion tasvirning maksimumiga mos keladigan bo'lib avtomatik tarzda amalga oshadi. Pirovardida, difraksion burchak o'lchash uchun kalibrovka qilingandagina nazariya bilan taqqoslash imkonи bo'ladi

- 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 interferensiyanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, interferension strukturalar hattoki difraksiyalanmagan lazer nurlanishida ham bo'lishi mumkin.

Tajribani bajarish 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(a) qayd qiling. Buning uchun oldin w. (256 piksel) tugmaga chertiladi yoki F8 klavishaga bosiladi va polyarizasion filtrning P optimal sozlanmasi tanlanadi.

- Difraksion tasvirlarni qayd qilish uchun, s* (2048 piksel) tugmani cherting yoki F9 klavishani bosing.
- F9 bilan o'lhashlarni to'xtating.

F2 klavishani bosib natijalarini saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan). F4 bilan eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.

- O'lhashlarni $b = 0,15 \text{ mm}$ va $b = 0,20 \text{ mm}$ булган qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarini yangi fayl nomi bilan saqlang.

b) 4 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,20 \text{ mm}$):

- Eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.
- $g = 0,25 \text{ mm}$ tirqishlar oralig'i uchun intensivlik taqsimotini I (a) qayd qiling.
- Natijanii saqlang(o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).
- O'lhashlarni $g = 0,50 \text{ mm}$, $g = 0,75 \text{ mm}$ va $g = 1,00 \text{ mm}$ bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarini yangi fayl nomi bilan saqlang.

5 xil k o'p sonli tirqishli diafragmada difraksiya ($B = 0.20 \text{ mm}$ va $G = 0.25 \text{ mm}$):

Eski o'lchangan qiymatlarni o'chiring.

$N = 2$ tirqish uchun intensivlik taqsimotini I (a) qayd qiling. Natijani saqlang(o'zingizga

maqbul fayl nomi bilan).

Rasm.3 da modellashtirish vositasida hisoblangan intensivlik egriliklari bilan o'lchangan intensivlik taqsimotlari muvofiq kelishi namoyon qilingan. O'lhash aniqligi chegarasida bu yo'l orqali olingan tirkishning kengligi b, berilgan nominal qiymat bilan yaxshi mos keladi.

O'lhash namunasi va baholash

a) 3 xil qo'sh tirkishli diafragmada difraksiya ($g = 0,25 \text{ mm}$):

Rasm.3 da tirkishlar oraliqlari turli $b = 0,10 \text{ mm}, 0,15 \text{ mm}$ va $0,20 \text{ mm}$ bo'lgan 3 xil qo'sh tirkishli diafragmadan olingan difraksion tasvirlarning intensivlik taqsimotlari keltirilgan. Tirkish kengligi b ortgan sari intensivlik taqsimotidagi intensivlikning asosiy maksimumlari geometrik soya sohasi tomon siljiydi. Difraksion tasvirning yirik strukturasi (qobig') tirkish kengligiga b bo'g'liq. Doimiy tirkishlar oralig'i g intensivlik taqsimotidagi doimiy "nozik stmktura"da namoyon bo'ladi. Past keskinlikli ikkilamchi maksimumlar orasidagi masofa sezilarli darajada o'zgaradi.

Nisbiy baholash:

Hisoblangan intensivlik taqsimotini $I(a)$ o'lchangan taqsimot bilan taqqoslash orqali tirkishning kengligini b aniqlash mumkin.

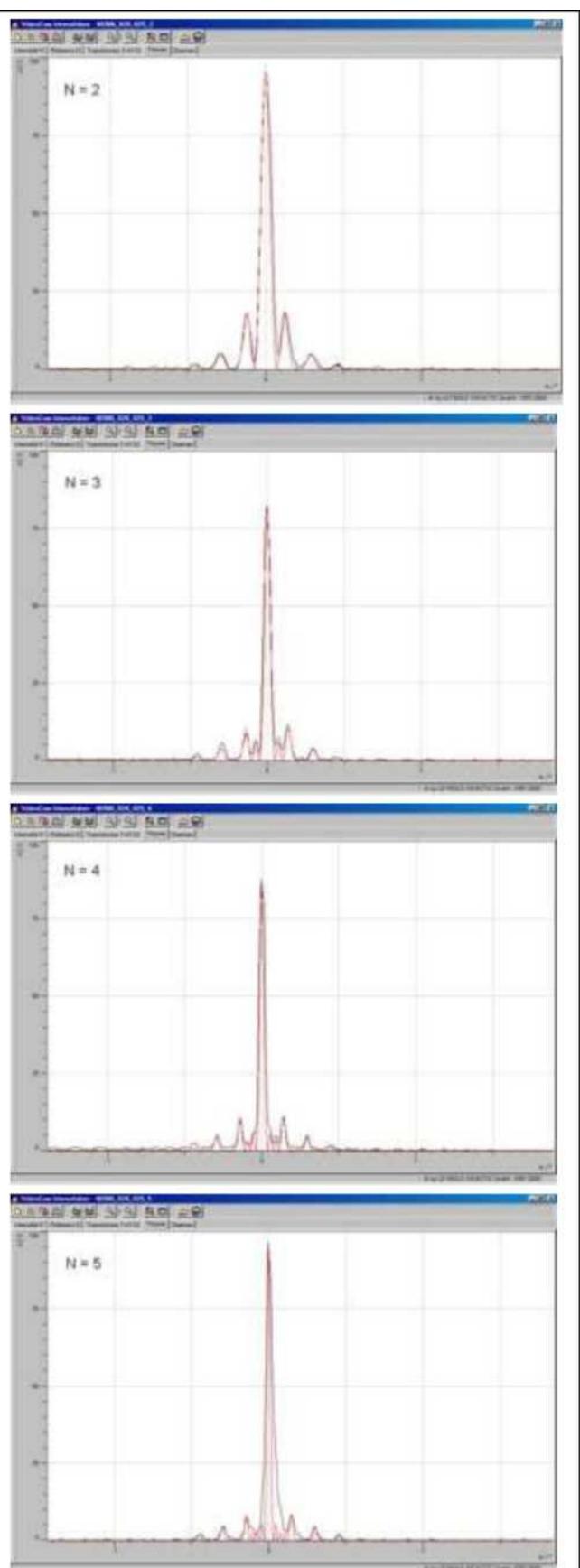
- Tirkishlar kengligi $b=0,1 \text{ mm}$ bo'lgan qo'sh tirkishdan intensivlik taqsimotini 1(a) modellashtirish uchun tugmani yoki F5 klavishani bosib, "Calibration/Comparis on with Theory" menyusini chaqiring(saqlangan o'Ichashlar tugma _L1 yoki F3 klavisha orqali qayta yuklanishi mumkin).
- Intensivlik taqsimotini modellashtirishni bajarishdan oldin «Diffraction Angle» jadvalida "Zero Point Corresponds to Maximum" va "Background at Minimum" avtomatik tuzatishni o'rnatish.
- Intensivlik taqsimotini tenglama (1) bo'yicha modellashtirishda lazerning to'lqin uzunligi λ ma'lum parametr sifatida kiritiladi. Linza L3 ning effektiv fokus masofasi $f = +500 \text{ mm}$ ham ma'lum o'lhash miqdori hisoblanadi. Parametr sifatida kiritilishi mumkin bo'lgan maksimal amplituda $I(a)$ joriy o'lhashlardan «Theory» jadvalidagi «Automatic Maximum» tugmasiga chertish orqali avtomatik tarzda aniqlanadi.

- «Theory» jadvalidan “Grating” difraksion panjarani tanlang va tirkishlarning sonini N hamda tirkishlar orasidagi masofani g kirit.
- Kiritilgan tirkishning kengligini modellashtirish uchun boshlang'ich qiymat deb qabul qiling.
- O'lchangan va hisoblangan intensivliklar egriliklari orasida yetarli darajada muvofiqlikga erishilmaguncha, tirkish kengligi b parametrini o'zgartirishni takrorlang.

Izoh: o'lchangan intensivlik taqsimotining nazariya bilan yaxshi muvofiq kelishi, difraksion obyektga faqat parallel nur tushgandagina ro'y beradi, ya'ni agar optik qurilma juda puxtalik bilan yustirovka qilingan bo'lsa.

4 xil qo'sh tirkishli ($b = 0,20$ mm) diafragmada difraksiya:

Rasm.4 da tirkishlarning turli oraliqlari $g = 0,25$ mm, $0,50$ mm, $0,75$ mm va $1,00$ mm uchun intensivlikning taqsimotlari 4 xil qo'sh tirkishli diafragma uchun keltirilgan. Bunda a) tajribadan farqli, intensivlik taqsimotlaridagi yirik strukturaning



3-rasm

(qobig') asosiy maksimumlari intensivligi o'zgarmaydi. Tirkishlar oralig'inинг g

o'zgarishi, intensivlikning ikkilamchi minimumlari orasidagi masofaning sezilarli o'zgarishiga olib keladi, ya'ni u difraksion tasvirning nozik strukturasini belgilaydi.

Tirqishlar oralig'ini g ortishi bilan, ikkilamchi maksimumlar bir-biriga yaqinlashadi.

Baholash:

O'lchangan intensivlik taqsimoti bilan hisoblangan taqsimotni $I(a)$ taqqoslash orqali tirqishlar oralig'ini g aniqlash mumkin.

- a) da bayon qilingan amal orqali tirqishlar oralig'ini g o'zgaruvchan parametr qilib kiritib, intensivlikning taqsimotini modellashtiring.

chegarasida bu yo'l bilan olingan tirqishlar oralig'i g berilgan nominal qiymat bilan yaxshi mos keladi.

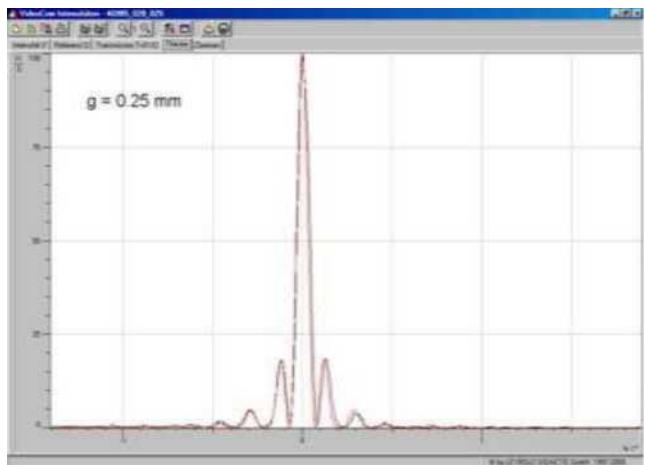
Tirqish kengligi b va tirqishlar oralig'i g doimiy qo'lganda, intensivlik taqsimotida N ga mos ravishda, asosiy maksimum atrofida $N-1$ ikkilamchi minimumlar va $N-2$ ikkilamchi maksimumlar namoyon bo'ladi. Asosiy maksimumning intensivligi N^2 ga proposional tarzda ortadi. N ortib borgan sari, ikkilamchi maksimumlarning intensivligi kamayadi va asosiy maksimum yaqolroq bo'lib boradi. Tirqishlar soni o'zgarganda, difraksion tasvirdagi asosiy maksimumning o'rni o'zgarmaydi.

Baholash.

Hisoblangan intensivlik taqsimoti $I(a)$ bilan o'lchangan intensivlik taqsimotini taqqoslash orqali tirqishning kengligini b va tirqishlarning oralig'ini g aniqlash mumkin. tirqish kengligini b va tirqishlar oralig'ini g o'zgaruvchan parametr deb olib, a)da keltirilgan amal bo'yicha intensivlik taqsimotini modellashtirishni bajaring.

Rasm.5 dan ko'rinish turibdiki, modellashtirish vositasida hisoblangan intensivlik egriliklari o'lchangan intensivlik taqsimotlariga muvofiq kelgan. O'lhash aniqligi chegarasida bu usul bilan olingan tirqish kengligi b va tirqishlar oralig'i g nominal qiymatlar bilan yaxshi mos keladi.

Natijalar



Kengligi b bo'lgan, bir xil masofada joylashgan N tirkishlardan o'tgan lazer nuridan difraksion tasvir olinganda, intensivlik taqsimoti tenglama (1) orqali yaxshi muvofiqlikda ifodalanishi mumkin. Intensivlik taqsimoti tirkishning kengiligiga b , tirkishlarning oralig'iga g va tirkishlarning soniga N bog'liq. Tirkishlar soni kam bo'lganda, tirkishning kengligi b geometrik soya sohasiga kengayishni belgilaydi. Ikkilamchi minimumlarning soni tirkishlarning oralig'iga g bog'liq. Tirkishlarning soni N ortishi bilan asosiy maksimum yanada intensivroq bo'ladi; ikkilamchi maksimumlarning intensivligi esa sustlashadi.

Qo'shimcha ma'lumotlar; Qo'sh tirkish uchun bayon qilingan interferension hodisalar fizikaning boshqa bo'limlarida ham kuzatiladi; yerda ular ancha osonroq idrok qilinadi, masalan, suv sirtida qo'sh tirkish ortidagi to'lqinlar. To'lqin modeli fotoelektrik effektlarni va yorug'likning chiqishini talqin qilishdagi yorug'lik kvant gipotezasining zarur sharti hisoblanadi. Kvant mexanikasida qo'sh tirkishdagi tajribalar muhim rol o'yndaydi. Ular zarrachalar interferensiyalangan to'lqinlar kabi harakatlanishini ko'rsatadi. Elektromagnit to'lqinlar (yorug'lik) uchun elektr maydon amplitudasining kvadrati intensivlikni ifodalaydi. Modda zarrachalari holida modda to'lqin amplitudasining kvadrati lokalizasiyani (to'lqin ehtimoliyati) ifodalaydi. Rasm. 5. Difraksion tasvirning tirkishlar soniga bog'liqligi (qora chiziq). Qizil chiziq tenglama (1) ga asosan modellashtirishga mos keladi.

7-LABORATORIYA ISHI. HE-NE LAZERI YORDAMIDA FRENEL KOZGUSIDAGI INTERFERENSIYANI KUZATISH

Ishning maqsadi

- Ikkita mavhum yorug'lik manbasidan interferensiyani kuzatish.
 - _ Interferension chiziqlar orasidagi d masofani o'lhash
Mavhum yorug'lik manbalarining proyeksiyalangan tasvirini olish.
 - Proyeksiyalangan tasvirlar orasidagi A masofani o'lhash. Yorug'likning nuqtaviy manbasi Frenel ko'zgusida akslanishi yordamida, yorug'lik manbasining ikkita kogerent mavhum

Interferension chiziqlar orasidagi d masofadan, mavhum yorug'lik manbalarining proyeksiyalangan tasvirlari orasidagi masofadan va qurilmaning geometrik o'lchamlaridan foydalanib, He-Ne lazerning nurlanish to'lqin uzunligini aniqlash.

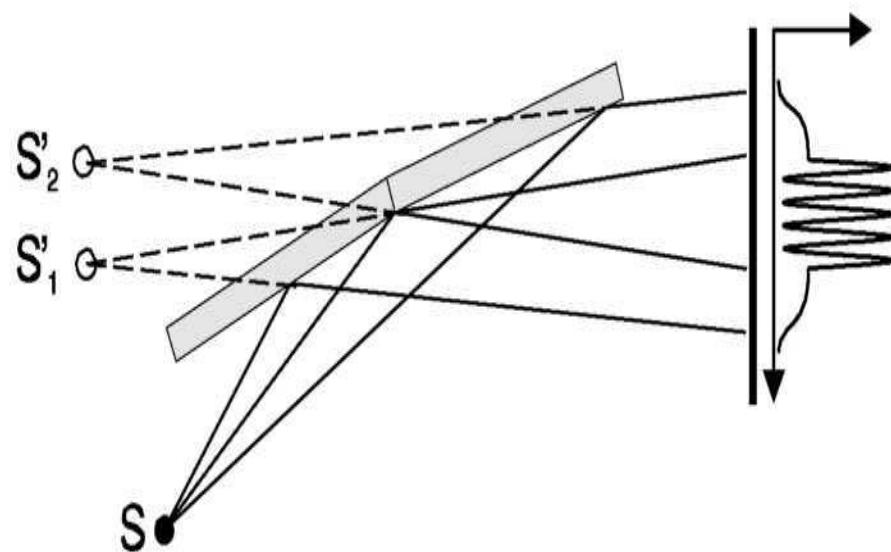
Umumiy ma'lumotlar

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 X 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 masofao'lchanadi. Qurilmaning geometrik o'lchamlari ma'lum bo'lganligi sababli, biz

ulardan mavhum yorug'lik manbalari orasidagi masofani aniqlashda foydalanishimiz mumkin.



Kerakli asboblar va ashyolar

1 He-Ne lazer chiziqli qutblangan	471 840
yoki	
1 He-Ne lazer, 0.2/1 mVt	471 83
1 Sozlanadigan Frenel ko'zgusi,	47105 1
Linza, $f = 5$ mm	460 01
1 Linza, $f = 200$ mm	460 04
1 Standart kesimli optik kursi, 1 m,	460 32
3 Optik nasadkalar, balandligi:	
60 mm/kengligi: 36 mm	460 353
1 Optik nasadka, balandligi: 60 mm/kenligi: 50 mm	460 351
1 Yarim shaffof ekran.....	441 53
1 Nasadka uchu nasos.....	300 11
1 Vernyer kronsirkuli, plastmassa	311 52
1 Po'lat ruletka	311 77

Ehtiyyot choralar

Geliy-neonli lazer “O’rganish va o’quv qurilmalari uchun texnika xavfsizligi bo’yicha talablar - Lazer, DIN 58126, 6 bo’lim” 2 sinf lazerlari uchun nemes texnik standartlariga mos keladi. Instruksiyada keltirilgan xavfsizlik qoidalarga rioya qilincha, geliy-neonli lazer bilan tajriba o’tkazish xavfli emas. To’g’ri yoki akslangan lazer nuriga aslo qaramang.

Yorug’likning ravshanlik chegarasini oshirmang (ya’ni, hech qaysi kuzatuvchi ko’zining qamashganligini sezmasligi kerak)

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 S1’ va S2’ to’lqin manbalaridan interferensiya, ular ϑ yo’nalishda (Rasm. 1, yuqoridaqisiga qarang) tarqalganida kuzatiladi. ϑ intensivlikning n chi maksimumi yo’nalishi hisoblanadi, unda yo’llar farqi:

$$\Delta s = a \cdot \sin \vartheta$$

Ikki to'lqin uchun quyidagi o'rini:

$$\Delta s = n \cdot \lambda .$$

Nolinchi va n- maksimum orasidagi D_n masofa uchun quyidagi geometrik munosabat qo'llaniladi:

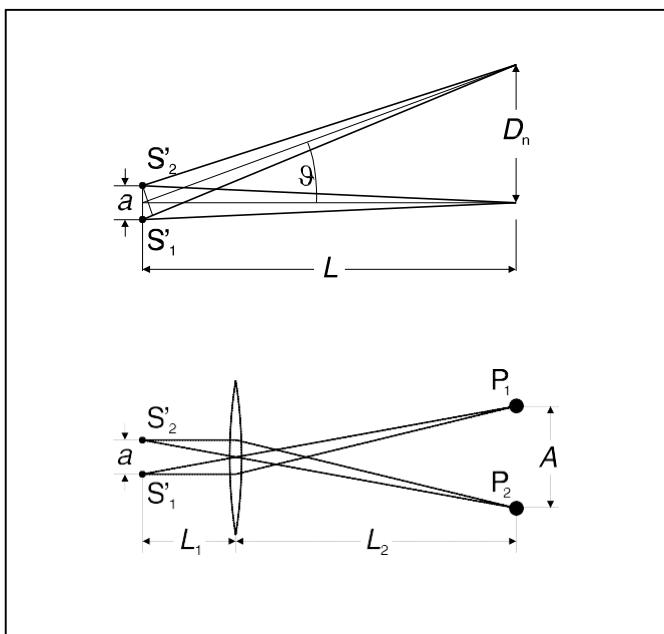
$$\operatorname{tg} \vartheta = D_n/L.$$

Katta L masofalar uchun, $\sin \vartheta \approx \vartheta$, va biz quyidagini olamiz:

$$\lambda = a \cdot \frac{D_n}{nL} = a \cdot \frac{d}{L}.$$

Mavhum yorug'lik manbalari orasidagi a masofa proyeksiyalangan tasvirlar orasidagi A masofa orqali aniqlanadi. Tajriba geometriyasidan biz quyidagi munosabatni olamiz:

$$a = A \cdot \frac{L_1}{L_2}$$



Rasm.1: Yuqoridagi: ikki nurli interferensiya uchun fokus masofasi $F = 200$ mm bo'lgan nuring linzasiz yo'li Pastdagi: fokus masofasi $F = 200$ mm bo'lgan linza yordamida mavhum yorug'lik manbasini proyektion ekranda proyeksiyalashdagi nur yo'li

Tajriba qurilmasi

Izoh:

Frenel ko'zgusining tashqi tarafida lazer nurining difraksiyasi, ekranda nomaqbul difraksion tasvirlarni yuzaga keltirishi va ular kutilgan interferension 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(3) foydalanib, o'zgartiring va interferension chiziqlar orasidagi masofaning o'zgarishini tekshiring. 2-rasmida tajriba qurilmasi keltirilgan. Optik nasadkalarning o'rni chap tomondan cm da berilgan.

- Optik nasadkalarni optik kursiga berilgan o'rnlarga mos qilib mahkamlang va asosga joylashtirilgan yarim shaffof ekranni optik o'qdan kamida 2 m keyin o'rnating.
- Lazer va 5-millimetrlı linzani (**1**) optik nasadkalarga shunday o'rnatingki, lazer nurining markazi optik kursiga parallel ketsin. Nur yo'lini qog'oz parchasi bilan tekshirishingiz lozim bo'lishi mumkin.
- 200-millimetrlı linzani(**2**) 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(4) foydalaning va akslangan yorug'lik linzaning (2) markaziga tushayotganiga amin bo'ling.
- Linza (**2**) ni ikkala mavhum yorug'lik manbalari yarim shaffof ekranda ravshan tasvir bermaguncha(zarur bo'lsa, optic 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.

Tajribani o'tkazish

a) Ikkı mavhum yorug'lik manbasining interferensiyasi:

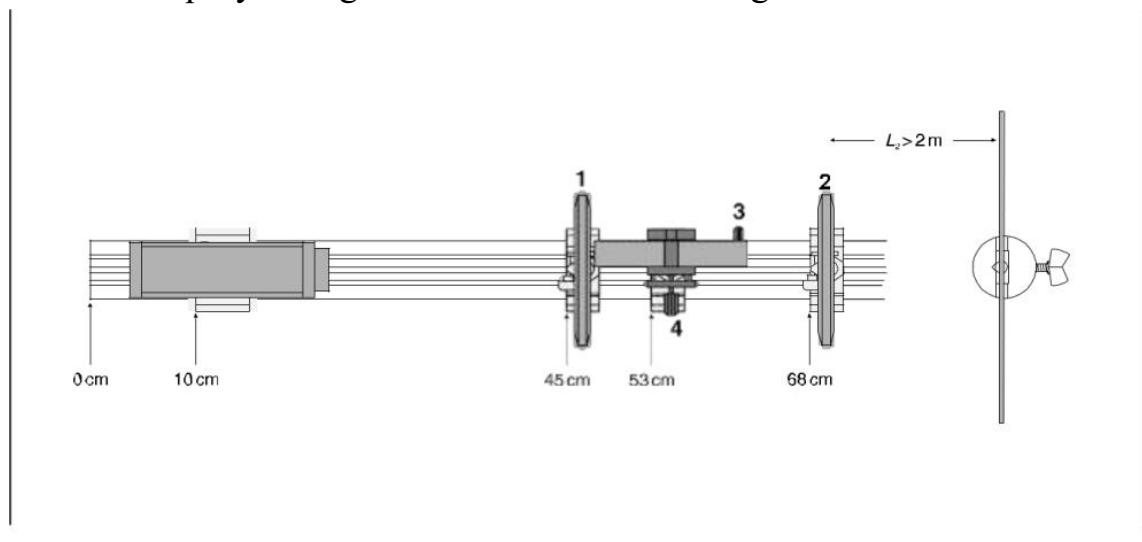
- Linzani(**2**) optik nasadkadan oling.
- Yuqori kontrastli interferension tasvirni korreksiyalash uchun vintdan (**3**) foydalaning. Buning uchun ekran qarshisida oq qog'oz parchasini ushlab turish talab qilinishi mumkin. Agar Frenel ko'zgusining tashqi old frontidagi difraksiya qo'shimcha

chalg'ituvchi interferension naqsh yuzaga keltirsa:

- Vintdan (4) foydalanib, tashqi tarafdan 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 (2) o'rnating va zururiyat bo'lsa uni mavhum yorug'lik manbalarining keskin mujasamlashgan tasviri olinguncha sozlang. Vernyer kronsirkuli bilan chiziqlar orasidagi d masfani o'lchang va bu qiymatni yozib oling.
- Optik kursidagi shkala bo'yicha linza(2) bilan linza(1) orasidagi L_0 masofani aniqlang va bu qiymatni yozib oling.
- Po'lat ruletkadan foydalanib, proyeksiyalangan tasvir bilan linza(2) orasidagi L_2 masofani o'lchang va uni yozib oling.
- Hohish bo'lsa, linzani olib tashlang, qaytadan yangi interferension naqsh yaratishing va o'lchashlarni takrorlang.



Rasm. 2: Optik kursidagi tajriba qurilmasi, chap tarafdan optik nasadkalarning maxsus o'rirlari bilan birgalikda..

Tajriba namunasi

$$d = 3,9 \text{ mm}$$

$$A = 4,3 \text{ mm}$$

$$L_0 = 22,7 \text{ sm}$$

$$L_2 = 230,5 \text{ sm}$$

Baholash

Yorug'likning nuqtaviy manbasi 5-millimetrlı linzaning fokusida joylashgan; shunday qilib, $L_1 = L_0 - 5 \text{ mm}$. Yorug'lik manbasi bilan proyeksiyon ekran orasidagi L masofani $L = L_1 + L_2$ deb olishimiz mumkin. (I) va (II) tenglamalardan foydalananib, biz oldin $a = 0,41 \text{ mm}$ ni, va keyin esa, bu qiymat orqali qo'llanilayotgan lazer nurlanishining to'lqin uzunligini ($\lambda = 640 \text{ nm}$) hisoblashimiz mumkin; Natija adabiyotlarda keltirilgan qiymat $\lambda_{\text{HeNe}} = 632,8 \text{ nm}$ bilan mos keladi.

Xulosalar

Frenel ko'zgusi yordamida olingan interferension tasvir ikkita yorug'lik nurining interferensiyasi bilan tushuntirilishi mumkin. Nuqtaviy yorug'lik manbasining Frenel ko'zgusidan akslanishi yo'li bilan ikkita mavhum yorug'lik manbasi olinadi, ular kogerent va shu sababli bir-biri bilan interferensiyalanadi

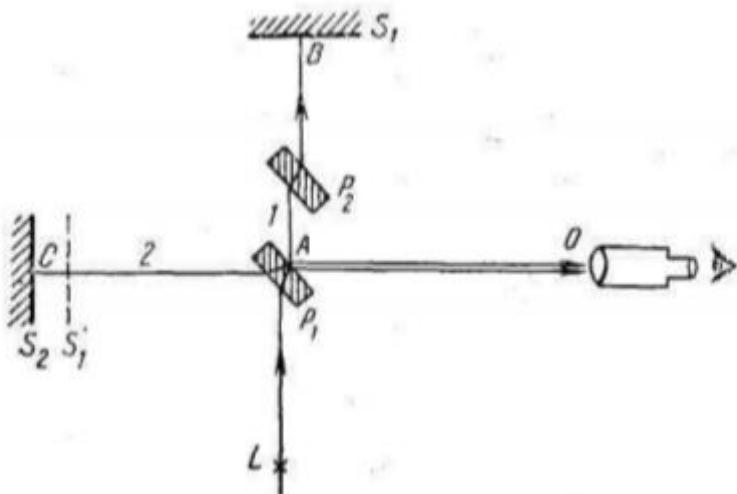
8- LABORATORIYA ISHI. MAYKELSON INTERFEROMETRI

Ishning maqsadi;

* Maykelson interferometri yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash;

Nazariy qismi;

Interferension manzaralar xosil qilish uchun zarur bo'lgan sxemalar yaratuvchi juda ko'p qurilmalar bor. Bunday asboblardan biri fan tarixida muhim ro'l o'ynagan Maykelson interferometridir.

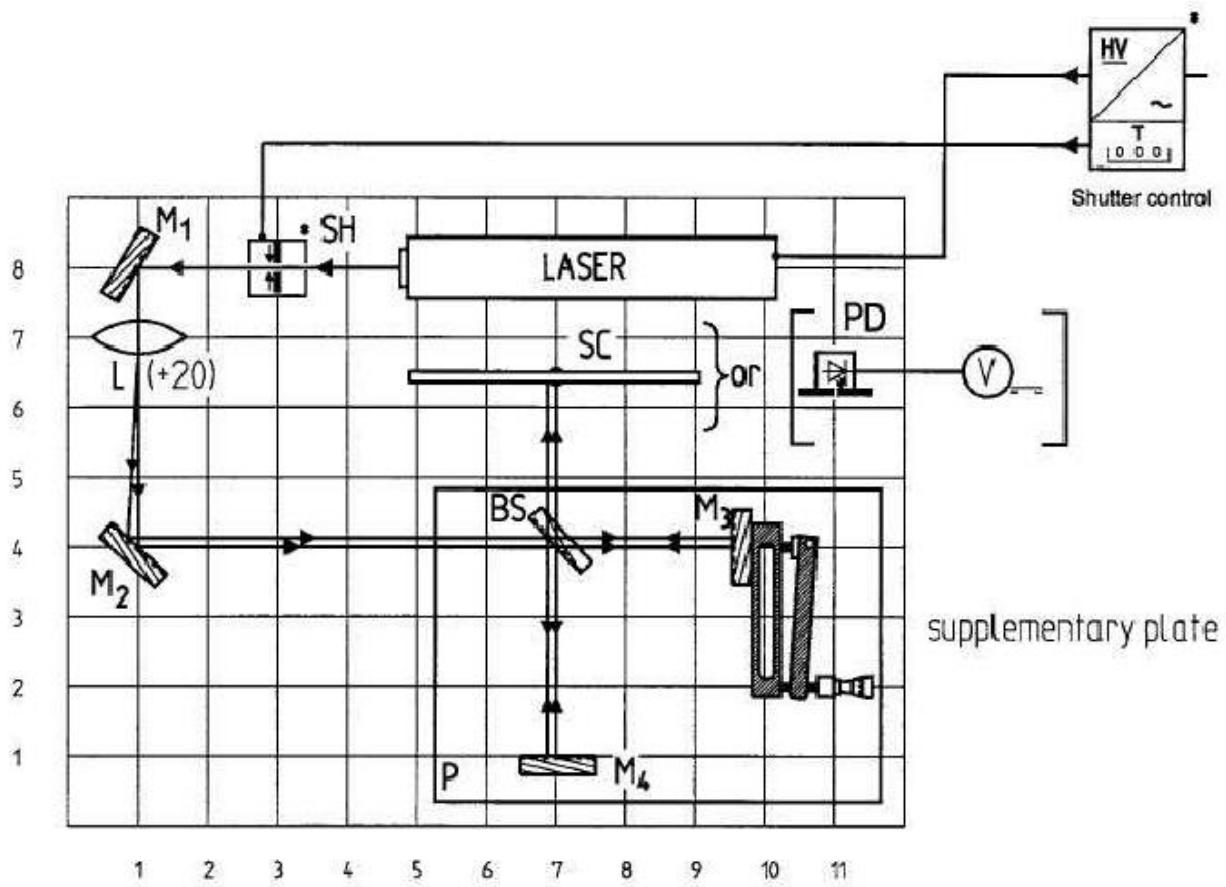


Maykelson interferometrining chizmasi 1-rasmida keltirilgan. **L** manbadan chiqayotgan dasta yupqa kumush yoki alyuminiy qatlami qoplangan **P1** plastinkaga tushadi. **P1** plastinka orqali o‘tgan **AB** nur **S1** ko‘zgudan qaytadi va yana **P1** plastinkaga tushib, qisman undan o‘tadi va qisman **AO** yo‘nalishda qaytadi. **AC** nur **S2** ko‘zgudan qaytadi va **P1** plastinkaga tushib qisman **AO** yo‘nalishda o‘tadi. **AO** yo‘nalishda tarqalayotgan ikkala (**1** va **2**) to‘lqin **L** manbadan chiqayotgan ajratilgan to‘lqinlar bo‘lgani uchun ular o‘zaro kogerent bo‘ladi va bir–biri bilan interferensiyalasha oladi. **2** nur **P1** plastinkani uch marta, **1** nur esa bir marta kesib o‘tgani uchun, **1** nur yo‘liga **P1** plastinka bilan bir xil bo‘lgan **P2** plastinka qo‘yiladi: bu plastinka oq yorug‘lik bilan ishlaganda muhim bo‘lgan qo‘shimcha yo‘l farqini kompensatsiyalash maqsadida qo‘yiladi..

Bu interferension manzara **S2** ko‘zgu bilan **S1** ko‘zguning **P1** plastinkadagi mavhum **S** tasviri orasida hosil bo‘lgan havo qatlamidagi interferensiyaga mos keladi. Halqalarning burchakli diametri interferometr yelkalari uzunliklarining farqi va interferensianing tartibiga bog‘liq ravishda $2dncosr=m\lambda$ munosabatdan aniqlanadi. Ravshanki, **r** burchakning qiymati juda kichik bo‘lganda ko‘zguning chorak to‘lqin uzunligi qadar surilishi ko‘rish maydonida yorug‘ halqaning qora halqa o‘rniga va aksincha, qora halqaning yorug‘ halqa o‘rniga tushishiga mos keladi.

Ko‘zgular rostlash vintlari vositasida to‘g‘rulanadi. Ko‘pincha ko‘zgular shunday o‘rnatiladiki, bunda ekvalent havo qatlamining qirrasiga parallel joylashadigan teng qalinlik interferension polosalari ko‘rinadi. Ko‘zgular orasidagi masofalar katta bo‘lganda interferensiyalavchi nurlar orasidagi yo‘l farqi g‘oyat katta (106 λ dan ortiq) qiymatlarga yetishishi mumkin, ya’ni millioninchiligi chamasidagi poloslari ko‘rinadi.

Ravshanki, bu holda monoxromatiklik darajasi juda yuqori bo‘lgan yorug‘lik manbalari kerak. V.P.Linnik «mikrointerferometr» yasadi, bu asbob Maykelsonning kichik interferometri bo‘lib, odatdagisi mikroskopga kiygiziladi. Bu asbob sirtdagisi juda mayda notekisliklarni kuzatish va o‘lchashga imkon beradi hamda sirtlar sifatini tekshirishda ishlatilishi mumkin.



Ammo ikki nuring interferensiyalashishi tufayli vujudga keladigan manzaraning bir kamchiligi mavjud: ekrandagi yoritilganlik maksimumdan minumumga tomon astasekin o‘zgarib boradi. Boshqacha qilib aytganda maksimumlar yoyilganroq bo‘lib, umumiyl fonda unchalik aniq ajralib turmaydi. Interferension manzaraning keskinligini oshirish uchun ikki emas, balki ko‘proq kogerent nurlarning interferensiyalashishidan foydalanish lozim. Shuning uchun ham hozirgi vaqtda asosan ko‘p nurli interferometrlar ishlataladi.

Yuqoridagi rasmda Maykelson interferometrining zamonaviy korinishi tasvirlangan bo‘lin talabalar shu jihozda tajriba ishlarini olib borishadi.

Qurilma bilan ishlash qoidalari;

Quriladagi lazer nurini tog’ridan to’g’ri ko’zga tushishidan saqlaning, tajribani iloji boricha qorong’u honada amalga oshiring, lazer nuri bilan ishlashda nuring ravshanligini oshirib yubormang, natijalarni aniqlikda olish uchun qurilmalarni to’g’ri joylashtiring, tajribani kamida uch marotaba o’tkazib olingan natijalarni hisoblang.

Kerakli asbob va ashyolar;

1 lazer optikasining tayanch plitasi,He-Ne lazer chiziqli qutblangan lazer asosi,optik asos,nur bo'lgichlar,nur bo'lgichlar uchun tutqich,sozlanadigan yassi ko'zgu,1 sferik linza $f=2,7$ mm,yarim shaffof ekran,kichik taglik asos V-simon,unversial qisqich S,o'rindiq asos.

Ishni bajarish tartibi;

1-qurilma holatini tekshirib olamiz,kerakli asbob va jihozlar bilan tanishib chiqamiz.
2-interferometrni ikkala ko'zgusi tavsiya etilgan hisoblashlarga moslab o'rnatilsin
3-inteferensiyani oq yorug'likda kuzatgandan so'ng,ko'zgularning vaziyatini o'zgartirib,simob spektrning monohramator orqali ko'rindigan yashil chizig'i uchun interferension manzaraga qaytilsin.K1 ko'zguning qiyaligini o'zgartirish bilan polasalar vertikal vaziyatiga keltirilsin.
4.K2 ko'zguning okulyar ko'rish maydoni orqali o'tgan yuzta interferension polasaga mos kelga parallel siljishi indikatorga qarab kamida besh marta o'lchansin. $\lambda=\frac{2\delta}{N}$ munosabatdan foydalanib,simob yashil chizig'inining λ to'lqin uzunligi topilsin.Bunda δ -K2 ko'zguning siljishi bo'lib u manzaraning N ta polasaga siljishiga mosdir.
5.Minoxramator vositasida simob spektrining ko'k-binafsha chizig'i ajratilsin va yuqorida sanab o'tilgan xamma o'chashlar hamda hisoblashlar o'tkazilsin
Minoxramator yordamida simob lampasining sariq yorug'ligida interferension manzara xosil qilinsin. Indekatorga qarab K2 ko'zguning H okulyar ko'rishmaydonida interferension manzaraning chaplashgan sohasining paydo bo'lishga mos kelgan L siljishi bir necha marta o'lchansin. Ko'zguning aniqlangan siljishiga qarab $\delta=\frac{L}{10}$ topilsin.
Maykelson tajribasida 2 t ko'zgu yordamida yorug'lik interferometrlarga olib keladi ularning biri harakatlanayotgan paytda interferensiya natijasida o'zgarishi kuzatiladi.Lazer yorug'lik nurini to'lqin uzunligi hisoblanadi.

Nazariya va hisob kitoblar

Agar ikkita to'lqin bir xil ω tezlikka ega bo'lsa,ammo joylashuvda turli faza va amplitudali bo'lsa ular quydagicha harakat qiladi.

$$E(t) = A_1 \cdot \sin(\omega t - \varphi_1) + A_2 \cdot \sin(\omega t - \varphi_2)$$

Natijaviy to'lqin

$$E^2(t) = A_1^2 + A_2^2 + 2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \cos\delta \quad (1)$$

va fazalar farqi

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2$$

quydagicha tasvirlanishi mumkin.

$$E(t) = A_1 \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$

fazalar farqi quydagi formula bilan aniqlanadi

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2d \cdot \cos(\theta)$$

λ -foydalanilgan lazer nurining to'lqin uzunligi (1) ga kora $A=A_1=A_2$

uchun intensivliklar $I=E^2=L A^2 \cos^2 \frac{\delta}{2}$ (3) ga ega bo'lamiz.

shu fazada $\delta=2\pi$ ga karali bo'lsa maksimumlik sharti roy beradi.

Bundan;

$$2 \cdot d \cdot \cos\theta = m \cdot \lambda; m=1,2,3,\dots \quad (4)$$

O'lchash na'munasi

Tajribada ko'zguning ko'chishi 43,157 nm m N=135 ta aylana o'zgarishi hisobga olinadi.

$$\lambda = \frac{2 \cdot d}{N} = \frac{2 \cdot 43,157}{135}$$

$$\lambda = 639 \text{ nm} \text{ ga teng bo'ldi.}$$

Kogorentlik va yoritilganlikning vaqtga bog'liqlik funksiyasi

Vaqtga bog'liq kogorentlik va kogorentlik uzinligini Maykelson interferometri yordamida hisoblash mumkin.

Turli optik yollar natijasida 2 ta nurga bo'lingan lazer nuri T vaqtga kech qoladi. Keyin esa bir nuqtada yig'iladi.

Kogorentlik vaqt τ_c bunda tolqin to'plami hali interferensiyalanishi mumkin shunday ekan

$$\tau < \tau_c \quad (5)$$

kogorentlik uzunligi

$$l_c = C \cdot \tau_c \quad (6)$$

bo'ladi bu yerda c-yorug'lik tezligi

Lazer rezanatori $L_R = n * \frac{\lambda}{2}$ ($n=1,2,3,..$) Rezonans sharti bo'yicha mumkin bo'lgan to'lqin tartibini aniqlash.

Tabiy emmisiyaga spektr chegaralarida yotuvchi chastotalardagina sodir bo'ladi.

Agar $E(r,t) = A * e^{i(kr - \omega t + \varphi)}$ nuqta τ vaqt ichida elektr maydon to'lqininining kompleks vektorini tashkil etish quydagiga teng bo'ladi.

$$I = E^* E' \quad (7)$$

bu yerda E^* -E ning qo'shma kompleks vektori.

Bu vaziyatda E1 va E2 to'lqinlar uchun natija quydagicha

$$I_{res} = ((E1 + E2) * (E1 + E2)') = I_1 + I_2 + 2 * \operatorname{Re}(E1 * E2) \quad (8)$$

Yani ideal vaziyatda τ -ko'chish vaqtি hisobga olingan holda E1 va E2 bir biriga ekvivalent shu o'rinda

$$E_2(t) = E_1(t + \tau) \quad (9)$$

$$T(\tau) = E(t) * E'(t + \tau) \quad (10)$$

Bu holda $T(\tau)$ - avto korrelatsiya funksiya yoki yorug'likning olingan intensivlik uchun

$$I_{res} = 2I + 2\operatorname{Re}(T(\tau)) \quad (11)$$

ga ega Interferension manzaraning nurlanishi

$$K = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} \quad (12)$$

bilan aniqlanadi. O'z nurlanishning standart funksiyasi quydagicha bo'ladi

$$\gamma(\tau) = \frac{\Gamma(\tau)}{\Gamma(0)} \quad (13)$$

Bulardan quydagisi natijalar olinadi

$$\begin{aligned} E1 &= A1 * e^{i(k1x - \omega_1 t)} \\ E2 &= A2 * e^{i(k2x - \omega_2 t)} \end{aligned} \quad (14)$$

shu o'rinda

$$K = |\gamma(\tau)|$$

X yo'nalishdagi ideal to'lqinlar uchun nurlanish funksiyasi quydagicha

$$K = |\gamma(\tau)| = 1$$

Agar ω_1 va ω_2 chastotali 2 rejimli lazer

$$I_{max}=2*|+2|*\gamma(\tau)|$$

$$I_{min}=2*|-2|*\gamma(\tau)|$$

nurlanish funksiyasi quydagicha

$$\begin{aligned}\Gamma(\tau) &= ((E_1(t) + (E_2(t))^*) (E_1(t+\tau) + (E_2(t+\tau))^*)) = \Gamma_1(\tau) + \Gamma_2(\tau) \\ &= |A_1|^2 e^{-i\omega_1\tau} + |A_2|^2 e^{-i\omega_2\tau}\end{aligned}\quad (15)$$

o'zlik bo'g'anuvchi darajasi

$$\gamma(\tau) = \frac{|A_1|^2}{|A_1|^2 + |A_2|^2} e^{-i\omega_1\tau} + \frac{|A_2|^2}{|A_1|^2 + |A_2|^2} e^{i\omega_2\tau} \quad (16)$$

qisqacha aytganda A_1 va A_2 teng

$\omega_2 = \omega_1 + \Delta\omega$ bilan interferension panjara nurlanishi uchun quydagiga ega bo'lamiz

$$K = |\gamma(\tau)| = \sqrt{\frac{1}{2}(1 + \cos(\Delta\omega\tau))} \quad (17)$$

Agar 5mV li qurilma ishlatalishilsa chastotani L rezanotor uzunligiga taqsimlanishi tahminan 30 sm

$$\Delta\omega = 2\pi\Delta f = 2\frac{\pi c}{2L} (= 3.1 \text{ GHz}) \quad (18)$$

$$\tau = \frac{2d}{c} \quad (19)$$

(18) va (19) formulalar yordamida K nurlanish funksiyasi uchun (20) ga ega bo'lamiz

$$K = |\cos(\frac{2\pi d}{2L})| = |\cos(\frac{\pi d}{L})| \quad (20)$$

5mV lazer uchun quydagagi formuladan (18) ga ko'ra Δf ga erishildi

$$K = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \left| \cos\left(\frac{\Delta\omega\tau}{2}\right) \right|$$

kiritik vaqt farqi bilan sodir bo'ladi τ_c ;

$$eK=0 = \left| \cos\left(\frac{\Delta\omega\tau}{2}\right) \right| \text{ yoki } \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi\Delta f\tau_c}{2} \rightarrow \tau_c \approx 1 \text{ ns}$$

nurlanish funksiyasi minimumga olib keladi bunda

$$0 = \left| \cos\left(\frac{\pi d}{L}\right) \right| \text{ yoki}$$

$$\frac{\pi}{2} = \frac{\pi d}{L} = d = \frac{L}{2} = 15.0 \text{ sm}$$

Savollar

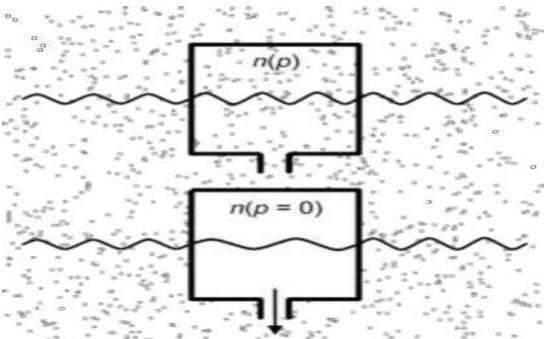
1. Interferensiya nima?
2. Interferensiya hodisasini tushintiring.
3. Interferension asboblar haqida ma'lumot bering.
4. Maykelson interferometri ishlash prinsipini tushuntiring
5. To'lqin uzunligini hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
6. Nurlanish koefisentini hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
7. Interferension qurilmalarning texnikada qo'llanishi haqida ma'lumot bering.

9-LABORATORIYA ISHI. HAVONING SINDIRISH KORSATKICHINI MAX-ZENDER INTERFEROMETRI BILAN O'LCHASH

Tajribaning maqsadi: Max-Zender Interferometrini yigish Nur yo'liga oldin joylashtirilgan kamerani evakuasiya qilinganda, interferension manzaraning o'zgarishini kuzatish Havoning sindirish ko'rsatkichini aniqlas

Umumiylumotlar

Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodi hisoblanadi, masalan uzunlikning o'zgarishini, zichlik darajasini, sindirish ko'rsatkichlarini va to'lqin uzunligini o'lchashda. Max-Zender interferometri Maykelson interferometri kabi 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, ko'zgular yordamida og'ib, boshqa



optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushib bir-biri bilan birikadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlardan birining yo'li uzunligi, ya'ni sindirish ko'rsatgichi va geometrik yo'l natijasida o'zgarsa, o'zgarmagan nurga nisbatan bu fazalar siljishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida interferension manzaraning o'zgarishiga olib kelib, u orqali optik yo'lning o'zgarishi haqida xulosa qilish imkon bo'ladi. Maykelson interferometridan farqli, yorug'lik nurlari ajralgandan keyin bir-birida akslanmaydi, aslida, to ular qayta birikguncha alohida yo'llarda harakatlanadi. Shaffof materiallarda o'lchash, masalan sindirish ko'rsatgichining o'zgarishini, natijasi orqali tushunish soddarroq va shu bilan birga yaxshiroq o'rgatish mashqlarini bajarish mumkin. Ammo, geometrik yo'l uzunligidagi o'zgarishlarni aniqlashning imkon bo'lmaydi. Havoning sindirish ko'rsatgichini aniqlash uchun, interferometrdagi nurlarning bin yo'liga transportabel kamera joylashtiriladi. Tajriba vaqtida bu kameradan havo so'rib olinib, nurning optik uzunlik yo'li o'zgartiriladi. Unda biz bosim o'zgarishiga mos interferension manzaraning o'zgarishi orqali havoning sindirish ko'rsatgichini aniqlashimiz mumkin. Bunday o'lchashni Maykelson interferometri bilan ham amalga oshirish mumkin; biroq bu holda nur kamera orqali ikki marta o'tishini e'tiborga olishimiz kerak bo'ladi.

Asboblar va ashyolar

1 lazer optikasining tayanch plitasi	473 40
1 He-Ne lazer, chiziqli qutblangan	471 840
1 lazer asosi	473 41
6 optik asos	473 42
2 nur bo'lgichlar.....	473 432
2 nur bo'lgichlar uchun tutqich....	473 43
2 sozlanadigan yassi ko'zgu	473 46
1 sferik linza, $f = 2.7$ mm	473 47
1 trassportabel kamera.....	473 485

1 yarim shaffof ekran	441 53
1 qo'l bilan yurgiziladigan	
vakuum va dam beradigan .nasos...	375 58
1 kichik taglik asos, V-simon...	300 021
1 universal qisqich S	666 555
1 o'rindiq asos	300 11

Ehtiyyotkorlik choralari

Geliy-neonli lazer “O'rganish va o'quv qurilmalari uchun texnika xavfsizligi bo'yicha talablar - Lazer, DIN 58126, 6 bo'lim” 2 sinf lazerlari uchun nemis texnik standartlariga mos keladi. Instruksiyada keltirilgan xavfsizlik qoidalarga rioya qilinganda, geliy-neonli lazer bilan tajriba o'tkazish xavfli emas.

- To'g'ri yoki akslangan lazer nuriga aslo qaramang.
- Yorug'likning ravshanlik chegarasini oshirmang (ya'ni, hyech qaysi kuzatuvchi ko'zining qamashganligini sezmasligi kerak)

Tajriba qurilmasi

Izoh : Sirti shikastlangan yoki iflos optik elementlar interferension tasvirning buzlishiga sababchi bo'lishi mumkin. Yassi ko'zgu dastasini, nur ajratgichni va sferik linzani ehtiyyotkorlik bilan changlardan saqlang va yalang'och qo'llaringiz bilan ularga tegmang.

Rasm. 1 da lazer optik tayanch plitadagi Max-Zender interferometri qurilmasi tasvirlangan. Komponentlar nur yo'li geometriyasiga nisbatan juda sinchkovlik bilan yustirovka qilinishi lozim. Tajribani to'g'ri o'tkazish uchun quyidagilarni bajarish kerak:

Lazer optic 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'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 foydalanim, lazerning balandligini va qiyaligini shunday sozlangki, nur tayanch plitadan 75 mm atrofida yuqoridan mutloqa gorizontal tarzda o'tsin (keyingi yustirovkalar uchun yetarli joy bor). Masofani lineyka bilan o'lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring.

Dastlabki sozlash:

- Nur bo'lgichlarning (b) va (c) nurni gorizontal akslanirayotganini tekshiring; buning uchun har bir nur bo'lgichning optik asosini lazer optikasi tayanch plitasining qarama-

Rasm. 1: Max-Zender interferometri transportabel kamera bilan lazer optik tayanch plitada, yuqoridan ko'rinishi a lazer optik tayanch plita b, c nur bo'Igichlar d, e nozik sozlanadigan yassi ko'zgular f sferik linza g yarim shaffof ekran h tomoniga nuring yo'liga joylashtiring va yorug'lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi nuqtaga akslantiring.

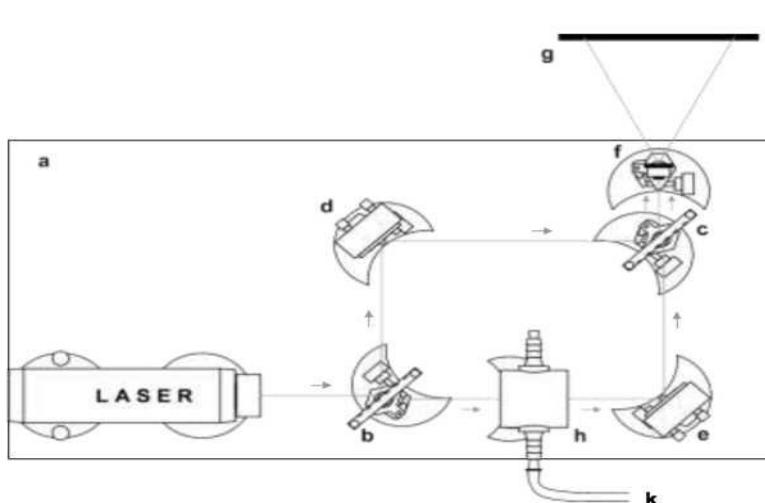
- Agar zarur bo'lsa, stend sterjenidagi ikkita vint yordamida nur bo'lgichlarining og'ish burchagini va shu bilan nur yo'lini to'g'rilang.
- Asosiy sozlash vintidan foydalanim, (d) va (e) yassi ko'zgularni shunday yustirovka qilingki, ular nurni gorizontal akslantirsin; buning uchun har bir yassi ko'zguni lazer optikasi tayanch plitasining qarama-tomoniga nuring yo'liga joylashtiring va yorug'lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi nuqtaga akslantiring.

Nur bo'lgichlar va yassi ko'zgular:

Eslatmalar:

Qurilmani bir oz qorong'ulashtirilgan xonada yustirovka qilish osonroq. Asosiy nurlardan tashqari, ko'p marotaba qaytishlar ham past intensivlikli parazit parsial

dastalar deb ataluvchi nurlarni keltirib chiqaradi. Ular keyinchalik linza tutgichida ekranlashadi.



O'zgaradigan nur bo'lgichdan (473435) foydalanilganda, Quyida keltirilgan ma'lumotlar faqat asosiy nurlarga tegishli Qaytgan va o'tgan nurlar bir lazer nuri nur Ekran(g) bilan ikkinchi nur bo'lgich(c) orasidagi masofani o'zgartiring va ikki qaytgan nurlar amalda mos kelishini, ya'ni yetarli darajada paralleligini tekshiring.

bo'lgichning markaziga u yoki bu darajada tushayotganiga ishonch hosil qiling.

- Optik asosli nur bo'lgichni(b) Rasm.1 da keltirilganidek, nur yo'liga 45^0 burchak ostida joylashtiring; nur bo'lgichning qisman shaffof tomoni lazerga qaragan bo'lishi kerak

Yassi ko'zguni(d) nur bo'lgichdan(b) akslangan nur yo'liga shunday joylashtiringki, lazer nuri uning markaziga tushsin.

1-rasm niing tayanch plitasidagi optik asosni burish orqali, yassi ko'zguni nur 90^0 ga og'adigan va nurning yo'li uzatilgan nurga parallel Yassi ko'zgularni va nur bo'lgichlarni shunday qayta sozlangki, ikkita qaytgan guruhn eng intensiv nurlari ekranda(g) mos kelsin.

- _ Rasm.1 da keltirilganidek, yassi ko'zguni(e) qarama-qarshi tomondagi yassi ko'zguga(d) uzatilgan nurning yo'liga shunday joylashtiringki, lazer nuri uning markaziga tushsin.
- _ Interferometrning tayanch plitasidagi optik asosni burish orqali, bu yassi ko'zguni ham nur 90° ga og'adigan qilib to'g'riling.
- _ Shaffof ekranni(g) asosga mahkamlang va uni lazer optik tayanch plitaning orqasiga, Rasm.1 da keltirilganidek, yassi ko'zgudan(e) qaytgan nur uning markaziga tushadigan qilib o'rnatning.
- _ Nur bo'lgichni(c) shunday sozlangki, antiparallel nur bo'lgichdan (b) chiqayotgan ikkala nur ham 45° burchak ostida bo'lsin; qisman shaffof qatlam ekran (g) tomonga qaraganiga ishonch hosil qiling.

Dastlabki sozlash:

Nur bo'lgichdan chiqqan nurning yo'llari to'rg'ri to'rt burchakni tashkil qilsa, komponentlar to'g'ri o'rnatilgan hisoblanadi.

- Zarur bo'lsa, nurning yo'lini to'g'riling.
- a) Nurning vertikal yo'lini yustirovka qilish:

Agar nur qismlari gorizontal tekislikdan farq qilsa:

- _ Lazer optik tayanch plitadan har bir optik komponentning orqasida nurning balandligini yog'och lineykadan foydalanib tekshiring va zarur bo'lsa yassi ko'zgularning va nur bo'lgichlarning og'ishini to'g'riling.
- _ Optik komponentlarni shunday sozlangki, ikki qaytgan guruhning eng intensiv nurlari shaffof ekranda mos kelsin..
- _ Ekran(g) bilan nur bo'lgich (c) orasidagi masofani yana o'lchang va ikki qaytgan nur paralleligini tekshiring.
- _ Zarur bo'lsa, yana sozlashni takrorlang.
- b) Nurning gorizontal yo'lini yustirovka qilish:

Nur bo'lgichdan chiqqan nurlar ideal hisoblanadi, agar ular

shaffof ekrandagi bir nuqtaga tushsa va biriksa.

Agar nurlar gorizontal tekislikda bir-biridan farq qilsa:

- _ Nur bo'lgichdan(b) nurlarning yo'lini nur bo'lgichdan (c) chiqishini tekshiring va agar nurlarning yo'li to'g'ri to'rt burchakni ifoda etmasa, mos komponentalarni to'g'riling.
- _ Yassi ko'zguni(e) lazer optik tayanch plitaga uzunlik bo'yicha parallel siljiting va uni akslantirayotgan nur yassi ko'zgudan (d) akslanayotgan nur va nur bo'lgich (c) va shaffof ekranda (g) mos kelmaguncha to'g'riling.

Sferik linzalar:

- Lazer optik tayanch plitadagi sferik linzani(f) nur bo'lgich (c) bilan shaffof ekran orasiga joylashtiring (linza tutgichning kichik teshigi nur bo'lgich tarafda bo'lishi kerak)
- Sferik linzaning balandligini va yon taraflama joylashishini shunday sozlangki, nurning ikki qismi u orqali o'q bo'ylab o'tsin.
- Agar nur yo'lini to'g'rakash zarur bo'lsa, yassi ko'zgulardan birini sozlang.

Nozik sozlash:

Agar siz hali ham shaffof ekranda namunaviy chiziqlarni kuzatmasangiz:

- Nur bo'lgichlarni yoki yassi ko'zgularni bir oz yustirovka qilish orqali nur yo'lini o'zgartiring; Zarur bo'lsa sferik linzani sozlang.

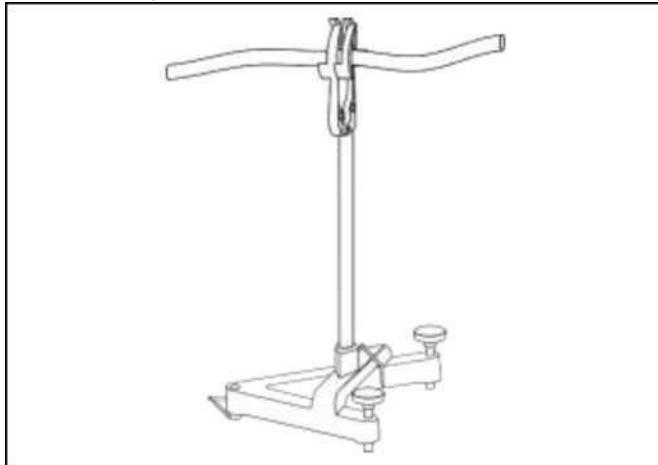
Nur bo'lgich (c) va ekran (g) orasida nurlarning yo'li qanchalik paralleligi katta bo'lsa, interferension chiziqlar shunchalik keng va orasi ochiq bo'ladi.

- Interferension manzarani shunday sozlangki, nur bo'lgichlarni yoki yassi ko'zgularni bir oz yustirovka qilish orqali uni osongina kuzatish mumkin bo'lsin.

Agar siz nozik sozlash orqali qoniqarli tasvir olishga erisha olmasangiz, interferometrni sozlash tartibini boshidan takrorlang.

Agar lazer 1 mVt chiqish quvvatiga ulangan bo'lsa, interferension manzara ravshanroq va kuzatish uchun qulay bo'ladi. Bunday ulash oz bo'lsada nur yo'lini o'zgartirgani uchun, siz nur yo'lini moslashtirishingiz yoki sferik linza holatini o'zgartirishingiz zarur bo'lishi mumkin.

Rasm. 2: Transportabel kameraga trubani biriktirishni osonlashtirish uchun moslama.



Transportabel kamera va qo'l bilan ishlataladigan vakuum va havo damlash nasosi:

Izoh: Lazer nuri transportabel kameraning shisha yuzalaridan qaytadi. Ba'zi hollarda ular lazer nuri emissiyalanayotgan aperturaga tushib lazer nuri sifatiga ta'sir qilishi mumkin. Agar bunday hol yuz bersa kamerani bir oz buring.

- Transportabel kameraning bir tomonidagi patrubkasini tiqin(ehtiyot qismlar ichida yetkazilgan) bilan zich qilib berkiting.
- Optik asosga tranportabel kamerani o'rnating va uni nurning yo'lliga, masalan nur bo'lgich(b) bilan yassi ko'zgu (e) orasiga shunday joylashtiringki, nur uning o'qidan o'tsin. Boshqa optik komponentlarning o'rnini o'zgartirmang.
- Vakuum nasosini shlang yordamida kameraning boshqa patrukasiga, kamerani lazer optikasi tayanch plitasida siljitimay, biriktiring; patrubkaga mos keladigan o'tkazgich ulang.
- Rasm.2 da keltirilganidek, kichik taglik va universal qisqichdan S foydalanib, deformasiyani kamaytirish moslamasini yig'ing va trubani lazer optikasi tayanch plitaning yoniga shunday o'natingki, transportabel kameraning burilishi yoki siljishi orqali o'lchashlar soxtalashmasin.

Tajribani o'tkazish

Tajriba davomida::

- Lazer optikasining tayanch plitasiga mexanik ta'sirlardan saqlaning (masalan,

silkitmang yoki stolga zarba bermang)

- Qurilmadan o'tuvchi havo oqimidan saqlaning, masalan nafas olish yoki yelvizaklar.
- Yarim shaffof ekranda(g) hisoblanishi mumkin bo'lgan o'tkinchi interferension chiziqlar uchun intensivlikning maksimum o'rinalarini belgilang.
- Kameradan(h) havoni, to keyingi intensivlikning maksimumi aniq belgilangan nuqtaga yetguncha, asta- sekinlik bilan so'rib oling.
- Bosim tushganda, dastaki vakuum va havo damlash nasosining manometri mos ko'rsatishini qayd qiling va bu qiymatlarni yozib oling.
- Bu jarayonni to bosim ta'sirida maksimumga erishmaguncha davom ettiring.

Tavsiya qilinadigan, biroq bajarish mutlaq zarur bo'limgan amallar:

- Dastaki vakuum va havo haydash nasosining ventilidan foydalanib, idishning ichiga havoni sekin, to keyingi intensivlikning maksimumi belgilangan holatdan aniq o'tmaguncha kiriting.
- Dastaki vakuum va havo damlash nasosining manometri mos ko'rsatishini qayd qiling va bu qiymatlarni yozib oling.

Bu jarayonni to havo normal bosimga erishguncha davom ettiring.

O'lchash namunasi

Jadval 1: $\theta=22^{\circ}\text{C}$ va $\lambda=632,8\text{ nm}$ da o'lchangan interferension maksimumlar soni Z va nisbiy bosim p_D

Z	$\frac{p_D}{\text{mbar}}$	Z	$\frac{p_D}{\text{mbar}}$
1	40	19	930
2	100	18	880
3	150	17	830
4	190	16	780
5	240	15	730
6	290	14	680
7	340	13	630
8	390	12	580
9	440	11	530
10	480	10	480
11	530	9	430
12	580	8	390
13	630	7	330
14	680	6	290
15	730	5	230
16	780	4	190
17	820	3	140
18	870	2	80
19	920	1	20

Hisoblashlar va xulosalar

Gazlarda sindirish ko'rsatgichi bosimga p chiziqli bog'liq

$$n(p)=n(p=0)+\frac{\Delta n}{\Delta p}, \quad n(p=0)=1 \text{ da} \quad (1)$$

Shunday qilib, keyingi o'lchash natijalarii bo'yicha hisoblash uchun quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{\Delta n}{\Delta p} = \frac{n(p+\Delta p)-n(p)}{\Delta p} \quad (2)$$

Transportabel kameradagi optik yo'l uzunligi d kameraning geometrik uzunligiga s va sindirish ko'rsatgichi gazning bosimiga bog'liqligidan $n(p)$ kelib chiqadi. Kameradagi

bosimni p dan $p+\Delta p$ qiymatgacha o'zgartirish yo'li bilan biz optik yo'l uzunligini o'zgartiramiz.

$$\Delta d = n(p + \Delta p) s - n(p) s \quad (3)$$

Kameradan havoni so'rib olish jarayonida biz yarim shaffof ekranda interferension chiziqlarning siljishini kuzatishimiz mumkin. Dastlab kameradagi bosim atrof muhitdagi bosimdan p° dan to p bosimga erishguncha biz $Z(p)$ bog'lanishni olishimiz mumkin. Maksimumlarning aniq bir holatga o'zgarishi optik yo'l uzunligi o'zgarishiga mos keladi. Shunday qilib, p bosim bilan $p+\Delta p$ bosim oralig'idagi optik yo'l uzunligining o'zgarishi:

$$\Delta d = (Z(p) - Z(p + \Delta p)) \cdot \lambda \quad (4)$$

(3) va (4) dan, biz quyidagini olamiz:

$$n(p + \Delta p) - n(p) = -(Z(p + \Delta p) - Z(p)) * \frac{\lambda}{s}$$

(2) ga asoslanib

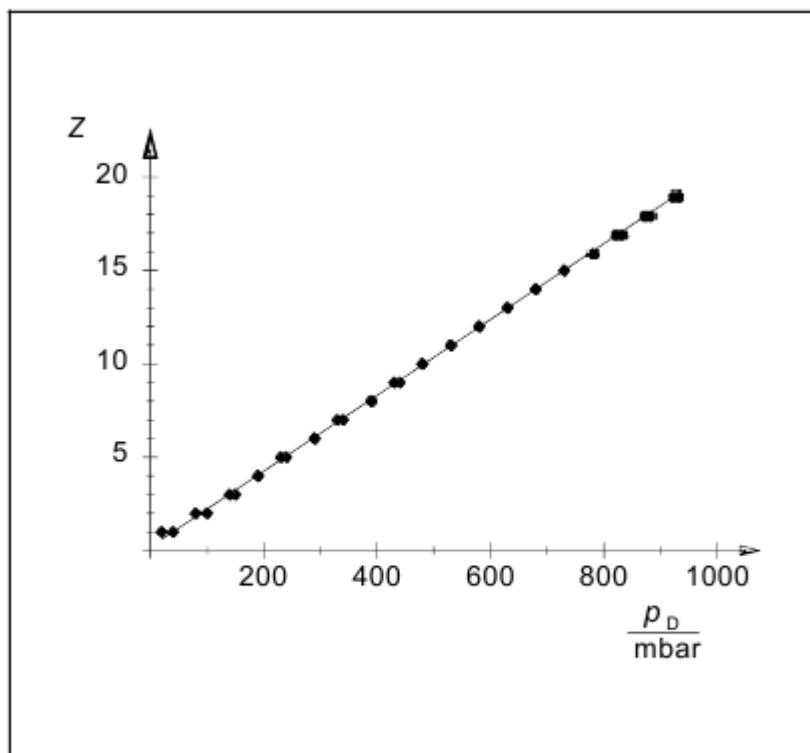
$$\frac{\Delta n}{\Delta p} = - \frac{\Delta Z}{\Delta p} * \frac{\lambda}{s} \quad (5)$$

O'lchangan miqdor kameradagi bosim p emas, balki atrof-muhit bosimi orasidagi farqdir
 $p_D = p_0 - p$

O'lchash natijalaridan foydalanib, biz quydagisi $\frac{\Delta Z}{\Delta P_D} - \frac{\Delta Z}{\Delta p}$ og'mani aniqlashimiz mumkin. Rasm.3 dan quyidagini olamiz

$$\frac{\Delta Z}{\Delta P_D} = 0,020 \text{ mbar}^{-1} \quad \text{va} \quad \lambda = 632.8 \quad \text{va} \quad s = 50 \text{ mm bo'lgani uchun, biz quydagini olamiz}$$

$\frac{\Delta n}{\Delta p} = 2,67 * 10^{-7} \text{ mbar}^{-1}$ Bu qiymatni (1) ga qo'ysak, biz havoning sindirish ko'rsatgichi uchun $n = 1,00026$ qiymat hosil qilamiz.



Rasm. 3: Interferension maksimumlar soni Z nisbiy bosim P_D funksiyasi sifatida

Normal temperatura va normal bosimda ($p=1013$ mbar, temperatura $v=22$ °C) va lazer to'lqin uzunligi $\lambda=632,8$ nm da adabiyotlarda keltirilgan $n=1,000269$.

Max-Zender interferometrini lazer optikasining tayanch plitasiga o'rnatish

Tajriba maqsadi

Maxa-sender interferometrini yig'ish

Interferensiya manzarasini kuzatish

Umumiy ma'lumotlar

Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodi hisoblanadi, masalan uzunlikning o'zgarishini, zichlik darajasini, sindirish ko'rsatgichlarini va to'lqin uzunligini o'lchashda. Max-Zender interferometri Maykelson interferometri kabi 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,

ko'zgular yordamida og'ib, boshqa optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushib bir-biri bilan birikadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlardan birining yo'li uzunligi, ya'ni sindirish ko'rsatgichi va geometrik yo'l natijasida o'zgarsa, o'zgarmagan nurga nisbatan bu faza siljishiga olib keladi.

Bu esa o'z navbatida interferension manzaraning o'zgarishiga olib kelib, u orqali optik yo'lning o'zgarishi haqida xulosa qilish imkon bo'ladi.

Maykelson interferometridan farqli, yorug'lik nurlari ajralgandan keyin bir-birida akslanmaydi, aslida, to ular qayta birikguncha alohida yo'llarda harakatlanadi. Shaffof materiallarda o'lchash, masalan sindirish ko'rsatgichining o'zgarishini, natijasi orqali tushunish soddarroq va shu bilan birga yaxshiroq o'rgatish mashqlarini bajarish mumkin. Ammo, geometrik yo'l uzunligidagi o'zgarishlarni aniqlashning imkon bo'lmaydi.

Max-Zender interferometrini yustirovka qilish Maykelson interferometriga nisbatan ancha mushkulroq. Max-Zender interferometrini o'rnatishdan oldin, Maykelson interferometrida tajriba ortirish maqsadga muvofiq («Maykelson interferometrini lazer optik tayanch plitaga o'rnatish» tajribasining bayonnomasiga qarang)

Asboblar va ashyolar

1 lazer optikasining tayanch plitasi	473 40
1 He-Ne lazer, chiziqli qutblangan	471 840
1 lazer asosi	473 41
5 optik asos	473 42
2 nur bo'lgichlar.....e. g.	473 432
1 nur bo'lgichlar uchun tutqich....	473 43
2 sozlanadigan yassi ko'zgu	473 46
1 sferik linza, $f = 2.7 \text{ mm}$	473 47
1 yarim shaffof ekran	441 53
1 o'rindiq asos.....	300 11

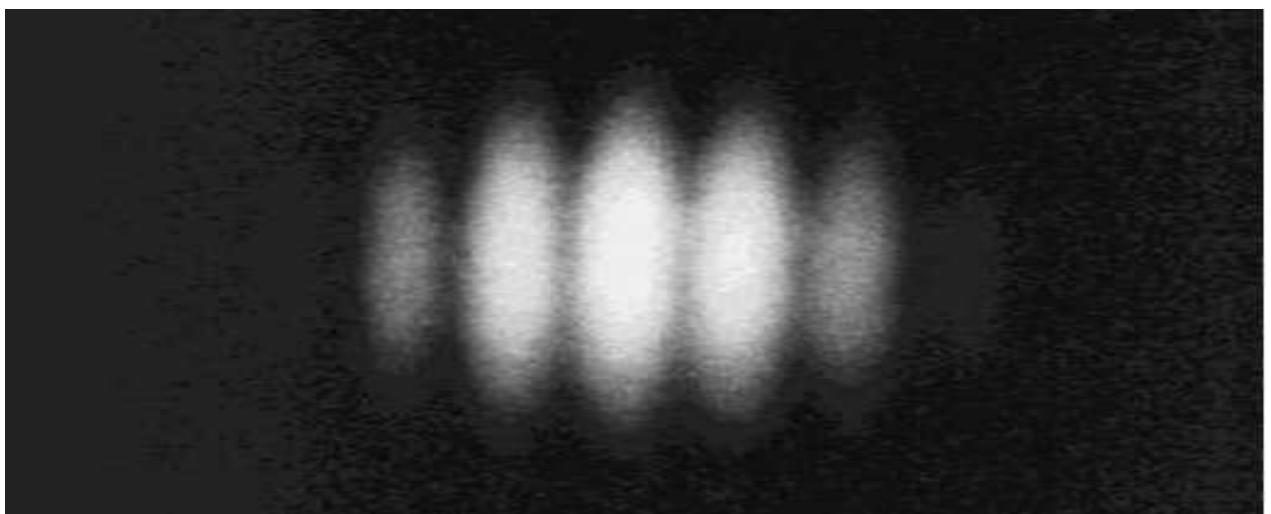
Ehtiyotkorlik choralari

Geliy-neonli lazer “O'rganish va o'quv qurilmalari uchun texnika xavfsizligi bo'yicha talablar - Lazer, DIN 58126, 6 bo'lim” 2 sinf lazerlari uchun nemis texnik standartlariga mos keladi. Instruksiyada keltirilgan xavfsizlik qoidalarga rioya qilinganda, geliy-neonli lazer bilan tajriba o'tkazish xavfli emas.

- To'g'ri yoki akslangan lazer nurig aslo qaramang.
- Yorug'likning ravshanlik chegarasini oshirmang (ya'ni, hyech qaysi kuzatuvchi ko'zining qamashganligini sezmasligi kerak)

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.



Rasm. 2 da lazer optik tayanch plitadagi Max-Zender interferometri qurilmasi tasvirlangan. Komponentlar nur yo'li geometriyasiga nisbatan juda sinchkovlik bilan yustirovka qilinishi lozim. Tajribani to'g'ri o'tkazish uchun quyidagilarni bajarish kerak:

Lazer optic 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'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 75 mm atrofida yuqoridan mutloqa gorizontal tarzda o'tsin (keyingi yustirovkalar uchun yetarli joy bor). Masofani lineyka bilan o'lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring.

Dastlabki sozlash:

- Nur bo'lgichlarning (b) va (c) nurni gorizontal akslanirayotganini tekshiring; buning uchun har bir nur bo'lgichning optik asosini lazer optikasi tayanch plitasining qarama-tomoniga nurning yo'liga joylashtiring va yorug'lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi nuqtaga akslantiring.
- Agar zarur bo'lsa, stend sterjenidagi ikkita vint yordamida nur bo'lgichlarining og'ish burchagini va shu bilan nur yo'lini to'g'riling.
- Asosiy sozlash vintidan foydalanib, (d) va (e) yassi ko'zgularni shunday yustirovka qilingki, ular nurni gorizontal akslantirsin; buning uchun har bir yassi ko'zguni lazer optikasi tayanch plitasining qarama-tomoniga nurning yo'liga joylashtiring va yorug'lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi nuqtaga akslantiring.

Nur bo'lgichlar va yassi ko'zgular:

Eslatmalar:

Qurilmani bir oz qorong'ulashtirilgan xonada yustirovka qilish osonroq.

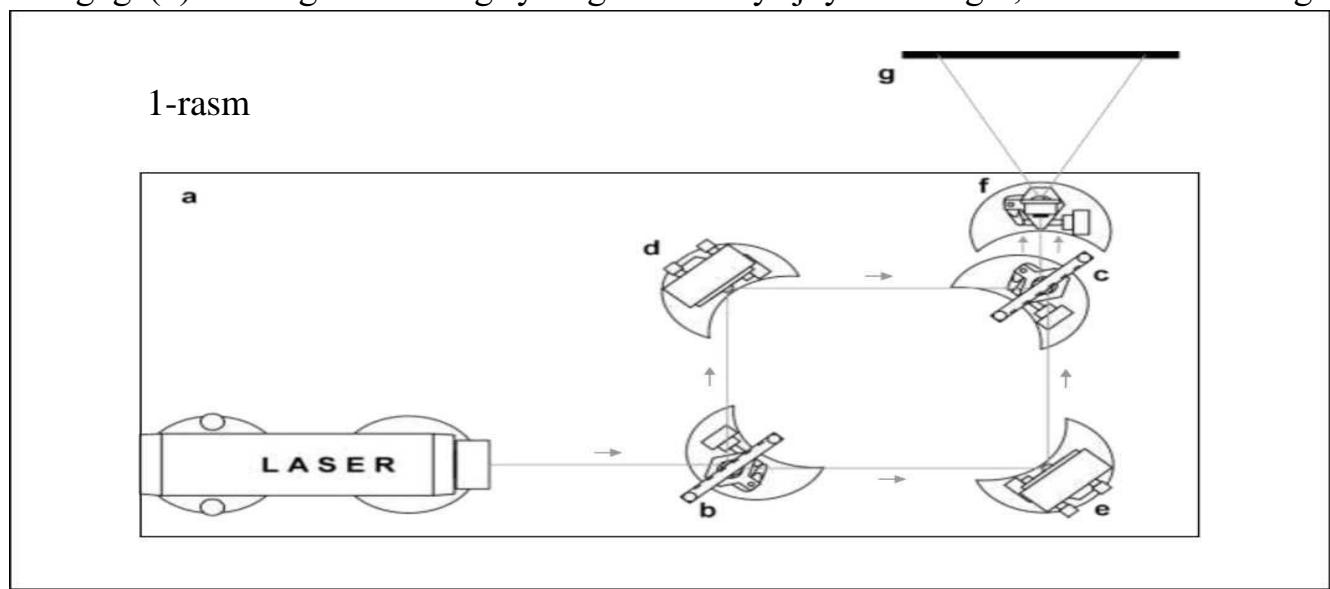
Asosiy nurlardan tashqari, ko'p marotaba qaytishlar ham past intensivlikli parazit parsial dastalar deb ataluvchi nurlarni keltirib chiqaradi. Ular keyinchalik linza tutgichida ekranlashadi.

Quyida keltirilgan ma'lumotlar faqat asosiy nurlarga tegishli 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.

- Optik asosli nur bo'lgichni(b) Rasm.2 da keltirilganidek, nur yo'liga 45^0 burchak ostida joylashtiring; nur bo'lgichning qisman shaffof tomoni lazerga qaragan bo'lishi kerak. Yassi ko'zguni(d) nur bo'lgichdan(b) akslangan nur yo'liga shunday joylashtiringki, lazer nuri uning markaziga tushsin

Rasm2: Max-Zender interferometri transportabel kamera bilan lazer optik tayanch plitada, yuqoridan ko'rinishi a lazer optik tayanch plita b, c nur bo'lgichlar d, e nozik sozlanadigan yassi ko'zgular f sferik linza g yarim shaffof ekran

- Interferometrning tayanch plitasidagi optik asosni burish orqali, yassi ko'zguni nur 90^0 ga og'adigan va nurning yo'li uzatilgan nurga parallel bo'ladigan qilib to'g'riling.
- Rasm.1 da keltirilganidek, yassi ko'zguni(e) qarama-qarshi tomondagi yassi ko'zguga(d) uzatilgan nurning yo'liga shunday joylashtiringki, lazer nuri uning



markaziga tushsin.

- Interferometrning tayanch plitasidagi optik asosni burish orqali, bu yassi ko'zguni ham nur 90^0 ga og'adigan qilib to'g'riling.
- Shaffof ekranni(g) asosga mahkamlang va uni lazer optik tayanch plitaning orqasiga,

Rasm.1 da keltirilganidek, yassi ko'zgudan(e) qaytgan nur uning markaziga tushadigan qilib o'rnating.

- Nur bo'lgichni(c) shunday sozlangki, antiparallel nur bo'lgichdan (b) chiqayotgan ikkala nur ham 45^0 burchak ostida bo'lsin; qisman shaffof qatlam ekran (g) tomonga qaraganiga ishonch hosil qiling.

Dastlabki sozlash:

Nur bo'lgichdan chiqqan nurning yo'llari to'rg'ri to'rt
burchakni tashkil qilsa, komponentlar to'g'ri o'rnatilgan
hisoblanadi.

- Zarur bo'lsa, nurning yo'lini to'g'rilang.
- Yassi ko'zgularni va nur bo'lgichlarni shunday qayta sozlangki, ikkita qaytgan guruhning eng intensiv nurlari ekranda(g) mos kelsin.
- Ekran(g) bilan ikkinchi nur bo'lgich(c) orasidagi masofani o'zgartiring va ikki qaytgan nurlar amalda mos kelishini, ya'ni yetarli darajada parallelagini tekshiring.

a) Nurning vertikal yo'lini yustirovka qilish:

Agar nur qismlari gorizontal tekislikdan farq qilsa:

- Lazer optik tayanch plitadan har bir optik komponentning orqasida nurning balandligini yog'och lineykadan foydalanib tekshiring va zarur bo'lsa yassi ko'zgularning va nur bo'lgichlarning og'ishini to'g'rilang.
- Optik komponentlarni shunday sozlangki, ikki qaytgan guruhning eng intensiv nurlari shaffof ekranda mos kelsin..
- Ekran(g) bilan nur bo'lgich (c) orasidagi masofani yana o'lchang va ikki qaytgan nur parallelagini tekshiring.

b) Zarur bo'lsa, yana sozlashni takrorlang. Nurning gorizontal yo'lini yustirovka qilish:

Nur bo'lgichdan chiqqan nurlar ideal hisoblanadi, agar ular shaffof ekrandagi bir nuqtaga tushsa va biriksa.

Agar nurlar gorizontal tekislikda bir-biridan farq qilsa:

- Nur bo'lgichdan(b) nurlarning yo'lini nur bo'lgichdan (c) chiqishini tekshiring va agar nurlarning yo'li to'g'ri to'rt burchakni ifoda etmasa, mos komponentalarini to'g'rilang.

Yassi ko'zguni(e) lazer optik tayanch plitaga uzunlik bo'yicha parallel siljiting va uni akslantirayotgan nur yassi ko'zgudan (d) akslanayotgan nur va nur bo'lgich (c) va shaffof ekranda (g) mos kelmaguncha to'g'rilang.

Sferik linzalar:

- Lazer optik tayanch plitadagi sferik linzani(f) nur bo'lgich (c) bilan shaffof ekran orasiga joylashtiring (linza tutgichning kichik teshigi nur bo'lgich tarafda bo'lishi kerak)
- Sferik linzaning balandligini va yon taraflama joylashishini shunday sozlangki, nurning ikki qismi u orqali o'q bo'ylab o'tsin.
- Agar nur yo'lini to'g'rakash zarur bo'lsa, yassi ko'zgulardan birini sozlang.

Nozik sozlash:

Agar siz hali ham shaffof ekranda namunaviy chiziqlarni

kuzatmasangiz:

- Nur bo'lgichlarni yoki yassi ko'zgularni bir oz yustirovka qilish orqali nur yo'lini o'zgartiring; Zarur bo'lsa sferik linzani sozlang.

Nur bo'lgich (c) va ekran (g) orasida nurlarning yo'li qanchalik paralleligi katta bo'lsa, interferension chiziqlar shunchalik keng va orasi ochiq bo'ladi.

- Interferension manzarani shunday sozlangki, nur bo'lgichlarni yoki yassi ko'zgularni bir oz yustirovka qilish orqali uni osongina kuzatish mumkin bo'lsin.

Agar siz nozik sozlash orqali qoniqarli tasvir olishga erisha olmasangiz, interferometri sozlash tartibini boshidan takrorlang.

- Agar lazer 1 mVt chiqish quvvatiga ulangan bo'lsa, interferension manzara ravshanroq va kuzatish uchun qulay bo'ladi. Bunday ulash oz bo'lsada nur yo'lini o'zgartirgani uchun, siz nur yo'lini moslashtirishingiz yoki sferik linza holatini o'zgartirishingiz zarur bo'lishi mumkin

10-LABORATORIYA . SINISHNING FRENEL QONUNLARI

Tajribaning maqsadi : Qutblangan yorug'likda sindirish koeffisiyenti uchun Frenel qonunlari miqdoriy jihatdan tekshiriladi.

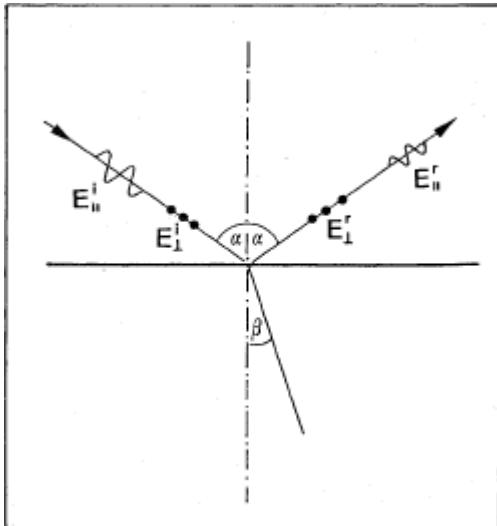
Asboblar va jihozlar

1 panjaralgi ko'zgusimon shisha 100 x 100 x 10 mm..	477 20
1 Stend sterjenida prizmali stol.....	460 25
1 Galogen lampa 12 V, 50/100 Vt	450 64
1 Galogen lampa 12 V/100 Vt, G6.35	450 63
1 Tasvir siljitzgich.....	450 66
1 Transformator 2 chiq. 12 V, 120 Vt....	521 25
1 Gulsapsarli diafragma.....	460 26
2 Polarization filtr	472 40
1 Gardishli linza f = +100 mm.....	460 03
1 Gardishli linza f = +150 mm	460 08
1 Quyosh elementi STE 2/19	578 62
1 Elementlarni ulash uchun tutqich.....	460 21
1 Raqamli Multimetru 3340	531 18
2 Kichik optik kursi.....	460 43
1 Burchak shkalalari sharnirlari birikma.....	460 40
7 Leybold qisqichi.....	301 01
2 V-simon taglik asos, katta.....	300 01
2 Ulash simlari 32 A, 100 sm, qora.....	501 33
1 Ulash simlari 19 A, 100 sm, qizil/ko'k, juft	501 46

Tajriba qurilmasi



Nazariy bo'lim. 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_r tushayotgan to'lqin elektr vektori amplitudasi E_i orqali hisoblanishi mumkin. Shu sababli, biz ikki holatni farqlashimiz kerak (Rasm.1 ga qarang).



Rasm. 1: Qutblanish yo'nalishlarini va amplitudalar belgilanishlarini tushuntirish; nuqtalar: Qutblanish chizma yuzasiga perpendikulyar bo'lib, tushish tekisligi bilan mos ekanligini ko'rsatadi, E_i : tushayotgan to'lqin elektr maydonining vektori Tushish tekisligiga parallel qutblanish : Tushish tekisligiga perpendikulyar qutblanish E_r : qaytgan to'lqin elektr maydonining vektori α : tushish burchagi β : sinish burchagi

- Yorug'lik to'lqini tushish tekisligida qutblangan (belgilashlar E_{II}^i va E_{II}^r).
- Yorug'lik to'lqini tushish tekisligiga perpendikulyar qutblangan (shisha sirtiga parallel) (belgilashlar E_\perp^i va E_\perp^r) Unda maydon amplitudalari nisbatlari uchun quyidagi tenglamalar qo'llaniladi (ma'lumot uchun adabiyotga murojaat qiling, «Notes» bobি):

$$\frac{E_\perp^r}{E_\perp^i} = \frac{\tan(\alpha-\beta)}{\tan(\alpha+\beta)} \text{ yoki } \left| \frac{E_\perp^r}{E_\perp^i} \right| = \left| \frac{\tan(\alpha-\beta)}{\tan(\alpha+\beta)} \right| \quad (1)$$

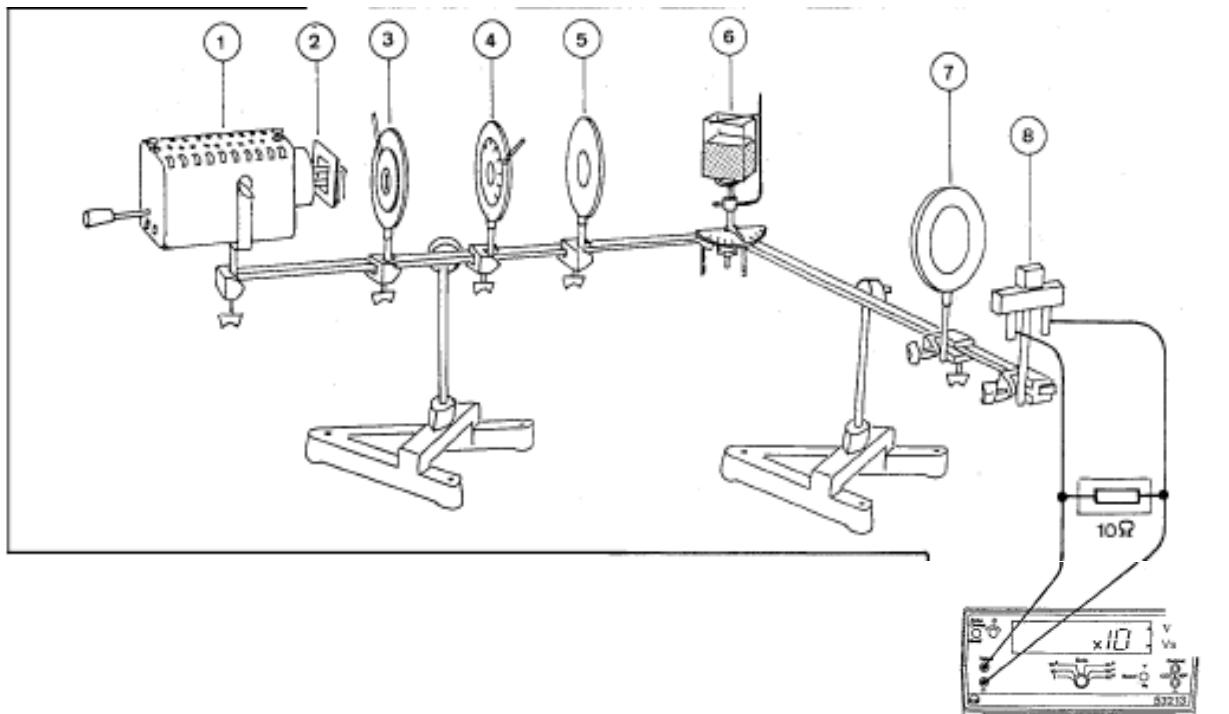
$$\frac{E_\parallel^r}{E_\parallel^i} = -\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} \text{ yoki } \left| \frac{E_\parallel^r}{E_\parallel^i} \right| = \left| \frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} \right| \quad (2)$$

α : Tushish burchagi; β : sinish burchagi

(1)va (2)nisbatlarni – ba'zida ularning kvadratlarini sindirish koeffisiyentlari 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

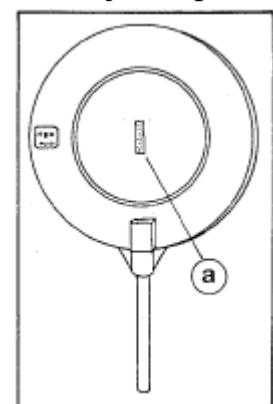
biz qaytgan yorug'lik uchun kuchlanishni $U(\alpha)$ tushish burchagi α bo'yicha o'lchasak, ildizdan chiqarish va ko'rsatgichlarni shakllantirish orqali amplitudalar nisbatini olishimiz mumkin.

$$\left| \frac{E_1^T}{E_1^I} \right| = \sqrt{\frac{U(\infty)}{U_0}} \quad (3)$$



Rasm. 2: Tashkil etuvchilarining optik kursidagi taxminiy o'rni bilan tajriba qurilmasi. Qavs ichidagi o'lchamlar santimetrlarda chap tarafdag'i tashqi qisqichdan boshlab berilgan:

- (1) Galogennoy lampani tutib turgich (0)
- (2) Issiqlikdan saqllovchi filtrli tasvir siljitzich
- (3) Tirqish (19)
- (4) Polyaroid (22)
- (5) Linza, $f = 100$ mm (30)
- (6) Prizma stoli bilan montaj qilingan sharnirli birikma
- (7) Linza, $f = 150$ mm (57)
- (8) Montajdagi foto element (71).



Rasm. 3: Tirqishning linza romi markazidagi tasviri.
(a) Tirqish tasviri

Asboblar va jihozlar

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| 2 Kichik optic kursi..... | 460 43 |
| 1 Sozlanadigan tirqish..... | 46014 |
| 2 Polarization filtr | 472 40 |
| 1 Galogen lampa 12 V, 50/100 Vt | 450 64 |

1 Galogen lampa 12 V/100 Vt, G6.35	450 63
1 Ta'minlash manbai 12 V/10 A.....	59107
1 Tasvir siljtgich.....	450 66
2 Ulash simlari, 1m, qizil.....	501 30
2 Ulash simlari, 1m, ko'k.....	501 31
6 Leybold qisqichi.....	301 01
1 Romli linza $f = +100$ mm	460 03
1 Elementlarni ulash uchun tutqich.....	460 21
1 Foto element BPY 47.....	578 62
1 Mikrovoltmetr.....	53213
1 Rezistor 10Ω	57713
1 Prizmali stol.....	57720
1 Ko'zguli shisha panjara.....	47720
1 Linza, $f = +150$ mm	460 08
1 Burchak shkalali sharnirli birikma.....	460 40
2 Katta taglik asos,.....	300 01
Qo'shimcha talab qilinadi: Tush yoki siyoh	

Sozlash:

Apparatlarni Rasm.2 da keltirilganidek, ammo panjarasiz yig'ing. Multimetrnинг о'lchash chegarasini 10^{-4} V ga o'rnating. Mikrovoltmetr kirishiga ta'minlash simlarini, simlarning chiqishini esa, 10Ω rezistorga ulang. Voltmetrdagi siljish kuchlanishini 10 minut davomida qizdirish yo'li bilan kompensasiya qilib, ta'minlash simlarini fotoelementga ulang va shu vaqtan keyin mikrovoltmetrni 10^{-3} V o'lchash chegarasiga o'tkazing. Galogen lampa korpusiga 100 Vt lampani va akslantiruvchi ko'zguni o'rnating va lampani ulang. Kondensor va tasvir siljtgichni (polyaroidni himoya qilish uchun issiqlikdan saqlovchi filtr) joylashtiring. Optik kursini siljtitib, ularni bir chiziqqa keltiring (burchak shkalali sharnirli birikma 180° burchakda) Lampa korpusi tagligini siljtitib, lampa tolasining tasvirini linzaning (5) markazida shakllantiring. Linzani shunday siljitingki, tirkishning yorqin obrazi fotoelement oldidagi gardishli linzaning(7) aniq markazida bo'lsin(Rasm.3). (Linza gardishining asosidan markazga o'rnatishda foydalanish mumkin; keyinchalik tirkishning tasviri linza quyilgan joyda qayta tiklanishi mumkin) Fotoelementda tirkishning tasvirini linza(7) yordamida shakllantiring. Polyaroidni 0° ga o'rnating (yuqoriga ko'rsatuvchi richag). Tirkishning kengligini shunday o'rnatingki, millivoltmetr 10.00 mV ni ko'rsatsin. Shunda tushayotgan nurning yorug'lik oqimi qayd qilinadi. Ko'zgusimon shishaning panjaralarini suyultirilgan siyoh yoki tush bilan to'ldiring. Suv shisha devorining orqa tomonidan yorug'likning qaytishini qisman bartaraf qiladi, siyoh esa uzatilayotgan yorug'likni yutish uchun xizmat qiladi.

Tajribaning borishi: 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'lhash 1: qutblanish yo'nalishi tushish tekisligiga perpendikulyar. Optik kursilar orasidagi burchakni 160^0 ga to'g'rilang. Shisha panjarani prizmali 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 U_{\perp} (80^0) qayd qiling va uni yozib oling.

Izoh: Doimo tushish burchagi optik kursilar orasidagi burchakning yarmiga teng. Optik kursilar orasidagi burchakni 10^0 qadam bilan o'zgartiring va har bir holda qayta o'lhashlarni bajaring.

b) O'lhash 2: qutblanish yo'nalishi tushish tekisligida Polyaroidni 90^0 ga o'rnating, optik kursilarni bir chiziqda qilib joylashtiring (180^0) va tirqish kengligini mikrovoltmetr yana 10 mV ko'rsatadigan qilib sozlang(shisha panjara qurilmada emas).

a)da o'lchanagan tushish burchaklarida U_{II} kuchlanishlarni o'lhashni takrorlang. Agar o'lchanayotgan kuchlanishlar $U_{II}(\alpha)$, 1 mV dan kichik bo'lsa, 10^{-4} o'lhash diapazoniga o'ting.

O'lhash namunasi:

Jadval 1.

Tushish burchagi α , kuchlanish $U_{\perp}(\alpha)$ (tajriba a) va $U_{\parallel}(\alpha)$, (tajriba b).

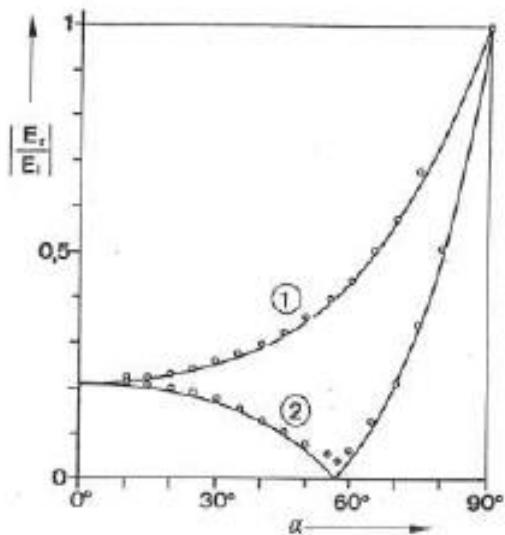
α	$\frac{U_{\perp}}{mV}$	$\frac{U_{\parallel}}{mV}$
90	10,00	10,00
80	5,62	2,59
75	4,27	1,16
70	3,28	0,47
65	2,55	0,169
60	1,97	0,040
55	1,58	0,027
50	1,29	0,065
45	1,05	0,11
40	0,89	0,17
35	0,77	0,25
30	0,67	0,31
25	0,59	0,36
20	0,54	0,40
15	0,51	0,44
10	0,51	0,47

Hisoblashlar va xulosalar:

Agar biz o'lchangan kuchlanishlarni (3) tenglamaga asosan amplitudalar nisbatiga aylantirsak va ularni tushish burchagining funksiyasi sifatida qarasak, Rasm.4 da keltirilgan grafikni olamiz. Nazariy kutilgan natija uzlusiz chiziq bilan ifodalangan. (1) tenlamadagi β burchak

$$\beta = \arcsin \left(\frac{\sin \alpha}{n} \right)$$

tenglamadan ($n=1,53$) (sinish qonuni) nazariy hisoblandi. Yaqqolki, nazariy va tajriba natijalari bir-biri bilan yaxshi mos kelgan.



Rasm.4 $\frac{E_r}{E_i}$ tushish burchagining α funksiyasi sifatida
O'lchangan natijalar (doiralar) va nazariy egrilik
(uzluksiz chiziq)

masalan uglerodli biosulfit (CS₂) va efir aralashmasi bilan to'ldirilsa. Unda shisha panjaraga yorug'likni yutish uchun qoraygan qog'oz varag'i yoki shunga o'xshash narsa joylashtirilishi kerak.

Izoh: Elektromagnit maydon qonunlari asosida Frenel qonunlarini keltirib chiqarish “Fizika bo'yicha Feyman leksiyalari” (Addison-Uesli nashri, 1964) tom 2, bob 33 da nihoyatda batafsil yoritilgan.

(1) Qutblanish tekisligi tushish tekisligiga perpendikulyar

(2) Qutblanish tekisligi tushish tekisligiga parallel

O'lchangan barcha nuqtalar nazariy egriligidan bir oz yuqorida. Buning sababi akslantirayotgan shishaning orqa devoridan yorug'likning qaytishidir. Panjara suv bilan to'ldirilishiga qaramay bu akslanishni to'liq bartaraf qilib bo'lmaydi, chunki suvning sindirish ko'rsatgichi (1,33) shishaning sindirish ko'rsatgichiga (1,53) nisbatan kichik. Shuning uchun tajribani yaxshilash mumkin, agarda shisha panjara sindirish ko'rsatgichi mos suyuqlik,

11-LABORATORIYA . QUTBLANISH TEKISLIGINI SHAKAR ERITMASI BILAN BURISH

Tajribaning maqsadi

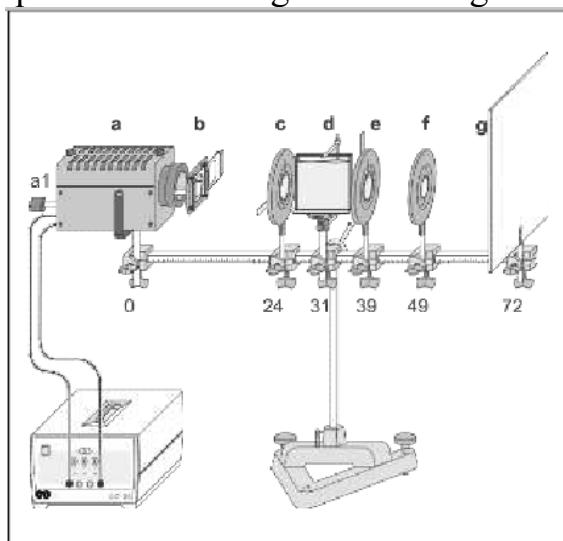
- Qutblanish tekisligining konsentrangan shakarli eritmada burilishini bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikki polyarizator bilan kuzatish.
- Uchta turli yorug'lik ranglari uchun burish burchagini aniqlash.

UMUMIY MA'LUMOTLAR

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. Erigan 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, superpozisiya 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 konsentrasiyasiga va yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq. Kuzatuvchi yorug'lik nuri tarqalishi yo'nalishiga qarama-qarshi qaraganida, byorug'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 modifikasiyalar bo'lishi mumkin. Bu ikki modifikasiyaning mo'ayyan aylantirish qiymati bir-biriga teng va qarama-qarshi ishoraga ega. Ikkala modifikasiyaning aralashmasi burish burchagini kamaytiradi. Ikkala modifikasiya teng proporsiyada bo'lgan aralashma resemat deb ataladi. Tajribada qutblanish tekisligining burilishi bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikkita polyarizatorda kuzatiladi. Konsentrangan eritma D(+) - suvdagi saxaroza optik aktiv modda sifatida qo'llaniladi. D(+) belgi qutblanish tekisligini odda o'ng tomonga aylantirishini anglatadi.



Rasm. 1 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 ekranı

Asboblar va jihozlar

1 D(+) - saxaroza, 100 g	674 605
1 galogen lampa , 12 V/100 Vt	450 63
1 galogen lampa korpusi 12 V, 50/100 Vt	450 64
1 galogen lampa korpusi uchun tasvir siljtgich	450 66

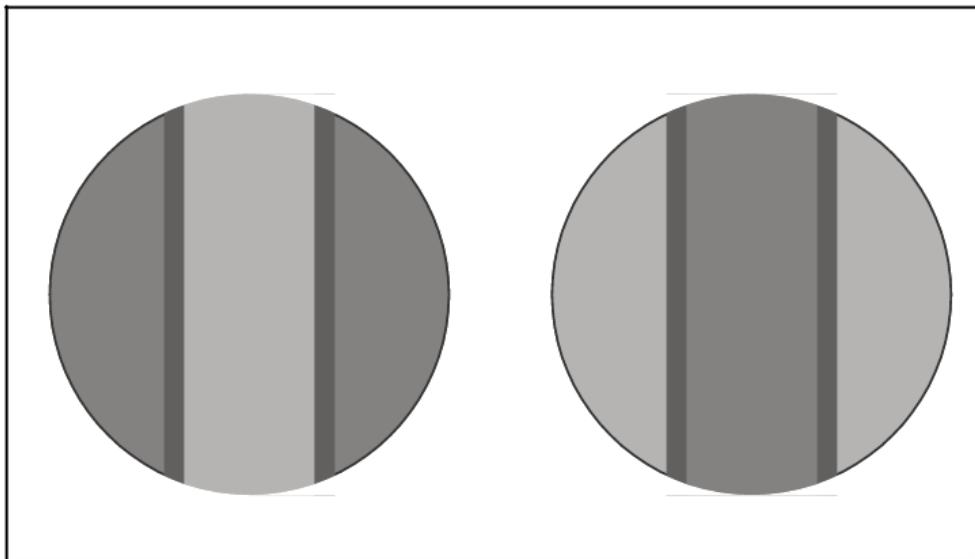
1 yorug'lik filtri, qizil	468 03
1 yorug'lik filtri, yashil	468 07
1 yorug'lik filtri, ko'k.....	468 11
1 transformator 2 ... 12 V	521 25
1 ko'zgusimon shisha yacheyka 100 x100 x10 mm ³	477 20
2 polarization filtr	472 401
1 linza, f = + 100 mm.....	460 03
1 prizmali stol	25
1 yarim shaffof ekran	441 53
1 kichik optik kursi	460 43
1 taglik asos, V-simon, 28 sm	30001
6 Leybold multiqisqichlari.....	301 01
1 qo'l sopli qoshiq.....	666 963
Ko'ndalang kesimi 2.5 mm ² bo'lgan ulash simlari	

Tajriba qurilmasi

Tajriba qurilmasi Rasm 1 da keltirilgan. Rasm.1 da keltirilganidek, kichik optik kursiga komponentlarni yig'ing, rasmida chapdagagi Leybold multiqisqichidan o'rirlar 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 (a1) 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 prizmali stolga joylashtiring va uni kuzatish maydoniga markazlashtirib to'g'rilang.

b) – Monoxromatik yorug'likni kuzatish:

Galogen lampa korpusining chiqish aperturasidagi tasvir siljtgichga qizil yorug'lik filtrni o'rnating va analizator bilan ko'rish maydonining o'rta qismida maksimal qorong'ulikga erishing(Rasm.2 ga 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.



Rasm. 2 Shakarli eritma nur yo'liga qo'yilgandan keyin monoxromatik yorug'lik uchun ko'rish maydoni (chapdag'i: analizator o'rni 0° , o'ngdag'i: ko'rish maydonining markaziy qismida maksimal qorong'ulik)

Tajriba namunasi va hisoblashlar

- a) Oq yorug'likni kuzatish:

Eritma: 20 to'la qoshiq (D+) saxaroza 50 ml suvda

Agar polyarizator va analizator perpendikulyar bo'lsa, eritma ko'rish maydonini yoritadi. Burchak holatiga qarab ko'rish maydonidagi ranglar o'zgaradi (ikkilamchi ranglar)

- b) Monoxromatik yorug'likni kuzatish:

Jadval 1: Yorug'likning turli ranglari uchun burish burchaklari

filtr	burish burchagi
qizil	25°
yashil	40°
ko'k	55°

Xulosalar

D(+)-saxarozaning suvdagi eritmasi optik aktiv. Qutblanish tekisligini burish burchagi D(+) belgiga mos, musbat. U yorug'likning to'lqin uzunligiga kuchli bog'liq.

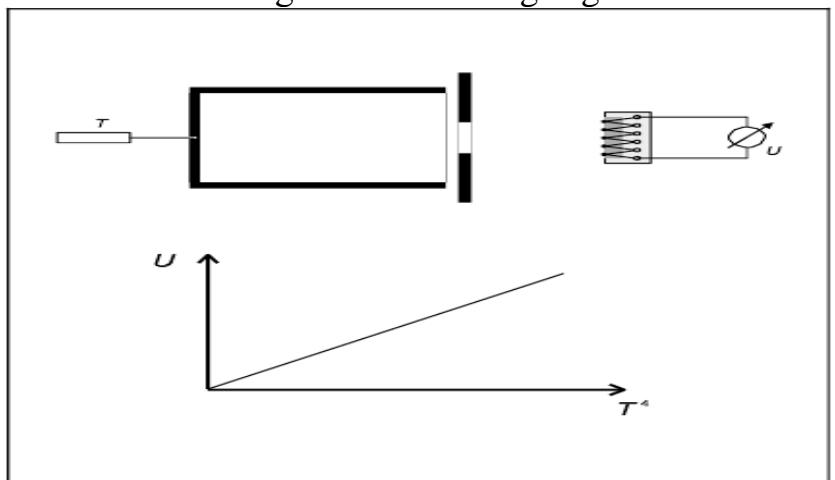
12-LABORATORIYA . STEFAN-BOLSMAN QONUNI: «QORA JISM» NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGINI O'LCHASH

Ishning maqsadi :

- Moll termoelementidan foydalanib, 300-750 K temperaturalar intervalida “qora jism” detallari bor elektr pechdagiligi nurlanishning nisbiy intensivligini o’lchashni amalga oshirish.
- Stefan-Bolsman qonunini tekshirish uchun nurlanish intensivligining absolyut temperaturaga bog’liqligi grafigini tuzish.

Umumiylumotlar

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 koeffisiyentiga ega va shu bilan, berilgan temperaturada va to’lqin uzunlikda maksimal mumkin bo’lgan nurlantirishga ega.



Stefan-Bolsman qonuni absolyut qora jismning umumiylumotligi chiqarayotgan nurlanishi T absolyut temperaturaning to’rtinchidagi darajasiga proporsional ekanligini tasdiqlaydi. Yanada aniqroq nurlanish manbasining nurlanuvchanligi M , ya’ni sirtning bir tomonidagi nurlanishning umumiylumotligi quvvati nurlanayotgan sirt sohasiga nisbatan quyidagidan aniqlanadi

$$M = \alpha T^4 \quad (1)$$

($\alpha = 5.67 \cdot 10^{-8} \left(\frac{Vt}{m^2} \right) K^4$ Stefan-Bolsman doimiysi) Shu vaqtida absolyut qora jism atrof muhitdan nur ham yutadi. Shunday qilib biz M umumiylumotligi nurlanuvchanlikni emas, anig’i absolyut qora jism nurlanishidan olingan M' nurlanish manbasining nurlanuvchanligini o’lchaymiz. Atrof muhitdan yutilgan nurlanishning nurlanuvchanligi quyidagiga teng:

$$M_0 = a \cdot T_0^4 \quad (2)$$

Shuning uchun, quyidagini yozish mumkin

$$M' = a \cdot (T^4 - T_0^4) \quad (3)$$

Mazkur tajribada «absolyut qora jism» sifatida elektr pechdan foydalaniadi. 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'lhash mumkin. Temperatura datchigi NiCr-Ni mis silindrini temperaturani o'lhash 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 asboblar va ashyolar

1 Elektrik pech, 230 V	555 81
1 Absolyut qora jism detallari.....	389 43
1 Elektrik pech ashyolari.....	555 84
1 Bir tarafi ochiq kirishli raqamlı termometr.....	666 190
1 Temperatura datchigi, NiCr-Ni	666 193
1 Moll termoelementi.....	557 36
1 Mikrovoltmetr.	532 13
1 Kichik optik kursi.....	460 43
1 Katta V-shaklsimon shtativ.	300 01
4 Leybold multiqisqichlari.	301 01
1 Universal fiksator S	666 555
Biriktirish bo'yicha ko'rsatmalar	
Qo'shimcha tavsiya qilinadi:	
1 Immersion suyuqlikli nasos	306 98
2 Silikon quvurlar, ichki diametri 7x1.5 mm, 1 m	667 194
1 Suv uchun idish, hajmi taxminan 10 l	

Tajriba qurilmasi

Izohlar: O'lchanayotgan intensivlik juda past va shuning uchun u atrofdagi jismlardan nurlanish interferensiyalariga nihoyatda sezgir: O'lhash 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 manbalarning aralashishiga yo'l qo'y mang; zarur bo'lsa, yig'mani karton bilan ekranlashtiring. Zarur bo'lsa, xonani qorong'ulashtiring.

Texnika xavfsizligi buyicha ko'rsatmalar. Kuyib qolish xavfi bor: elektr pechni tashqi devorining temperaturasi 200 °C ortiq bo'lishi mumkin.

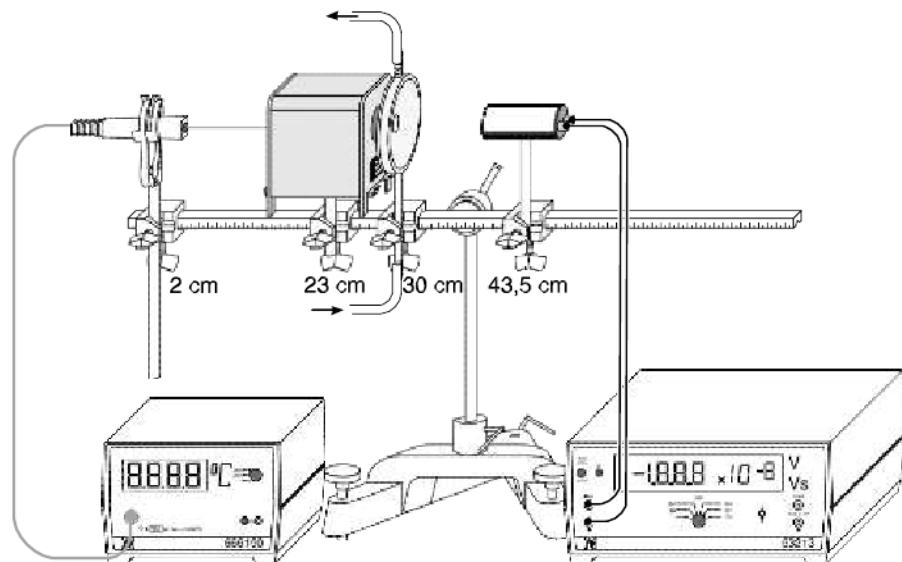
- Qaynoq elektr pechda terini kuyib qolishidan saqlaning.
- Elektrik pechni faqat jihozlar bilan boshqaring
- Elektrik pechdan foydalanish bo'yicha instruksiyalarni batafsil o'qib chiqing va barcha instruksiyalarga rioya qiling. Immersion nasos dvigateli ichiga sizib kirgan suv qisqa tutashuvni keltirib chiqarishi mumkin.
- Botirish chuqurligini 17 sm dan oshirmang.
- Ishlatib bo'lingan ho'l immersion nasosni kallagi bilan qo'y mang. Immersion nasosdan foydalanish bo'yicha instruksiyalarni batafsil o'qib chiqing va barcha instruksiyalarga rioya qiling. Interferension nurlanish kelib chiqishi mumkin:

Termoelektr batareya jismidan bevosita issiqlik nurlanishi, nurlanishning akslantiruvchi yuzalardan qaytishi (masalan: oqish rangli kiyim), issiqlik uzatgichlar, quyosh nuri va boshqa yorug'lik manbalari. Tajribani boshlashdan oldin, mikrovoltmetr 10 minut davomida qizishiga imkon bering. Qurilmaning orqa qismida joylashgan asosiy ulab uzbek yordamida mikrovoltmetri elektr tarmog'iga ulang. Rasm. 1 da tajriba qurilmasi tasvirlangan.

Shundan so'ng:

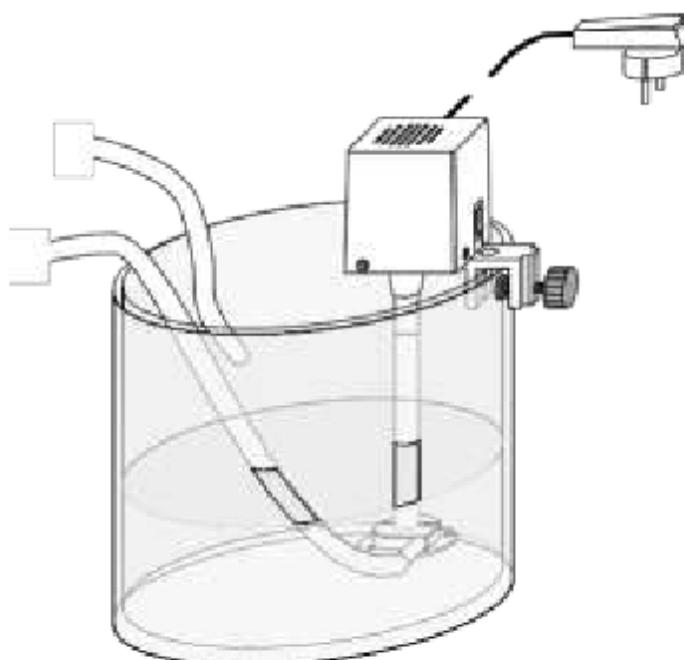
- Elektrik pechni, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani Rasm.1 da keltirilganidek shunday o'rnatingki, termoelektrik batareyaning sterjeni elektr pechning ochiq tarafi oldidan taxminan 15 sm da joylashsin.
- Absolyut qora jism komplekti ekrani metall tarafi bilan termoelektrik batareyaga qaralgan holda elektr pechning oldida taxminan 5-10 mm da joylashtiring.
- Izoh: Shisha tuynuk qisqa to'lqin uzunlikli nurlanishga ko'ra uzun to'lqin uzunlikli nurlanishni ko'proq yutadi va shuning uchun nurlanish intensivligining temperaturaga bog'liqlikligi o'lchashlarini sistematik tarzda soxtalashtiradi.
- Termoelektrik batareyaning shisha tuynugini olib tashlang.
- Temperatura datchigini NiCr-Ni raqamlı termometr bilan ulang va uni jilvirlangan mis silindrning markazidagi teshikga iloji boricha chuqurroq joylashtiring.
- Joyida temperatura datchigini universal qichqich bilan S montaj qiling va raqamlı termometri ulang (o'lchash diapazoni $> 200^{\circ}\text{C}$).
- 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 sovitishdan foydalanilganda, immersion nasosni qo'llang.
- Termoelektrik batareyani mikrovoltmetr bilan Rasm.1 da keltirilganidek ulang (o'lchash diapazoni 10-4 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).



Rasm. 1: Stefan-Bolzmanning issiqlikdan nurlanish qonunini tasdiqlash uchun tajriba qurilmasi. O’rinlar haqidagi malumotlar kichik optik kursidagi Leybold multiqvisqilarining chap tarafidan boshlangan.

Rasm. 2: Suvli idishga immersion nasosni o’rnatish namunasi



Tajribani o'tkazish

Dastlab:

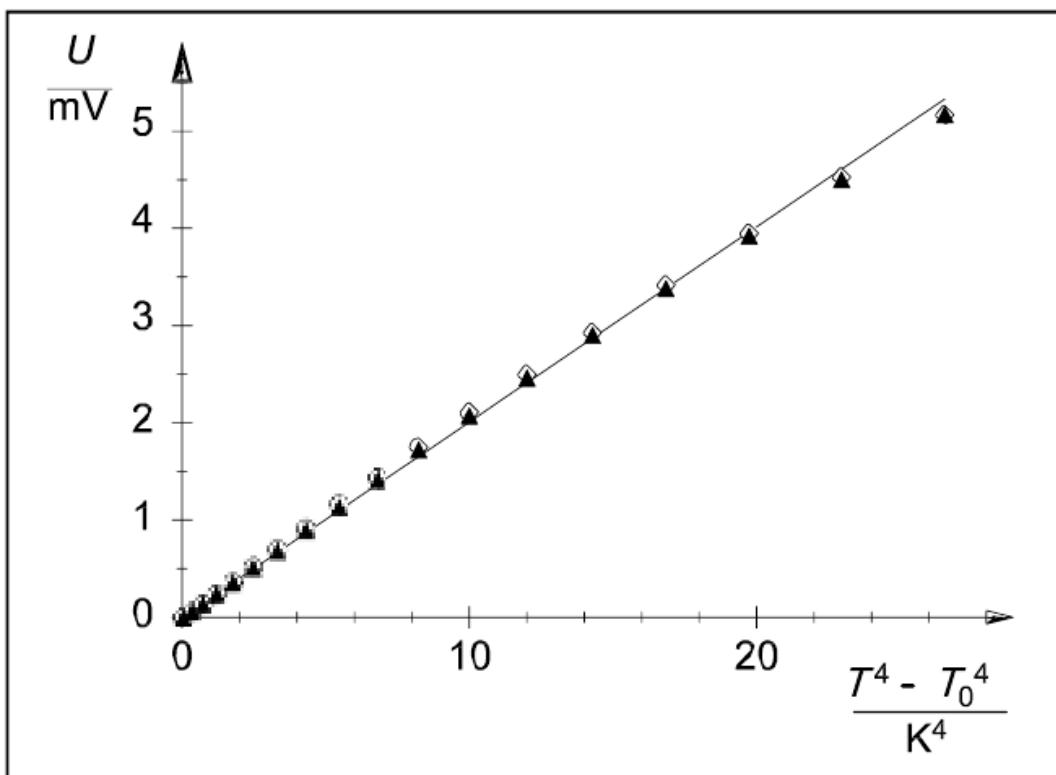
- n mis silindrning temperaturasini va termoelektrik batareyaning boshlang'ich chiqish kuchlanishini o'lchang va bu qiyatlarni o'z tajriba jurnalingizga yozib oling. Shundan so'ng:
 - Elektr pechni ulang va temperatura har 25°C ga oshganda, n va U ning qiyatlarini o'lchang va ularni o'z tajriba jurnalingizga yozib oling. Temperatura 400°C va 500°C oralig'i darajasiga erishganda:
 - Elektr pechni uzing; va temperatura har bir 25°C ga pasayganda, n va U ning qiyatlarini o'z tajriba jurnalingizga yozib boring.
 - Temperatura 100°C bilan xona temperaturasi oralig'igacha pasayganda, elektr pechdan temperatura datchigini oling, xona temperurasini o'lchang va bu qiyatni o'z tajriba jurnalingizga yozib oling.
 - Termoelektrik batareyani qoramtil karton bilan ekranlashtiring, voltmetrning nol ko'rsatishini tekshiring va bu qiyatni o'z tajriba jurnalingizga yozib oling.

Rasm. 3 da termoelektrik batareyani U chiqish kuchlanishining pechning to'rtinchi darajali absolyut temperaturasi T bilan to'rtinchi darajali absolyut xona temperurasini T₀ orasidagi farqning funksiyasi sifatidagi bog'lanishi keltirilgan. Bu munosabat Stefan-Bolsman qonuni bashorat qilganidek, taxminan to'g'ri chiziqqa yaqin. Agar, egrilik sinchkovlik bilan o'rghanilsa, yaxshi mos kelgan to'g'ri chiziqdan bir oz chetlanishni kuzatishimiz mumkin. Buning sababi quyidagi effektlarning natijasidir: termoelektrik batareya bilan o'lchashlarga konveksiya va muhitda nurlanish yo'qotishlari, ayniqsa shisha tuynuk olib tashlanganda, ta'sir qiladi. Bundan tashqari biz pech temperurasini ortganda, termoelektrik batareya qiyoslash punktlarida issiqlikning ortib borishini to'liq bartaraf eta olmaymiz.

O'lchash namunalari va baholash

Jadval 1. Qizish va sovushdag'i o'lchangan qiymatlar

$\frac{n}{^{\circ}C}$	$\frac{T}{K}$	$\frac{T^4 - T_0^4}{K^4}$	$\frac{U_{\uparrow}}{mV}$	$\frac{U_{\downarrow}}{mV}$
24	297	0	0	0
50	323	0.31	0.06	0.06
75	348	0.69	0.14	0.14
100	373	1.16	0.24	0.24
125	398	1.73	0.36	0.36
150	423	2.42	0.52	0.51
175	448	3.25	0.70	0.68
200	473	4.23	0.91	0.89
225	498	5.37	1.16	1.13
250	523	6.70	1.43	1.41
275	548	8.24	1.75	1.72
300	573	10.00	2.11	2.07
325	598	12.01	2.50	2.46
350	623	14.29	2.93	2.90
375	648	16.85	3.42	3.38
400	673	19.74	3.95	3.92
425	698	22.96	4.53	4.50
450	723	26.55	5.17	5.17



Rasm.3: U chiqish kuchlanishining $T^4 - T_0^4$ funksiyasi sifatidagi grafigi.
Doiralar qizishdagi, uchburchaklar esa sovushdagi o'lchangan
qiymatlarga mos keladi

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите

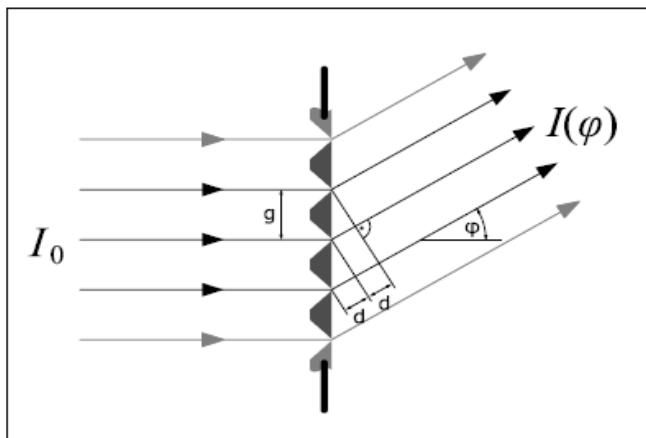
13-LABORATORIYA ISHI. SPEKTR CHIZIQLARINI O'LCHASH UCHUN DIFRAKSION SPEKTROMETRNI YIG'ISH

Tajriba ob'ektlari

- Difraksiyon spektrometri ni yig'ish.
- Turli inert gazlar va metallar bug'lari spektr chiziqlarini kuzatish.
- Spektr chiziqlari to'lqinlari uzunligi va jadalligini o'lchash.

Asosiy tartib-qoidalar

- Yorug'likni spektr tarkibiy qismlari bo'yicha tahlil qilishning ikkita asosiy usuli mavjud. Ulardan biri – prizma, ikkinchi usul – difraksiyon panjara.
- Difraksiyon panjarani qo'sh tirqishlarni kengaytirish sifatida ifodalash mumkin, chunki u ko'plab parallel tirqishlardan iborat. Gyuygens tamoyiliga muvofiq, tirqishlardan har biri sharsimon (sferik) to'lqin manbai hisoblanadi. Ushbu to'lqinlar yoxud konstruktiv, yoxud dekonstruktiv tarzda bir-birini berkitib qo'yadi.



1-rasm: Difraksiyon panjaraga qo'llanilgan Gyuygens tamoyili

Konstruktiv interferensiya uchun shart quyidagidan iborat:

$$.... \quad d = g \cdot \sin \varphi = n \cdot \lambda \quad (I)$$

bunda n – noldan katta butun son, g , d va φ 1-rasmida taqdim qilingan, A esa kiruvchi to'lqin uzunligi.

Ko'rib turganimizdek, har bir to'lqin uzunligi uchun panjara bir necha maksimal jadallik miqdorlarini yuzaga keltiradi, ular n butun son bilan belgilanadi, bu tajribaning muhim bandi hisoblanadi: Aniqlangan spektr chiziqlarining hammasi ham nurlanish chizig'inining birinchi maksimumi bo'lishi shart emas, biroq bungacha aniqlangan to'lqinning faqat ikkinchi tartibi maksimumi ham bo'lishi mumkin.

Mazkur tajribada gaz-elektrsizlanish lampochkasidan yorug'lik tirqishda aks ettiriladi. Tirqish ortidan linza parallel yorug'lik panjaraga tushadigan tarzda maqsadga muvofiq masofada o'rnatiladi (masalan, 600 chiziq/mm). Kompyuter tomonidan boshqariladigan displayli, 50 mm linzali VideoCom deb nomlanadigan bir simli kamera panjaraga birinchi difraksiyon tartib kompyuter tomonidan boshqariladigan display chipida ko'rini turadigan tarzda imkon qadar yaqinroq o'rnatiladi.

Jadallikni rostlash uchun yoxud tirkish kengligini, yoxud kamera ob'ektivi diafragmasini o'zgartirish mumkin.

VideoCom Intensities dasturiy ta'minotidan foydalanib, difraksiya burchagini hisoblab chiqish uchun (4-rasmga qarang), linzalarning asosiy fokus uzunligi (50 mm) joriy qilinadi. To'lqinlarni uzunligi bo'yicha darajalashga (5-rasmga qarang) spektral siljishli doimiy difraksion panjaradan (600 chiziq/mm) foydalanilgan holda erishiladi. Siz ma'lum nurlanish chiziqlaridan foydalanib, spektrning kerakli siljishini osonlik bilan aniqlashingiz mumkin. Agar spektr chapdan o'ng tomonga o'zgarsa (ya'ni, chap tomondan – qizil va o'ng tomondan – ko'k rang), n difraksion tartib belgisini o'zgartiring. Aksincha, difraksiyaning ikki burchagini ularning taalluqli to'lqin uzunliklari bilan joriy qilish orqali to'lqin uzunligini darajalashingiz mumkin.

Linza optikasidagi markaziy tenglama – quyidagi linzalar tenglamasidan iborat:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g},$$

bunda – f fokus uzunligi, b tasvirgacha bo'lgan masofa va g ob'ektgacha bo'lgan masofa. Shunday qilib, barcha masofalar linzalargacha masofaga tegishli. Aniq ko'rinish turibdiki, agar $b=g$, $\rightarrow b = g = 2f$ ketma-ket bo'lsa va agar b va g turlich bo'lsa, biri har doim $2f$.dan kichikroq, ayni vaqtida ikkinchisi, taalluqli ravishda, kattaroq bo'lishi kerak.

Spektral lampa nuri tirkishlarga fokuslanadi. Tirkish spektral lampa kabi baland bo'limganligi tufayli va imkon qadar ko'proq nur tirkishga fokuslanishi uchun $f=50$ mm linzani spektral lampagacha masofa $2f$.dan ko'proq, (II)ga muvofiq tirkishgacha masofa esa $2f$.dan kamroq bo'ladigan tarzda joylashtiring. Tirkishda lampa to'liq aks ettirilgungacha turli holatlarni sinab ko'ring. Shunday qilib, tirkishda lampa tasviri aniq va u orqali o'tuvchi yorug'lik nuriga o'xshaydi. Nurlar Gyuygens tamoyili oqibatida kengayadi va ikkinchi linza orqali o'tadi, ushbu linza nurlarni the VideoCom yuzasida fokuslaydi.

Xavfsizlik bo'yicha ko'rsatmalar

Diqqat: Barcha spektral lampalar foydalanish jarayonida qizib ketadi! Foydalanish vaqtida ularga qo'l tegizmang va ularni almashtirishdan oldin foydalanilgandan so'ng sovushini kuting.

Tarkibida Cd, Hg yoki Tl mavjud spektral lampalar ultrabinafsha nurlarini tarqatadi! Shu tufayli faqat yopiq korpusli fonar bilan ishlang va hech qachon to'g'ridan-to'g'ri nurga qaramang.

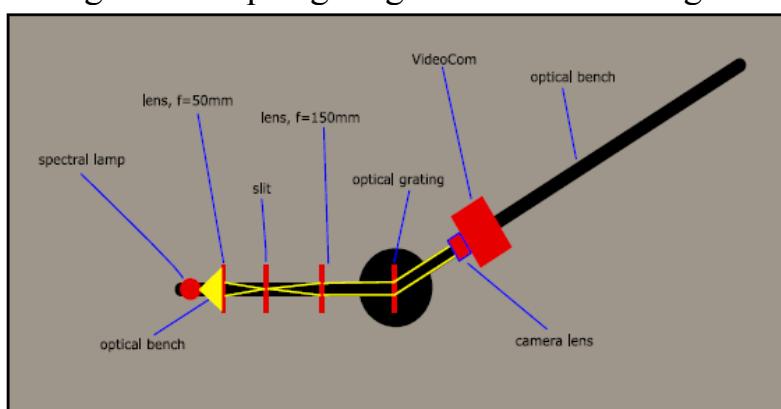
Zarur hollarda, ish vaqtida qo'llaringizni kuyishdan, ultrabinafsha nurlanishdan va sochilgan shishadan himoyalash uchun qo'lqoplardan foydalaning. Spektral lampa korpusi yupqa korpus bo'lganligi tufayli u bilan ehtiyojkorlik bilan ishlang va ko'zdan xavfsiz masofada tuting.

(II) formulasi yordamida nurlarni VideoComda fokuslash uchun $f=150$ mm linzani rostlash mumkin. Fales teoremasini hisobga olib, shubhasiz, G ob'ekt kengligi va balandligi hamda B tasvir masshtabi b .ga nisbatan g masofasiga muvofiqdir. Taalluqli ravishda, tirkish kengligi juda kichik tanlanishi kerak. Aks holda, nurlar kengayishi 2-tajriba qismida ikki natriy chizig'ini ajratish uchun yetarlicha o'lchamda bo'lmaydi.

Sozlash

Sozlash 3-rasmda ko'rsatilgan. Birinchidan, taqdim qilingan vintlardan foydalanib ikkita optik stendni sharnirli birikmaga ulang. Uzun optik stendi qo'zg'aluvchan birikmaga ulanishi kerak.

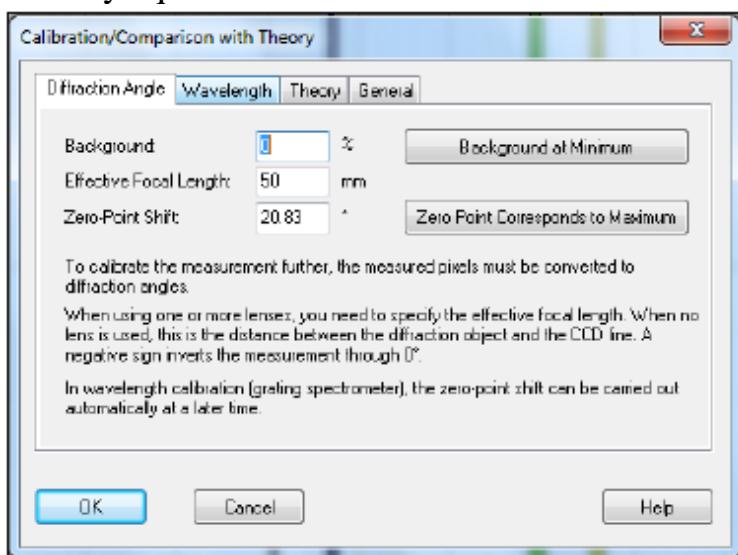
- Optik stendlarni gorizontal bo'yicha to'g'rilash uchun ularning rostlash oyoqchalaridan foydalaning.
- Tutqichni prujinali tutqich bilan sharnirli birikmaga o'rnating.
- Difraksion panjarani yuqoriga belgili tutqich ichiga mahkamlab qo'ying.
- Panjarani qisqa optik stendga perpendikulyar tarzda to'g'rilab qo'ying.
- Qisqa optik stendga to'rtta difraksion panjarani o'rnating.
- Quyidagi optik elementlarni reyterlardagi panjaraga chapdan o'ng tomonga tartibida o'rnating: spektral lampalar korpusi, $f=50$ mm linzalar, rostlanadigan tirkish, $f=150$ linzalar.
 - Reyterlarning aniq holati keyinroq ishlayotgan lampa sharoitida aniqlanadi.
 - Asbob-uskunalarni kichik optik stendga perpendikulyar, bir-biriga parallel tarzda to'g'rilab qo'ying.
 - Rostlanadigan tirkishning yonlama qirrasi spektral lampa tomonidan joylashtirilishi kerak.
 - 150 mm linzaning yonlama qirrasi ham spektral lampa yo'nali shida joylashtirilishi kerak.
 - Beshinchi optik reyterni uzun optik stendga ulang.
 - VideoComni beshinchi optik reyterga mahkamlab qo'ying va old qismiga kamera linzasini o'rnating.
 - VideoCom optik reyterni panjaraga imkon qadar yaqinroq surib qo'ying.
 - Taqdim qilingan ta'minot blokidan foydalanib, VideoComni rozetkaga ulash orqali elektr ta'minotni ulang.
 - Shaxsiy kompyuterni USB orqali (bu ham to'plamga kiritilgan) VideoComga ulang.
 - Universal shtepselni devordagi rozetkaga, spektral lampa korpusini esa universal shtepselga ulang.
 - Shaxsiy kompyuterda "VideoCom Intensities"ni ishga tushiring.
 - Dastur VideoComga muvofiq kelganligini tekshirib ko'ring.



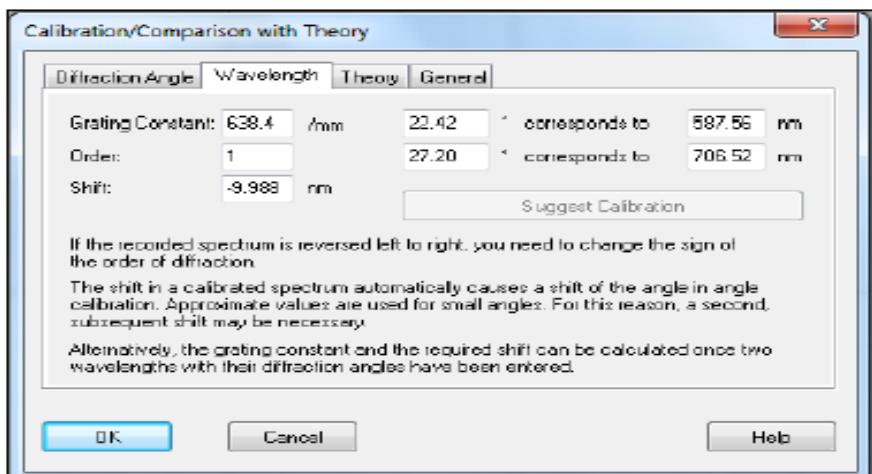
(Linza, $f=50$; Linza, $f=150$; Optik stend; Spektral lampa; tirkish; difraksion panjara; Optik stend; Kamera linzasi) 2-rasm: Tajribani sozlash chizmasi.

Apparatlar

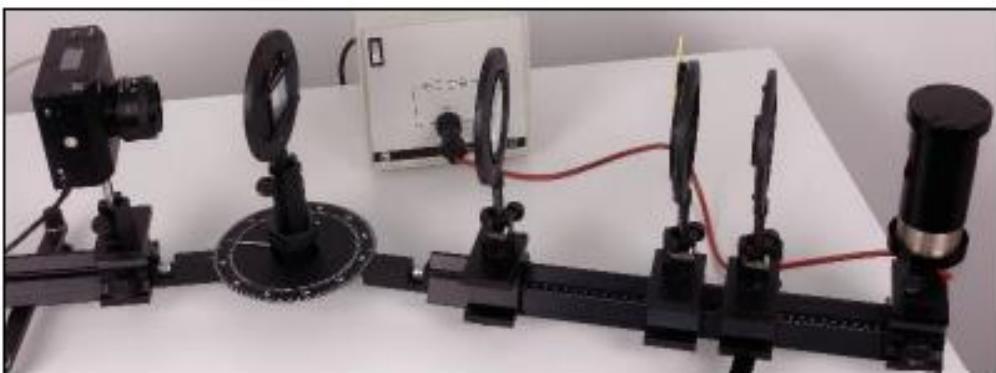
- 1 VideoCom337 47USB
1 Standart profilli optik stend, 0.5 m. 460 335
1 Standart profilli optik stend, 1 m.... 460 32
1 Doiraviy shkalali sharnirli birikma 460 341
1 Kesma difraksion panjara, 6000/sm (Rowland) 471 23
1 Rostlanadigan tirqish460 14
1 Ramadagi linza, $f=50$ mm460 02
1 Ramadagi linza, $f=150$ mm460 08
1 Prujinali qisqichlarga ega tutqich 460 22
5 Optik reyterlar, 60/50.....460 373
1 Spektral lampa, He.....451 031
1 Spektral lampa, Na.....451 111
1 Spektral lampalar korpusi451 16
1 Universal shtepsel, 230 V, 50 Gs 451 30
1 Qo'shimcha talab qilinadi: Shaxsiy kompyuter, Windows XP/Vista/7/8/10 (x86 yoki x64)
1 *Spektral lampa, Ne.....451 011
1 * Spektral lampa, Cd.....451 041
1 * Spektral lampa, Hg-Cd.....451 071
1 * Spektral lampa, Tl.....451 081
* bilan belgilangan bandlar jiddiy hisoblanadi, biroq biz ularni tajriba o'tkazish uchun tavsiya qilamiz



3-rasm: Fokus uzunligini joriy qilish va nol nuqtani siljitimish



4-rasm: Doimiy panjara yoki ma'lum to'lqin uzunligi orqali kalibrlash.



5-rasm: Tajribani sozlash

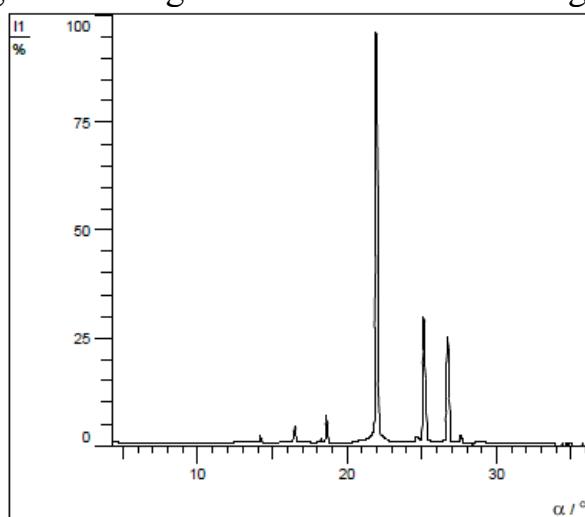
Tajriba o'tkazish Birinchi qism

- Universal shtepselni uzib qo'ying.
- Geliyli spektral lampani lampa korpusiga o'rnating.
- Lampa korpusining yuqorigi qismiga difraksion panjara tomoniga ochiladigan qopqoqni o'rnating.
- Universal shtepselni ulang.
- Lampa tasviri tirkishga fokuslanganligini tekshirib ko'ring.
- Aks holda, buni $f=50$ mm linza va tirkishni siljitish orqali tuzating.
- $f=150$ mm linzani tirkishga fokus masofasida joylashtiring.
- Endi uzun optik stendni, dasturiy ta'minotda ko'rsatilgandek, butun spektr VideoCom kompyuter tomonidan boshqariladigan displeyni to'ldirguniga qadar sharnirli birikma atrofida buring.
- Sharnirli birikmaning joriy burchagini, 4-rasmda ko'rsatilgandek ("nol nuqtani siljitish" maydoni), dasturiy ta'minotga joriy qiling, endi Sizning spektringiz 6-rasmdagi kabi ko'rinishga ega bo'lishi kerak. Burchak darajalari masshtabiga ega X o'qiga e'tibor qarating.
- Spektr o'rtasidagi ustuvor cho'qqi 587.56 nm sariq chiziqqa tegishlidir.
- O'ng tomondag'i unchalik baland bo'limgan, biroq shunga qaramay aniq ikkinchi cho'qqi 706.52 nm qizil chizig'idan iborat.

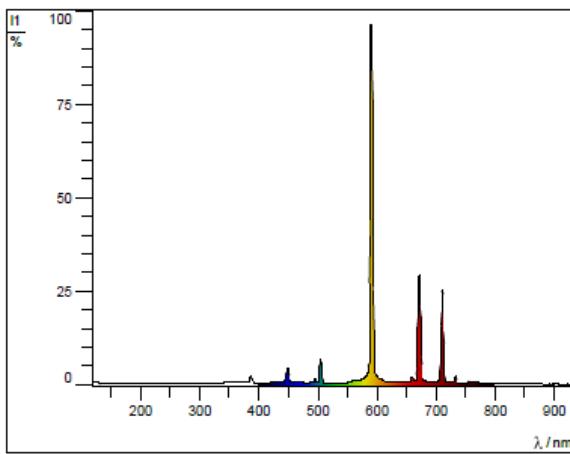
- Kalibrashni yakunlagan holda, ushbu axborotni, 5-rasmida ko'rsatilgandek dasturiy ta'minotga joriy qiling. Sizning spektringiz 7-rasmdagi kabi ko'rinishga ega bo'lishi kerak.
- Spektrni saqlab qo'ying.
- Ushbu paytdan boshlab, kalibrashni saqlash uchun optik stendni aylantirmang.
- Universal shtepselni uzib qo'ying va lampaning sovushini kuting.
- He-lampani Na-lampaga almashtiring.
- Lampani yopib qo'ying va universal shtepselni ulang.
- Na-lampaning spektr chizig'i to'lqini uzunligini aniqlash uchun He-lampa kalibridan foydalaning. Siz "cho'qqi markazini hisoblab chiqish" funksiyasidan foydalanishingiz mumkin.
- Na-lampa 8-rasmdagi kabi ko'rinishga ega bo'ladi.

Ikkinchchi qism

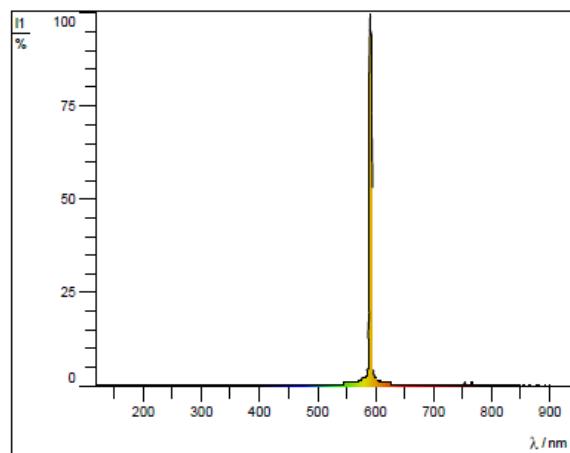
- Endi VideoCom old qismidagi linzani yechib oling.
- VideoComni panjaradan optik stend bo'y lab maksimal signal olish uzunligiga siljiting.
- Zarur hollarda, CCDda qo'sh sariq chiziqni saqlash uchun optik stendni buring.
- Yangi kalibrash uchun panjara va VideoCom o'rtasida samarali fokus uzunligiga erishish maqsadida mm masofani joriy qiling.
- Yanada uzunroq masofa sababli sariq rangli Na-chizig'i endi parchalanadi. Aks holda, ikkita maksimum ko'ringungacha tirkish kengligini kamaytiring.
- Sariq rangli Na-chizig'i parchalanishini yozib qo'ying. Har bir maksimum uchun to'lqin uzunligini o'lchang. 10-rasm bilan solishtiring.



6-rasm: Kalibrlanmagan He-spektr. X o'qi ° darajada.



7-rasm: Kalibrangan He-spektr. X o’qi endi nm.da.



8-rasm: Na-lampaning kalibrangan spektri.

- Universal shtepselni uzib qo’ying.
- Agar Siz qo’shimcha lampalar xarid qilgan bo’lsangiz, birinchi qismda tavsiflangan tartibotni davom ettiring.

Y’lchovlarni o’tkazishga misol

Ñeliyli spektral lampa bilan kalibrlash

Jol nuqtani siljitimish	0,83°
O’zgarmas panjara	38.6 mm ⁻¹
2.42° muvofiq keladi	87.56 nm
7.20° muvofiq keladi	60,52 nm
amarali fokus uzunligi	0 mm
Maksimum tartibi	

Sariq natriyli chiziqlarni o’lchash

Sariq chiziq, f=50 mm	591.01 nm
Qizil chiziq, f=1113 mm	589.62 nm

Baholash

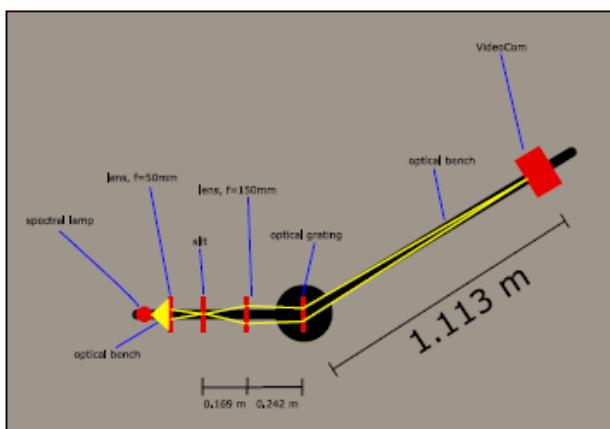
Tiniqlik darajasini hisoblab chiqish

Ob'ekt va tasvir o'rtasidagi masshtabli koeffisiyent $\frac{b}{s}$ ((II) tenglamaga qarang) natijada, bizning hisoblab chiqish misolimizda, quyidagilarni hosil qiladi:

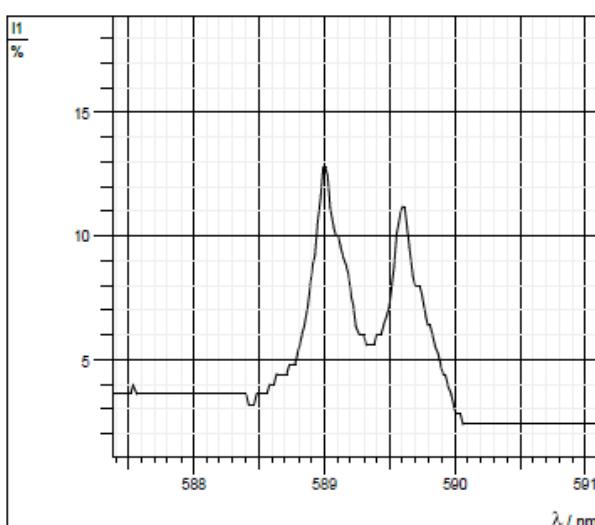
$$\frac{111.3 \text{ cm} + 24.2 \text{ cm}}{16.9 \text{ cm}} = 8.01$$

Tirqish taxminan 0.05 mm kenglikka ega.

VideoComda kompyuter tomonidan boshqariladigan display elementi har biri 14 pm kenglikdagi piksellardan iborat. Bu bir millimetrga taxminan "71.43"ni tashkil etadi. Optika hisobga olingan holda, VideoComdag'i nur tasviri 0.4 mm kenglikka ega bo'lib, bu taxminan 29 pikselni qamrab oladi. Panjara va (I) formulasi hisobiga kompyuter tomonidan boshqariladigan displaydagi ikkita maksimum natriyli chiziq masofasi 0.5 mm ni tashkil etadi. Hisob-kitoblar ko'rsatishicha, ikkita natriyli chiziqn 588.99 nm va 589.59 nm ga aniq ajratish mumkin.



9-rasm: Optik egri chiziqli qator.



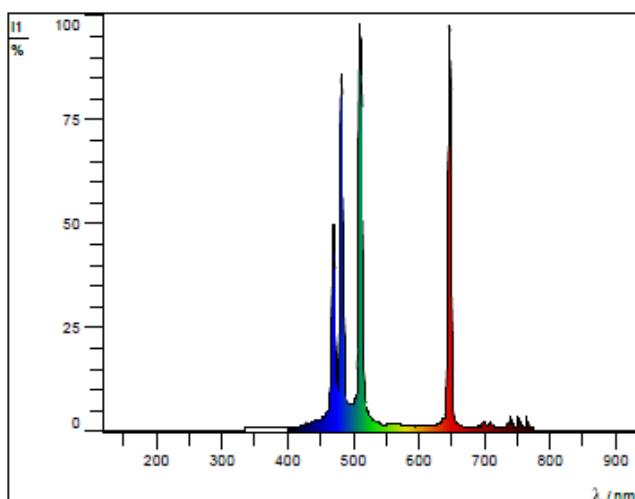
10-rasm: Tirqish kengligi kichikligi oqibatida juda kichik jadallik bilan o'lchangan sariq rangli qo'sh natriyli chiziq.

Natija

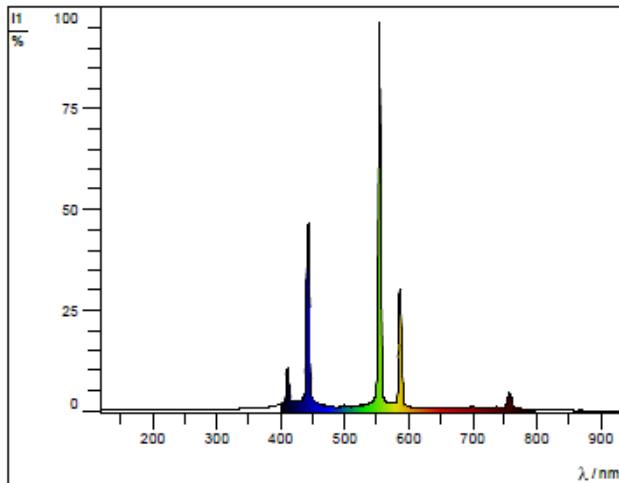
Har bir lampa uchun chiqariladigan chiziqlarni yozib qo'yish kerak, shu tarzda ularni spektrga qarab osonlik bilan farqlash mumkin bo'ladi. Ushbu farqlar har bir element uchun turli energiya darajalariga ega atomlar pastki qobiqlaridagi elektronlar pasayishi sababli paydo bo'ladi. Spektrometr tiniqligi samarali fokus uzunligiga bog'liq. VideoComga mahkamlangan kamera linzalaridan foydalanylarda, samarali fokus uzunligi VideoCom optik stend bo'ylab harakatlanganda o'zgarmas bo'lib qoladi va taalluqli ravishda, tiniqlik avvalgidek saqlanib qoladi, faqat spektral chiziqlar kengroq ko'rinish oladi. Kamera linzalarisiz, VideoCom samarali fokus uzunligi panjara va VideoCom o'rtasidagi masofaga teng. Bu, agar masofa uzaytirilsa, biroq spektr kompyuter tomonidan boshqariladigan displayga nisbatan kengroq bo'lsa eng yaxshi tiniqlikka olib keladi, shu tufayli to'liq ko'rinishga ega bo'lmaydi.

Shu tufayli o'rnatilgan kamera linzalarida qo'sh natriyli chiziqni 588.99 nm va 589.59 nm.ga ajratish mumkin emas, chunki taxminan 5 nm kamera linzalariga ega VideoComning tiniqlashtirish imkoniyati yetarlicha emas (8-rasmga qarang). Garchi, linzalarsiz, 1.113 m masofa va tirkishning juda kichik kengligi sharoitida tiniqlashtirish imkoniyati taxminan 0.4 nm.ni tashkil etadi, shuning uchun ikkita sariq rangli natriyli chiziq parchalanishini aniq kuzatish mumkin (10-rasmga qarang). Shu tufayli linzalar va VideoCom o'rtasidagi samarali masofani 50 mm.dan 1.113 m.gacha oshirish orqali oldingiga nisbatan o'n marta yaxshiroq tiniqlikka erishish mumkin. Boshqa tomondan, mazkur tuzilmada composition spektrning faqat kichik qismini ko'rish mumkin.

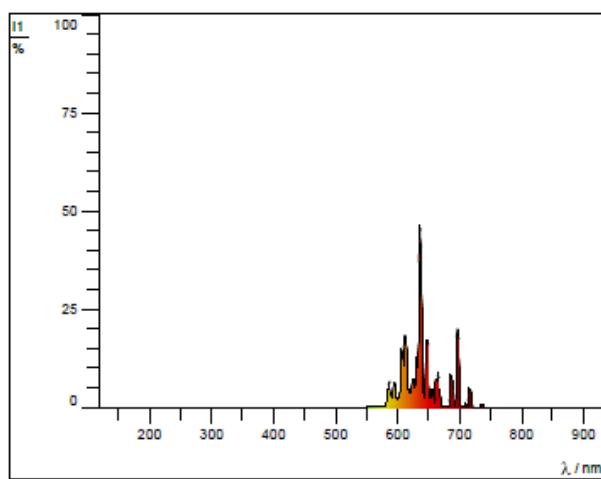
O'ng tomondagi spektrlar qo'shimcha spektral lampalarni o'lchash natijalari hisoblanadi. Bu yerda qayd etilmagan talliyli spektr bor-yo'g'i bitta 535 nm uzunlikka ega yashil rangli chiziqdan iborat. Zarur hollarda, barcha foydalanylган elementlarning spektral ma'lumotlarini, masalan, Milliy standartlar va texnologiyalar instituti atom spektrlari ma'lumotlar bazasidan olish mumkin.



11-rasm: Kadmiyli spektral lampa spektri.



12-rasm: Simobli spektral lampa spektri.



13-rasm: Neonli spektral lampa spektri.

14-LABORATORIYA ISHI. LAZER OPTIKASI QURILMASIDA O'TKAZUVCHI GOLOGRAMMANI OLİSH

Ishning maqsadi

- o'tkazuvchi gologrammani olish
- amplitudaviy gologramma bilan fazaviy gologramma orasidagi farqni va ularga fotoximik ishllov berishdagi farqlarni bilish.
- o'tkazuvchi gologrammani o'zgartirish

Nazariy ma'lumotlar

Fotografiyada obyektning olingan tasviri plyonkada muhrlanadi. Golografiyada esa obyekt sirtidan qaytgan yorug'lik to'lqinlari plyonkada saqlanadi. Plyonkada nafaqt 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 obyektni yoritadi. Obyektdan qaytgan nur plyonkada juda kichik va galma-gal keluvchi interferension tasvirni 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'limgan va uning mavhum tasavvuri hisoblangan, qoramtilr dog'lar, spirallar va xalqalarining 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. Plyonka fotoximiyoviy proyavka (naqshlarni ko'rindigan qilish) qilinishi qanday amalga oshirilishiga qarab, gologrammalar ikki xilga ajratiladi:

1-rasm. Gologramma fotografiyasi



Amplitudaviy gologramma shakllanish jarayonida yuzaga kelgan shaffof va kumush donachalari bilan qoplangan shaffof bo'limgan sektorlardan tashkil topgan. Fazaviy gologrammada hosil bo'lgan qatlama 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 hologramma faza bo'yicha modulyasiyalangan deyiladi. Fazaviy gologrammalarda yorug'lik nuri yutilmaganligi sababli ular amplitudaviy gologrammaga qaraganda ancha ravshanroq. Fazaviy gologrammalarning shu jihatni amaliyatda qo'llanilishining boisidir.

Kerakli asboblar va jihozlar

- 1 lazer optik kursi.....
- 2 chiziqli qutblangan He-Ne lazer.....
- 1 lazerni ushlab turgich.....
- 5 optik asos.....
- 1 nurni boshqaradigan ajratgich.....
- 1 ajratgich uchun ushlab turgich.....
- 1 pylonkani ushlab turgich.....
- 1 namunani ushlab turgich.....
- 2 sferik linzalar, $f=2.7$
- 1 yog'och lineyka.....
- 1 pilot tipli udlinitel.....
- 1 taymer II.....
- 1 kompekt 6 ta kichik patnischa, 1x1 RE.....
- 3 polietilen butilka, 1000 ml.....
- 1 qaychi, 200 mm, o'tkir.....
- 1 gologramma pylonkasi1).....
- 1 jihozlangan fotolaboratoriya.....
- 1 fotografik ximikatlar2).....
- Fazaviy gologrammalarni olish uchun:
 - Temir (III) nitridi, 250 g.....
 - Potash (KBr), 50 g.....
- Qo'shimcha talab qilinadi:
 - 1 tomchili tozalovchi suyuqlik
 - 1 yutgich sirt, masalan qog'oz salfetka
- Qulaylari:
 - 1) Agfa-Gevaert 2NFXQ HOLOFI 8E75 T3 HD NAH
 - 2) Agfa Neutol ishlab chiqaruvchining B/W qog'ozlari, fiksaj: Tetenal Superfix

Texnika xavfsizligi

He-Ne lazeri Germaniya standartlarining 2 sinf lazerlari uchun "O'quv asboblarining xavfsizligi bo'yicha talablar

Lazer, DIN 58126, Bo'lim 6" qanoatlantiradi. Texnika xavfsizligi normalariga ko'ra He-Ne lazer bilan ishlash xavfsiz hisoblanadi. Shu bilan birga quyidagi ehtiyyotlik choralariga rioya qiling:

- Hyech vaqt tushayotgan yoki qaytayotgan lazer nuriga tik qaramang

- Ravshanlik chegarasidan oshmang (ya’ni kuzatuvchi ko’zlarining qamashishini sezmasligi kerak) Ba’zi fotografik ximikatlar agressiv va zaharli hisoblanadi.
- Barcha ehtiyyotlik choralariga rioya qilayotganingizga amin bo’ling. Hamma ximikatlar ximiyoviy paketlarda bo’lishi kerak.
- Himoyalovchi ochki, qo’lqop va ximiyoviy xalat kiying. Foydalanilgan ximiyoviy preparatlar atrof muhitni ifloslantiradi, shuning uchun ularni kanalizasiyaga to’kmang. Foydalanilgan fotografik ximikatlarni maxsus chiqindi sifatida yo’qoting. Dastlabki eslatmalar Sifatli gologrammalar olish uchun aniqlik va batartiblikka rioya qilish talab qilinadi. Atrof muhit va noto’g’ri ishlatilish gogramma olishga xalaqit beradi yoki uning sifatini jiddiy pasaytiradi.

Tashqi ta’sirlar: Ko’p sonli xalaqitlarning ichidan interferensiya maydoni bilan qayd qiluvchi muhit orasidagi nazorat qilib bo’lmaydigan harakatlar asosiy hisoblanadi. Gografiyalash vaqtida obyekt bilan pylonka orasida optik farqning hatto $x/4$ darajaga o’zgarishi ham gogrammaning butunlay yo’qolishi uchun yetarli bo’ladi. Bunday xalaqitlar, masalan, qurilmaning tebranishi yoki havoning ko’tarilishida yuzaga keladi. Quyidagi keltiriladigan tajribada bunday ta’sirlar minimumga keltirilgan, chunki tajriba qurilmasi virasiyani so’ndiruvchi optik stolga o’rnatilgan. Stolning asosi havoli vibroizolyasiyalovchi yostiq ustiga qo’yilgan. Vibrasiyadan juda yaxshi izolyasiya qilinganiga qaramay, gografiya vaqtida interferensiya sohasiga ta’sir qila oladigan darajada kuchli atrofdagi mexanik tebranishlar tajriba qurilmasiga uzatilishi mumkin. Ularni masalan, eshik taqqilab yopilishi, poldagi oyoq qadamlari yoki harakatlanayotgan mashina keltirib chiqarishi mumkin. Bunday ta’sirlar bartaraf qilinishi kerak. Bosim va temperaturaning mahalliy o’zgarishi ham interferension maydonga ta’sir qiladi, chunki bu parametrlar o’zgarganda havoning qaytarish koeffisiyenti o’zgaradi. Ventilyasion sistemalar, havoni tortuvchi vositalar va yaqin atrofdagi radiasiyalar salbiy tashqi ta’sirlar hisoblanadi. Bu ta’sirlar ayniqsa ular ishga tushganda kuchli bo’ladi. Eksperimentatorlarning o’zлari ham havo oqimini yuzaga keltirishi mumkin. Tajriba vaqtida eksperimentatorlar qurilmaga yaqin turmasligi yoki o’tirmasligi va qurilma tarafga nafas olmasliklari kerak. Bu tajriba o’tkazilayotgan xonadagilarning barchasiga taalluqli Bunday ta’sirlar qoplomalardan foydalanilganda bartaraf bo’lishi mumkin. Mexanik tebranishlar yoki havo oqimlari Maykelson interferometri qo’llanilganda osongina fosh qilinishi mumkin. Interferometr ham optik lazer kursiga o’rnatish mumkin (qarang «Maykelson interferometrinin optik lazer kursiga o’rnatish»). Maykelson interferometri ishda qo’llanilayotgan gografiya qurilmasiga nisbatan bunday ta’sirlarga kuchliroq sezgir va u interferension tasvirlardagi siljishlarning sababi aynan shunday xalaqitlar ekanligini ko’rsatadi. Shu sababli eksperimentatorlar uchun atrofdagi faktorlarning ta’sirini baholash juda foydali va muhimdir.

Obyektni tanlash:

Gografiyalash uchun obyektlar yetarli darajada qattiq bo’lishi kerak; mos materiallar, masalan, qattiq plastmassa, yog’och, tosh va sh.k. bo’lishi mumkin.

Boshqa tarafdan tekstil, qog'oz yoki hattoki o'simliklar ham noqulay hisoblanadi, chunki ular golografiya vaqtida yengil siljishi mumkin. Doimiy qo'zg'almas obyektlar tayanch plitada turg'unroq turishi uchun obyektni tutib turuvchi qisgichlardan foydalanib ishonchli qotirilgan bo'lishi kerak. O'yinchoq avtomobilarning ko'pincha prujinali osmasi bo'ladi; bunday obyektlar uchun massiv tayanch plitada obyektni tutib turuvchi uchun tor bo'rtik shunday yasalganki, avtomobillar o'rnatilganda ularning g'ildiragi yuzada qoladi. Lazer nurining to'liq quvvatidan foydalanish uchun, qoramtr obyektlar yorqin bo'yoq bilan bo'yalishi kerak Optik komponentlarga ishlov berish Yuqorikontrastli interferension hodisalar sferik linzalardagi chang zarrachalaridan, qirilgan joylardan yoki barmoq izlaridan va nurni boshqaradigan ajratgich bilan noto'g'ri munosabatda bo'lish sababli ham yuzaga kelishi mumkin. Yorug'lik bu nuqsonlarda difraksiyalanadi va natijada gologrammadagi difraksiyaning maksimumiga mos keluvchi sohalar ortiqchalanishi, difraksiyaning minimumiga mos keluvchi sohalar esa pastroqlanishi yuz beradi. Bu esa gologrammaning sifatini pasaytiradi. Shunday qilib, optik komponentlarga juda e'tibor bilan ishlov berilishi va ular toza saqlanishi zarur. Sirtlarga buzuvchi ta'sir qiluvchilardan chetlaning yoki ochiq qo'llingiz bilan komponentlarga tegmang. Siz iflos linzalarni tutib turgichdan ajratib olishingiz va toza hamda yumshoq mato bilan sayqallashingiz yoki maxsus qog'oz bilan linzani tozalashingiz mumkin. Optik komponentlarga ishlov berishdan oldin mos instruksiya varaqlarini diqqat bilan o'qib chiqish kerak.

Tajriba xonasiga qo'yiladigan talablar

Tajribalar yetarli darajada qorong'u, vibrasiyalardan xoli va temperaturasi doimiy xonada o'tkazilishi kerak. Bundan tashqari, lazer uchun ta'minlash manbasi va qorong'u xonada ishlash uchun lampa hamda yakuniy yuvib tozalash uchun oqar suv va mustahkam, uncha baland bo'limgan kursi yoki stol bo'lishi zarur.

Tajribaga tayyorgarlik

Plyonkani qirqish:

Plyonka to'lqin uzunligi 505 nm bo'lgan yorug'lik nuriga o'ta sezgir bo'lganligi sababli, qorong'u xonada mo'ljalni olish uchun ochiq yashil yoki to'q yashil (yoki zangori yashil) lampadan foydalanish kerak Plyonka bevosita nur bilan yoritilmasligi kerak. Plyonkaning qaysi tarafi yorug'lik nuriga sezgir qatlam bilan qoplanganini belgilab oling! Plyonkaning chetida o'yiq bor. Bu o'yiq pastda chapda yoki yuqorida o'ngda bo'lsa, qoplangan taraf sizga nisbatan plyonkaning orqa tarafida bo'ladi. Batartib, diqqat bilan, bu qatlamni shikastlantirmay ishlang. Plyonkaning materiali o'lchamlari 10.2 sm x 12.7 sm bo'lgan qoplangan plastikli list (listli plyonka) iborat bo'llib undan zarur o'lchamni qirqib olish kerak.

- Butunlay qorong'u sharoitda yorug'lik o'tkazmaydigan paketdan kerakli sondagi listlarni chiqarib oling va plyonkaning saqlanish muddatini oshirishga imkon beradigan salqin joyda saqlash uchun paketni puxtalik bilan berkiting.
- Plyonkadan 1 mm aniqlikda o'lchamlari 42 mm x 51 mm bo'lgan qismini kirqib olish uchun flomaster yordamida plyonkaning kerakli joylariga belgilar qo'ying

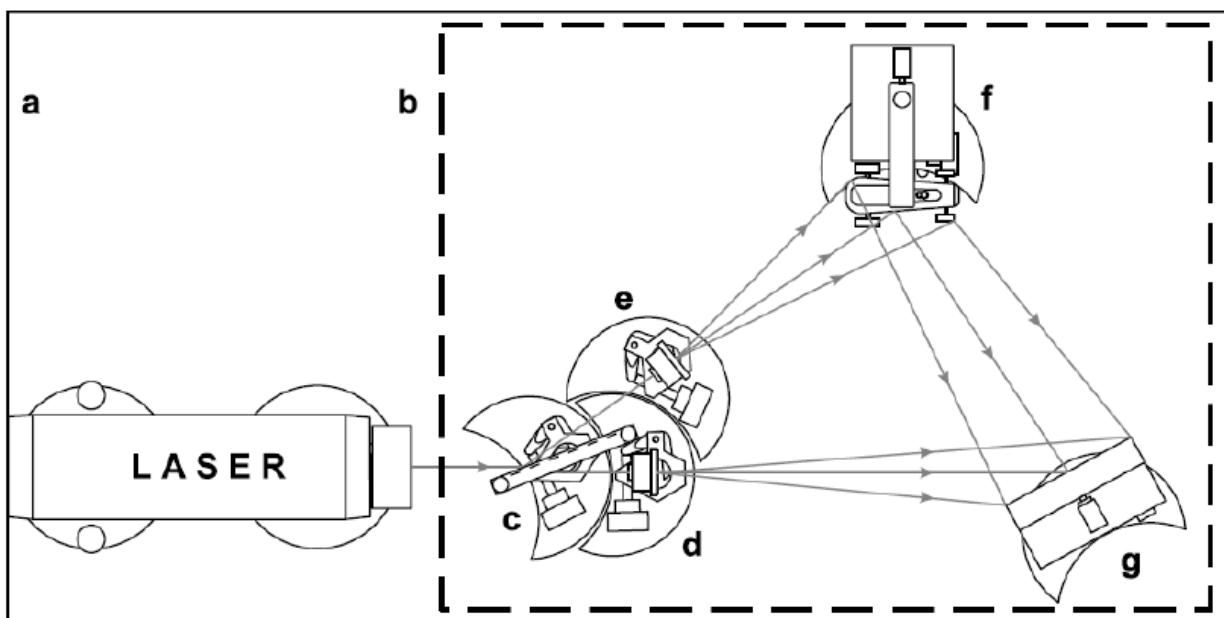
(«Lazer optikasi asboblari» instruksiyasiga qarang). Kerakli o'lchamda qirqib olingen pylonkaning bo'lagini mutloq yorug'lik o'tkazmaydigan konteynerda saqlash kerak(shu bilan birga pylonkaning old tomoniga belgi qo'yish kerak) va undan bir hafta ichidayoq foydalanish zarur.

Fotografik ximikatlarni tayyorlash:

- Ximiyoiy idishlarni(polietilen butilkalar) to'liq tozalang.
- Proyaviteli alohida butilkada ishlab chiqaruvchi zavod instruksiyasiga muvofiq tayyorlang va ma'lum qismini mos keluvchi plastikli vannachaga qo'ying.

Fazaviy gologrammalarni olish:

- Oqartiruvchi vannaga 100 g temir (III) gidrooksid nitratini soling. Keyin boshqa butilkaga 30 g kaliy bromidi solib, 1 l suv (imkonni bo'lsa, distillirlangan suvdan foydalaning) quying va uning qandaydir qismini plastik vannaga quying. va/yoki amplitudaviy gologrammalarni olish uchun:
 - Alohida butilkada ishlab chiqaruvchi zavod instruksiyasiga muvofiq tarzda fiksaj tayyorlang va uning ma'lum qismini mos keladigan plastikli vannaga quying.
 - Boshqa vannani suv bilan to'ldiring (mustahkamlovchi vanna)
 - Yana bir vannani suv bilan to'ldirib, tozalovchi suyuqliq qo'shing (faqat bir tomchi)
 - Bitta vannani yakuniy tozalab yuvish uchun oqar suv oldiga joylashtiring.
 - Har bir vannachaga tarkibiga muvofiq yorliq biriktiring.



2-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 turgich g Pylonkani ushlab turgich Tajriba qurilmasi Optik komponentalari joylashgan lazer optik tayanch plita

2-rasmida keltirilgan. Qurilmani sozlash uchun quyidagi bosqichlarni bajaring(barcha komponentlar ushlab turgichlarda mustahkam o'rnatilganiga amin bo'ling!). 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 gorizontal qilib mustahkam laboratoriya kursisiga joydashtiring.
- Lazerni ushlab turgichga o’rnating.
- Lazerni iloji boricha tayanch plitaning chap chetiga yaqin shunday joylashtiringki, qurilmani qoplashni muammosiz amalga oshirish imkon bo’lsin.
- Lazerni pilot tipli udlinitel bilan ulang va uni o’chiring
- Lazerni ushlab turgichdagi sozlash vintlarining uchta kontrgaykasini bo’shatning.
- Sozlash vintlaridan foydalanib lazer balandligini va qiyaligini shunday moslashtiringki, nur amalda gorizontal va tayanch plitaga nisbatan taxminan 75 mm balandlikda yo’nalsin (bu yerda keying sozlashlar uchun yetarli imkoniyatlar bor). Oraliqni lineyka bilan o’lchang.
- Kontrgaykalarni qotiring. Nurni boshqaradigan ajratgich:

Eslatmalar:

Lazer nurining nurni boshqaradigan ajratgichga tushish burchagi qancha katta bo’lsa, tajribada obyekt shunchalik lazerga yaqin joylashtirilishi mumkin (lazer quvvatidan eng yaxshi foydalanish). Biroq, o’tuvchi asosiy nur nur ajratgichning qarama-qarshi tarafidan chiqishi kerak (old tarafidan emas!). ur ajratgichda keng polosali anti qaytaruvchi qoplama bo’lishiga qaramay, nurning ko’p marotaba qaytishi tufayli, asosiy nurga qo’shimcha parazit nurlar yuzaga keladi; ammo ular linzani ushlab turgich bilan ekranlashmagan. Nur ajratgichning ajratish nisbati uning kengligi bo’yicha o’zgaradi. Siz ikki nur tashkil etuvchilarining intensivliklari nisbatini nur ajratgich perpendikulyarini orginal lazer nurida siljитish orqali o’zgartirishingiz mumkin. Obyektda katta energiya yo’qotilishi mumkin bo’lganligi uchun sust qaytish ham tarqalishi kerak. Siz eng boshdanoq ajratish nisbatini obyekt nuri foydasiga o’rnatishtiringiz kerak.

- Nur ajratgich lazer nurini gorizontal ajratayotganini tekshiring. Buning uchun ushlab turgich bilan birgalikda nur ajratgich bilan optik asosni lazer optic 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.
- 1-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 imkon 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:

Eslatma: Tayanch nurlarning sifati gologrammaning sifati uchun o'ta muhim. Masalan, tayanch nur iloji boricha difraksion buzilishlardan xoli bo'lishi kerak. Bunday buzilishlar yomon yustirovka, linza yuzasining yoki nur ajratgichning iflosligi yoki shikastlari sababli yuzaga kelishi mumkin.

- 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'rnating. Optik asosdagи o'yiplardan foydalaning.

- Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'naliishiga perpendikulyar tarzda ehtiyoitkorlik bilan siljitim 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'rnating. Optik asosdagи o'yiplardan foydalaning.

- Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'naliishiga perpendikulyar tarzda ehtiyoitkorlik bilan siljitim 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'rindi.

Aniq sozlash:

- Lazerni chiqish quvvati 1 mVt li holatga o'zgartiring va nur kengaygan qisman nurlarning yo'lini va sifatini tekshiring. Zarurriyat 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 obyektdan 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'naliishi tarafdan siljiting va butun sistemani qayta sozlang. Agar, o'tkir tushish burchagi sababli o'tuvchi lazer nuri maqbul ajralish nisbatida nur ajratgichning qarama-qarshi tomoni o'rniga xira shisha tomonida namoyon bo'lsa:

- Nur ajratgichni uni ushlab turgichga 180° 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’lqop 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 eksposiziya vaqtida vibrasiyalanishini oldini olish uchun ta’minalash kuchlanishini lazerning ulab uzgichi bilan emas, balki pilot tipli udlinitelning asosiy ulab uzgichi yordamida uzing. Plyonkani ushlab turgich asosini(g) turg’unlashtirish uchun barmoqlaringizdan foydalaning va tajriba qurilmasida plyonkani ushlab turgichni ehtiyyotlik 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 o’rnatganigizda plyonkaning qoplangan tarafi obyekt tomoniga qarasin.
- Qisgichni berkitib plyonkani batartib ushlab turgichga mahkamlang.
- Plyonkani ushlab turgich asosining turg’unligini ta’minalash uchun yana barmoqlaringizdan foydalaning va plyonkani ushlab turgichni tajriba qurilmasiga o’rnating.
- Qoplamani yoping.

Eksposiziya: Eksposiziyaning optimal vaqtı lazer nurining obyektdan sochilishiga va gologramma tipiga bog’liq va u tajriba yo’li bilan aniqlanishi kerak. Lazer nurlanishi quvvati 1 mVt bo’lganda fazaviy gologrammalar uchun eksposiziya vaqtı taxminan 5 s dan 15 s gacha va bu vaqt qo’pol yaqinlashish sifatida qabul qilinishi mumkin. Amplitudaviy gologrammalar uchun eksposiziya vaqtı taxminan uch-to’rt marta qisqaroq. Ko’kimtir filtrlardan foydalanilganda $0,2 \text{ mVt}$ lazer quvvati chegarasiga erishiladi, bunda gologramma sifati yomonlashadi, keyinchalik qo’shimcha aralashish hodisalari sababli va eksposiziya vaqtı taxminan besh marta oshiriladi.

- Plyonka va qurilmadagi zo'riqishlar so'nishiiga imkon berish uchun taxminan besh minut kuting.
- Ekspozisiya vaqt davomida plyonkaning sirtidagi interferension tasvirni o'zgartira olishi mumkin bo'lган ortiqcha hyech narsa qilmang.
- Pilot tipli udlinitel orqali lazerni ulab, uzib qurilmani qimirlatmasdan (masalan: ta'minlash 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 ehtiyyotlik bilan ushlang.

Plyonkaga ishlov berish

Agar siz ekspozisiya vaqtini tug'ri tanlasangiz proyavkadan keyin fazaviy gologrammalar to'q ko'kintir, amlitudaviy gologrammalar esa och ko'kintir tuyuladi. Tajribali golografistlar proyavka vaqtini o'zgartirib, optimal natijaga erishishadi. Eski yoki ishlatalgan proyavitellardan foydalanish ko'proq vaqtini oladi, chunki ximiyoviy reagentlar faolsizroq bo'lib qoladi.

- Pinsetdan foydalanib, plyonkaning bir burchagidan ushlang va uni proyavitelta 60 s davomida chayqaltiring.
- Proyavkani plyonkani suvli vannada (mustahkamlovchi vanna) 2 minut davomida chayqash bilan to'xtating. Endi yorug'likni sezish fazasi tugadi va siz agar zarur bo'lsa, normal chiroqni yoqishingiz mumkin.
- Fazaviy gogrammani olish uchun plyonkani oqartuvchi vannada to uncha katta bo'lмаган qoramtilsohalar ko'rinnmaguncha, taxminan 5 minut cho'ktiring va ba'zida chayqang va turib qolishiga yo'l qo'y mang.
- Amplitudaviy gogramma 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 solingen suvda chayib olish kerak. Bu narsa plyonka qurishi vaqtida dog'chalar yuzaga kelishini bartaraf qiladi.
- Gogrammani tik holatda yoki plyonkani absorbsiyalovchi taglik ustiga qo'yib quriting
- Pinsetlarni suv bilan tozalang.

Sifatni baholash

Quritib bo'linganidan keyin siz tayyor gogrammani tiklashingiz mumkin. Buning uchun plyonkani ushlab turgichga gografiya jarayondagi oriyentasiyasi qanday bo'lsa, xuddi shunday qilib joylashtiring. Shundan so'ng plyonkani ushlab turgichni qayta qurilmaga o'rnating va obyektni oling. Lazer ulansa, obyektning uch o'lchamli tasviri namoyon bo'lishi kerak. Agar tiklangan gogramma yetarli darajada ravshan bo'lmasa, siz nurni ajratgichdagi ajratish nisbatini o'zgartirib yoki uni qurilmada siljiti uning ravshanligini oshirishingiz mumkin. Bunday usul faqat

past ravshanlikli amplitudali gologrammalar uchun tegishli. Parallel siljishlarni kompensasiyalash uchun lazerni qayta sozlash talab qilinishi mumkin.

Qo'shimcha ma'lumot

Fazaviy gologrammalar mahkamlangan amplitudali gologrammalarga nisbatan yorug'likka sezgirroq va ular tezroq rangsizlanadi. Ularning past turg'unligini vannada 1 1 suvdagi 2.5 gramm kaliy yodid eritmasida ishlov berish orqali yaxshilash mumkin. Bunday jarayon gologrammalarga ochroq sariq tus beradi.

15-LABORATORIYA ISHI. QUTUBLAGAN YORUG'LIKNI QONUNYATLARINI O'RGANISH. $\lambda/2$ VA $\lambda/4$ PLASTINKADAGI QUTUBLANISH QONUNYATLARI.

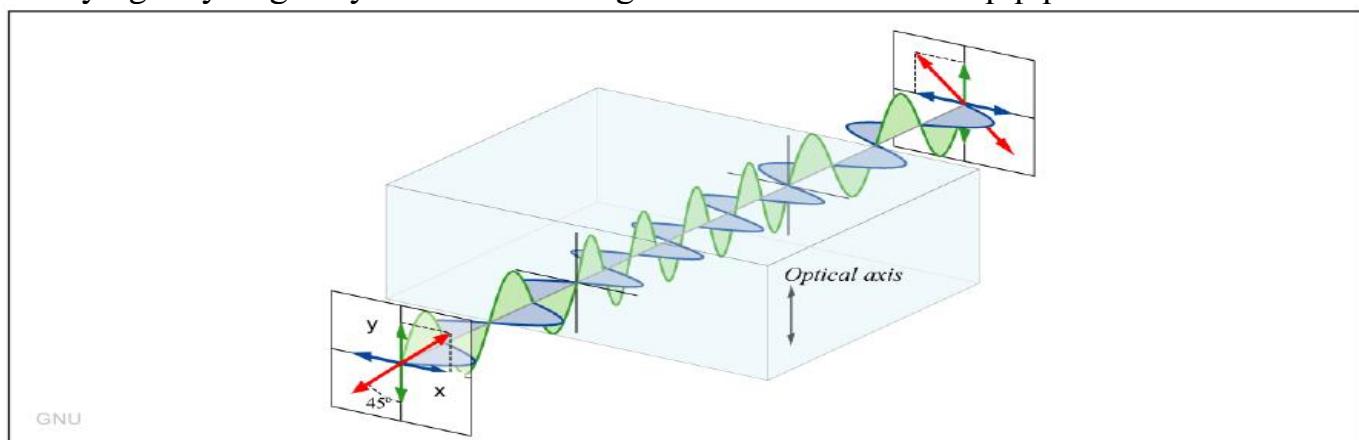
Tajribaning maqsadi

- Qutublagan yorug'likni qonunyatlarini o'rganish.
- $\lambda/2$ va $\lambda/4$ plastinkadagi qutublanish qonunyatlari.

Umumiy ma'lumotlar

To'lqin plastinka yoki sekinlashtirgich optik qurilma bo'lib, u undan o'tayotgan yorug'lik nurining qutublanish 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 qutublanishi to'lqin plastinkalar optik o'qi bilan tushayotgan yorug'lik yo'nalishi orasidagi turli burchaklarda tadqiq qilinadi.



Rasm.1: Yarim to'lqin plastinka sxemasi.

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.

Kerakli asboblar va ashyolar

2 Chorak to'lqin plastinka	472 601
1 Yarim to'lqin plastinka.....	472 59
2 Polyarizasion filtr.....	472 401
1 Sariq yorug'lik filtri.....	468 30
1 Kremniyli fotoelement STE 2/19.....	578 62
1 Almashinadigan elementlar uchun tutqich.....	460 21
1 Multimetr METRAH Pro.....	531 282
1 Yarim shaffof ekran	441 53
1 Standart kesimli optik kursi 1 m	460 32
7 Optik nasadka 60/34.....	460 370
1 Galogen lampa 12 V, 50/90 Vt.....	450 64
1 Galogen lampa 12 V / 90 Vt	450 63
1 Tasvir uchun polzunok.....	450 66
1 Aylantirgich 2 12 V, 120 Vt.....	521 25
2 Juft sim 100 sm, qizil/ko'k.....	501 46

Tajriba qurilmasi

Rasm. 2 da 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) konsentrasiyalanadi 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 (Rasm.2 da punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan) issiqlikdan saqlovchi filtr qo'llanilishi mumkin.

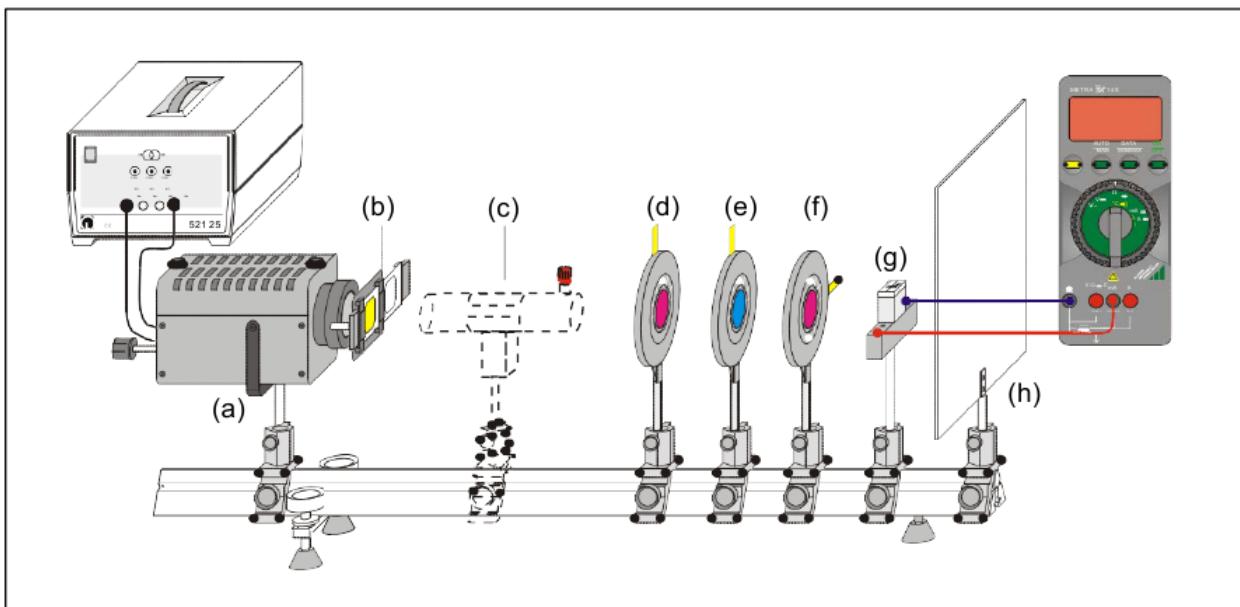
Optik yustirovka:

- Lampa korpusiga kondensor va tasvir uchun polzunokni mahkamlang va akslantiruvchi ko'zguli galogen lampani (a) o'rnating.
- Tasvir uchun polzunokdagi issiqlik filtri oldiga sariq yorug'lik filtrini qo'ying.
- Optik kursiga polyarizator, $\lambda/4$ - plastinkani va analizatorni Rasm.2 da keltirilganidek o'rnating. Polyarizator va galogen lampa orasidagi masofa taxminan 20 dan 30 sm gachani tashkil qiladi.
- Kremniyli fotoelementni analizator orqasiga o'rnating 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: Rasm.2 da tasvirlangan yarim shaffof ekran, tajribani sifatli bajarish uchun qo'llaniladi.

- Fototokni o'lchash uchun kremniyli fotoelementni multimeter bilan qizil-ko'k kabel juftligi orqali ulang.

Izoh: fototok yorug'lik intensivligiga proporsional. Yorug'lik intensivligi elektr maydoni vektori kvadratiga proporsional $I \sim E^2$.



Rasm. 2: Chiqayotgan yorug'likning qutblanish turini o'rganish uchun tajriba qurilmasi (soddalashtirilgan) (a) galogen lampa (d) polyarizator (g) kremniyli fotoelement (b) tasvir uchun polzunok filtr bilan (e) $\lambda/4$ yoki $\lambda/2$ to'lqin plastinka (h) yarim shaffof ekran (c)issiqlikdan himoyalovchi filtr (f) analizator

Texnika xavfsizligi bo'yicha eslatmalar

Ish davomida turli filtrlar qizib ketib shikastlanishiga yo'l qo'y mang.

- Qutblovchi filtrni to'g'ridan-to'g'ri yorug'lik manbasining oldiga o'rnatmang. Diaxronik polimer plyonkaning qizib shikastlanishini oldini olish uchun issiqlikdan himoyalovchi filtdan foydalaning
- Folga qizib ketish natijasida ikki marta sindirishni oldini olish uchun chorak to'lqin yoki yarim to'lqin plastinkalarni bevosita issiq yorug'lik manbasi oldiga o'rnatmang.

Tajribani o'tkazish

a) Chorak to'lqinli plastinka

- Chorak to'lqin plastinkani olib tashlang va polyarizatorni nol holatga o'rnating
- Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida -90° dan 90° gacha diapazonda o'lchang.
- Optik kursidagi polyarizator bilan analizator oralig'iga chorak to'lqin plastinkani o'rnating
- 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'lqinli plastinka

- Polyarizatorni nol holatga o'rnating

- Optik kursidagi polyarizator bilan analizator oralig'iga yarim to'lqin plastinkani o'rnatning.

- 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'lqin plastinka bir xil oriyentasiyali ikkita chorak to'lqin plastinka bilan ham almashtirilishi mumkin.

Tajriba namunasi

Jadval 1 va Jadval 2 da natijalar mujasamlashgan. Infraqizil nurlanishning muqarrar fonoviy signali sababli, olingan natijalar to'g'irlandi. a) Chorak to'lqin plastinka Jadval 1: Tokning analizator holati α funksiyasi sifatida chorak to'lqin plastinkaning turli holatlari ϕ uchun o'lchangan qiymatlari. (Izoh: ikkinchi ustun – chorak to'lqin plastinkasiz o'lchovlar).

Holat Φ	–	0°	30°	45°	60°
$\frac{\alpha}{\text{град}}$	$\frac{I}{\mu\text{A}}$	$\frac{I}{\mu\text{A}}$	$\frac{I}{\mu\text{A}}$	$\frac{I}{\mu\text{A}}$	$\frac{I}{\mu\text{A}}$
-90	0.2	0.0	29.0	39.4	31.2
-80	4.0	3.2	24.2	39.4	37.7
-70	11.9	11.2	20.8	39.7	44.2
-60	24.0	21.7	19.5	39.7	49.7
-50	37.1	35.2	20.7	39.7	54.4
-40	51.2	48.9	24.2	39.4	57.4
-30	64.5	61.2	29.2	39.2	58.0
-20	74.2	70.9	35.4	38.5	56.2
-10	80.5	76.7	41.7	38.2	52.0
0	83.2	78.2	47.8	37.7	46.4
10	81.4	75.7	53.2	37.2	39.7
20	74.0	68.5	56.2	37.2	33.3
30	62.5	57.4	57.2	37.2	27.1
40	49.2	43.9	56.2	37.7	22.4
50	34.2	33.2	52.7	38.2	19.6
60	21.2	18.4	47.4	38.2	19.2
70	9.7	8.4	41.2	38.4	20.9
80	3.0	1.7	34.7	39.0	25.1
90	0.7	0.0	28.7	39.2	30.5

a) Yarim to'lqin plastinka

Jadval 2. Tokning analizator holati α funksiyasi sifatida yarim to'lqin plastinkaning turli holatlari ϕ uchun o'lchangan qiymatlari.

Holat. ϕ	30°	45°	60°
α grad	I μA	I μA	I μA
-90	0.0	71.9	56.1
-80	3.5	69.1	43.9
-70	11.7	63	31.7
-60	23.4	52.9	19.3
-50	35.6	42.1	9.5
-40	48.6	29.4	2.4
-30	60.3	17.7	0
-20	69.6	8.0	2.0
-10	74.5	1.9	8.4
0	75.0	0.0	18.8
10	72.0	2.8	30.8
20	64.6	9.9	43.2
30	53.5	19.4	55.3
40	40.8	31.4	64.4
50	28.6	43.9	70.9
60	16.5	54.9	72.8
70	6.8	63.8	70.6
80	1.3	69.7	64.6
90	0.2	71.3	54.8

Natijalar va ularning tahlili

a) Chorak to'lqin plastinka E_0 polyarizatordan chiqayotgan elektr maydoni vektorining amplitudasi va ϕ polyarizator bilan chorak to'lqin plastinkaning orasidagi burchak hisoblanadi. t vaqtdagi nurni ikki tashkil etuvchisining holati quyidagicha ifodalanadi:

$$E_1(t) = E_0(t) \cdot \sin\phi \cdot \sin\omega \cdot t$$

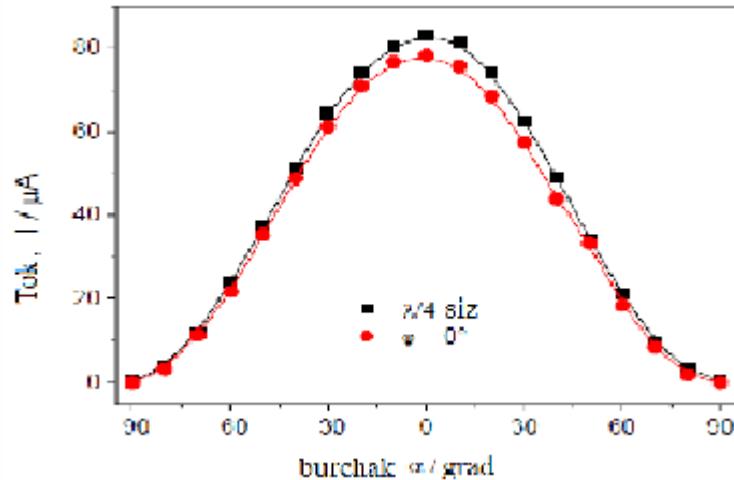
$$E_2(t) = E_0(t) \cdot \cos\phi \cdot \sin\omega \cdot t$$

Ikki marta sindiruvchi chorak to'lqin plastinka holida qalinlik ikki nuring orasida $\lambda/4$ yo'l farqini yuzaga keltiradi(ya'ni $\pi/2$ fazalar farqini). Chorak plastinkadan chiqqan

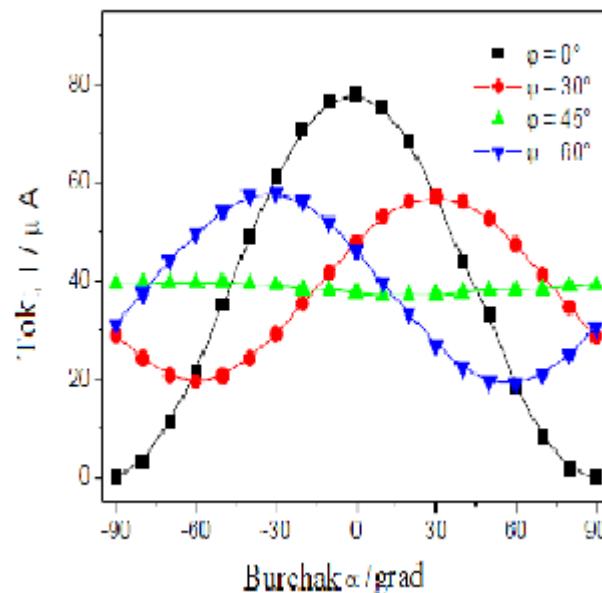
nurlar bitta nurga birlashadi va ular parametrik tenglamalar bilan quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$E_1(t) = E_0 \cdot \sin\phi \cdot \sin\omega \cdot t$$

$$E_2(t) = E_0 \cdot \cos\phi \cdot \sin\omega \cdot t$$



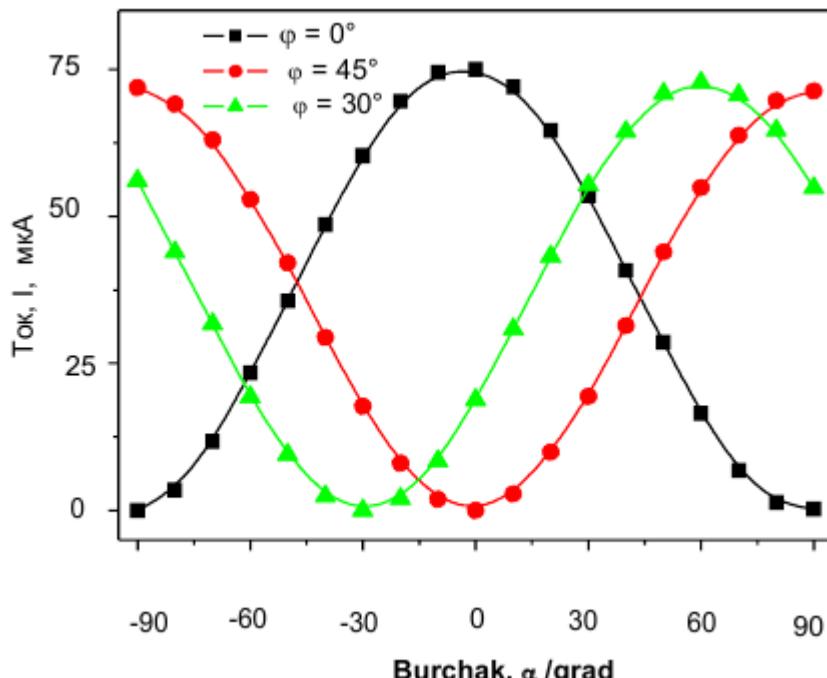
Rasm 3: I tok analizator o’rni α funksiyasi sifatida: Chorak to’lqin plastinkasiz (qora) va chorak to’lqin plastinkasi bilan (qizil) $\phi = 0^\circ$ holatda. Uzluksiz chiziqlar ko’z chamasi bilan o’tkazilgan



Rasm.4 Chorak to’lqin plastinkaning turli ϕ holatlari uchun I tok analizator o’rni α funksiyasi sifatida: Uzluksiz chiziqlar ko’z chamasi bilan o’tkazilgan

b) Yarim to’lqin plastinka Yarim to’lqin plastinka (yoki bir xil oriyentasiyali ikkita chorak to’lqin plastinka) uchun tajriba natijalari Rasm.5 da keltirilgan. Yarim to’lqin plastinka yassi qutblangan yorug’lik keltirib chiqaradi. Yarim to’lqin plastinkaning turli ϕ holatlari uchun faqat tekislik o’zgaradi. Masalan, agar yarim to’lqin plastinkaning

holati taxminan 45° ga o'zgarsa, unda qutblanish tekisligi taxminan 90° ga o'zgaradi. Maksimal va minimal qiymatlar o'zgarmaydi. Chorak to'lqin plastinkadagi olingan tajriba natijalardan farqi mana shu hisoblanadi.



Rasm. 5: Yarim to'lqin plastinkaning turli holatlari uchun I tok analizator α holatining funksiyasi sifatida. Uzluksiz chiziqlar ko'z bilan chamalab chizilgan.

Qo'shimcha ma'lumotlar

Dispersiya sababli to'lqin plastinka fazalar farqini beradi va bu farq yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq. To'lqin plastinkalar ma'lum to'lqin uzunligi diapazonida ishlash uchun yaratilgan. Bu yerda qo'llanilayotgan to'lqin plastinkalar sariq yorug'lik uchun eng yaxshi fazalar farqini beradi. Spektrning ko'rinvchan sohasidagi o'rtamiyona

dispersiya sababli chetlanishlar uncha katta emas. To'lqin plastinkalar yorug'lik perpendikulyar tushganda eng yaxshi samara beradi. Yorug'lik nurining uncha katta bo'limgan taralishi tajriba natijalariga ta'sir qilmaydi. Polyarizatordan va chorak to'lqin plastinkadan foydalanish bo'yicha qo'shimcha ma'lumotlarni 472 60 instruksiyadan topishingiz mumkin.

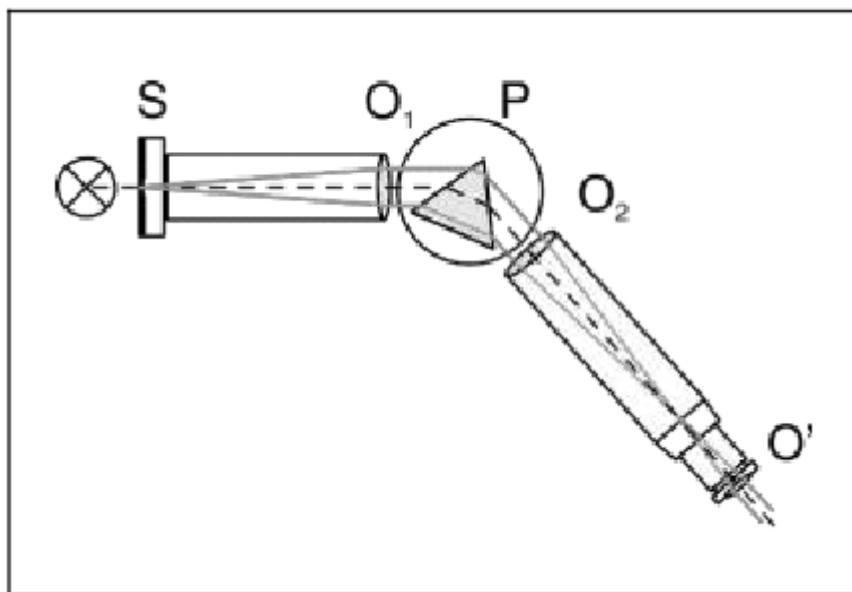
16-LABORATORIYA ISHI. PRIZMALI SPEKTROMETR YORDAMIDA INERT GAZ VA METAL PARLARINING CHIZIQLI SPEKTRINI O'RGANISH.

Tajribaning maqsadi

- Spektrometr prizmasini sozlash.
- He-lampa bilan spektrometr prizmasini kalibrash.
- "No'malum" chiziqli spektrni o'lchash.
- «No'malum» yorug'lik manbaini aniqlash.

Umumiy ma'lumotlar

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. Prizmali spektrometrda kengligi va balandligini o'zgatirish mumkin bo'lgan vertikal tirkishdan S chiqqan yorug'lik sochilgan holda tarqaladi va O₁ obyektivning linzasiga tushadi: tirkishdan ungacha bo'lgan masofa uning fokus masofasiga ekvivalent(Rasm.1 ga qarang). Tirkish va linza birgalikda kollimatorni tashkil qiladi. Obyektivdan keyin, yorug'lik parallel dasta sifatida R prizmaga tushadi, ya'ni prizmaga barcha nurlar bitta burchak ostida tushadi. Prizma yorug'likni sindiradi va har bir to'lqin uzunlikli nur turli burchakka og'adi. Va nihoyat, ikkinchi O₂ obyektivning linzasida ma'lum to'lqin uzunlikli barcha parallel nurlar fokuslanib, obyektivning fokal tekiligida S tirkishning obrazini hosil qiladi.



Rasm. 1 Prizmali spektrometrda nurning yo'li

Shunday qilib, toza spektr fokal tekislikda shakllanadi va bizuni O' okulyar yordamida kuzatishimiz mumkin. O₂ obyektivlinza va O' okulyar birgalikda fokuslanishi cheksiz bo'lgan astronomik teleskopni tashkil qiladi. Prizma shunday o'rnataladiki, spektrning o'rtacha to'lqin uzunliklari (500 - 600 nm ga yaqin) uchun nuring 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'rnatalgan. Teleskop burilganda, okulyar fokal tekisligida joylashgan okulyar kesishma viziri alohida spektral chiziqlarda bo'ladi. Burchakni va shu bilan chiziqlarning nisbatan o'rmini o'lchash uchun, teleskop graduirovka

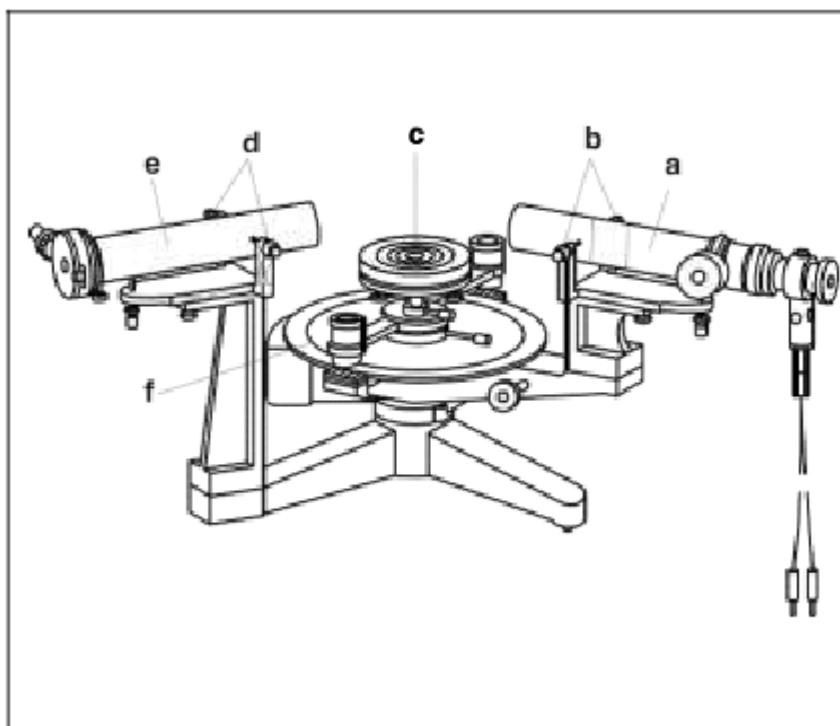
aylanasi bilan birgalikda(disk shkalasi yarim gradus bo'linmalari bilan) goniometr bilan ta'minlangan. Nonius chiziqlar o'rnnini burchak minuti darajasi aniqligida o'lchashga imkon beradi. Sindirish ko'rsatgichi n bilan to'lqin uzunligi λ orasidagi bog'lanish chiziqli emas. Agar no'malum yorug'lik manbaining to'lqin uzunligini prizmadan o'tishdagi og'ish bilan aniqlansa, spektrometrni oldin kalibrlash kerak. Bunga spektral chiziqlari spektrning to'liq ko'rinvchan sohasida taqsimlangan va ma'lum bo'lgan lampa yordamida erishiladi. Olingan kalibrlash egriligidan foydalanib, no'malum yorug'lik manbaining mos to'lqin uzunliklariga tegishli spektral chiziqlarni aniqlash mumkin.

Asboblar va jihozlar

1 Spektrometr and goniometr	467 23
1 Spektral lampa He, pin kontakt	451 031
1 Spektral lampa Cd, pin kontakt	451 041
1 Korpus pin kontakt bilan spektral lampa uchun	451 16
1 Universal drossel, 230 V, 50 Hz	451 30
1 Transformator, 6 V AC, 12 V AC	562 73
1 Taglik, kichik, V-simon	300 02

Qo'shimcha qo'llaniladigan:

1 Spektral lampa Ne, pin kontakt	451 011
1 Spektral lampa Hg/Cd, pin kontakt.	451 071
1 Spektral lampa Ti, pin kontakt..	451 081
1 Spektral lampa Na, pin kontakt	451 111



Rasm. 2 Spektrometr

a Teleskop b Kollimatorni siljитish uchun sozlash vinti, c Prisma stoli , d Teleskopni siljитish uchun sozlash vinti , e Kollimator , f Spektrometrning asosiy qurilmasi,

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.

- Teleskopni (a), prizma stolini (c), va trubka tirqishini (kollimator) (e) gorizontal yo'nalishda ko'z bilan chamalab to'g'rilang (Rasm.2 ga 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. Teleskopni cheksizlikka fokuslash:

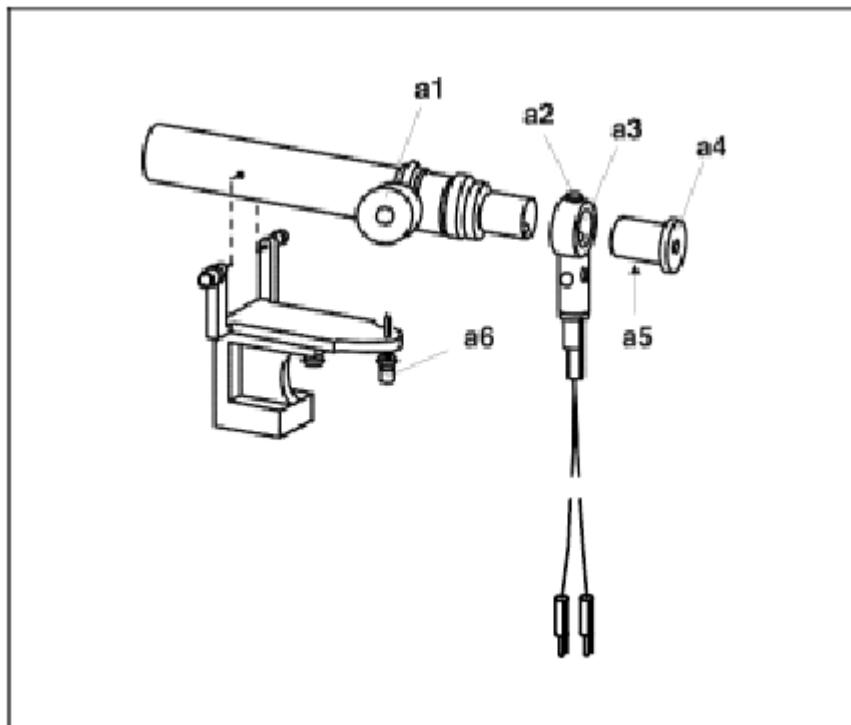
Izoh: Ko'rishida muammosi bor eksperimentatorlar, teleskop orqali uzoqdagi obyektlarni yaxshi ko'radi; lekin bu holat teleskop cheksizlikka aniq o'rnatilganidan dalolat bermaydi. Bunga qaramasdan, shu eksperimentatorning o'zi kollimator va teleskopni korrektirovka qilsa, aniq o'lchashlarni amalga oshirishi mumkin. Agar boshqa eksperimentatorlar spektrlarni kuzatishni hohlashsa, okulyarni (a4) siljитish yo'li bilan fokusirovka bajarilishi mumkin.

- Okulyarni chiqarib oling (a4), yorug'lik manbaini (a3) teleskopga o'rнating va yorug'lik manbai uchun teshigini pastga qaratib okulyarni qayta o'rнating (Rasm. 3 ga qarang). Trubkadagi okulyarni siljитish (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.

Yorug'lik manbaini sozlash:

Teleskopni kollimatorga yo'naltiring (tirqishni bir oz oching). Yoritish mabaini (a3) $U = 6$ V kuchlanishga ulang. Qotiruvchi vintdan (a2) foydalanib, yoritish qurilmasini, okulyar holatini o'zgartirmasdan, teleskopga shunday joylashtiringki, tirqishning ichi yaxshi yoritilsin. Texnika xavfsizligi bo'yicha ko'rsatmalar Yoritish sistemasidagi He-lampa uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan oshirmsaslik kerak ($U_{max} = 8$ V). Ish vaqtida spektral lampa va korpus nihoyatda qizib ketadi. Lampani almashtirishdan oldin uning sovushini kuting



Rasm. 3 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'rinnagan) , a6 teleskopni balandlik bo'yicha sozlash vinti

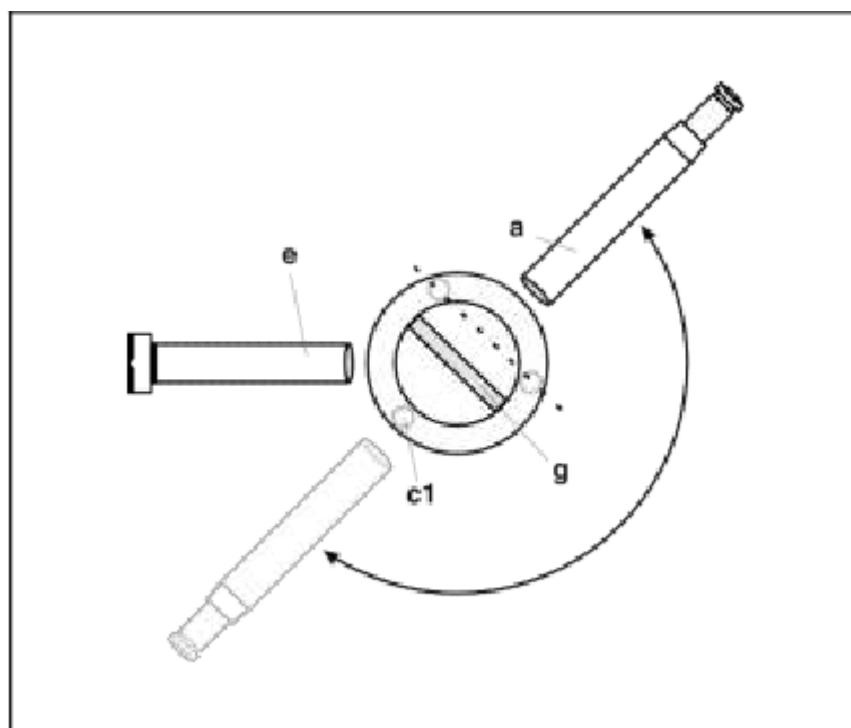


Fig. 4 Spektrometr yassi shisha plastina bilan birgalikda a teleskop, c1 prizma stoli uchun vintlar, e Kollimator, g yassi shisha plastina tutgichda

Teleskop optik o'qini spektrometr o'qiga perpendikulyar yustirovka qilish:

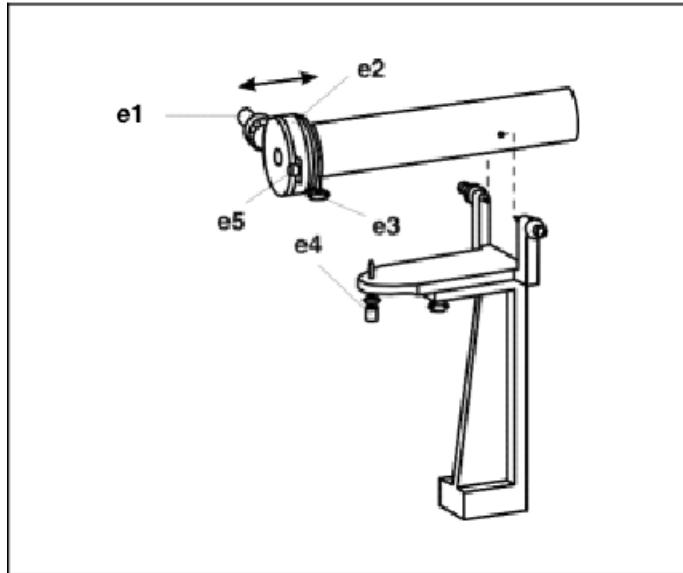
Yassi shisha plastinani prizma stoli markazidagi tutgichga (g), kollimatorga(e) nisbatan 45° burchak ostida shunday joylashtiringki, prizma stolining ikki sozlash vintlari

bo'yicha o'tkazilgan (faraziy) chiziq yassi shisha plastinaning yon tomoni sirtiga parallel bo'lsin (Rasm.4 ga qarang). Teleskopni (a) yassi shisha plastinaning biror bir yon qirrasiga perpendikulyar qilib shunday to'g'rilingki, vizir kesishma shu sirtda akslansin. Gorizontal vizirni uning aksi bilan mos keladigan qilib sozlang. Bu sozlashni to'g'ri amalga oshirish uchun, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (Rasm.3) orqali, boshqa yarim farqni esa prizma stolini o'rnatish vinti (c1) orqali bajaring. Bu ikki amalni gorizontal vizir va uning ko'zguli tasviri yassi shisha plastinadan ikki tarafda ham mos kelmaguncha takrorlang:

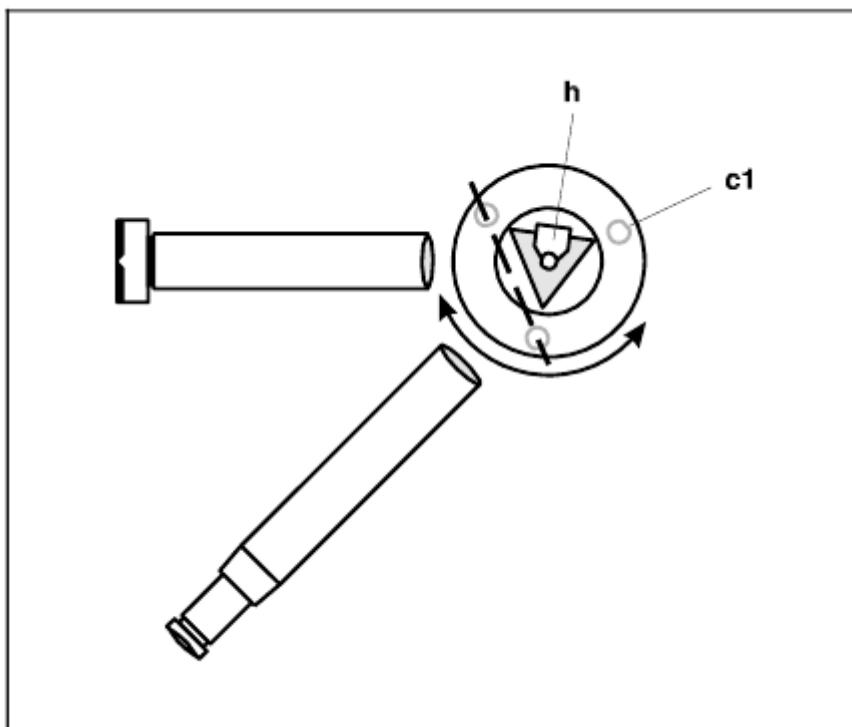
- 1) Rasm.4 da keltirilganidek, ko'rish trubasini 180° ga vizir kesishma yassi plastinaning qarama-qarshi tarafida akslanadigan qilib buring.
- 2) Vizir kesishma va uning ko'zguli aksi mos kelishini tekshiring. Agar mos kelmasa, yuqorida keltirilganidek, yarim farqni teleskop balandligini sozlash vinti (a6) (Rasm.3) 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.

Kollimatorni yustirovka qilish:

- Tirqishni tashqi manba orqali, masalan lampochka yoki spektral lampalarning biri bilan yoriting. Teleskopni kollimatorga yo'naltiring va tirqishni tirqish kengligini o'zgartiruvchi mikrometrik vint(e1) yordamida bir oz kengaytiring. Pasaytirgich(e5) yordamida tirqishning sezilarli, qulay balandligini o'rnating. Kollimator balandligini yustirovka qilish vinti(e4) orqali, tirqishning markazini gorizontal vizir kesishmaga keltiring va kollimator trubkani (e2) strelka yo'nalishida to yorqin obraz paydo bo'limguncha siljiting (Rasm. 5 ga qarang).
- Trubkani burish orqali tirqishni shunday to'g'rilingki, u vertikal vizir kesishmasiga parallel bo'lsin va keyin kollimator trubkani qotirib turish vintini mahkamlang (e3).



Rasm. 5 Kollimator . e1 Mikrometer dastazi, e2 Kollimator trubasi, e3 Kollimator trubkasini qotirish vinti, e4 Kollimator balandligini korrektirovka qilish vinti, e5 Tirqish balandligini pasaytirgich



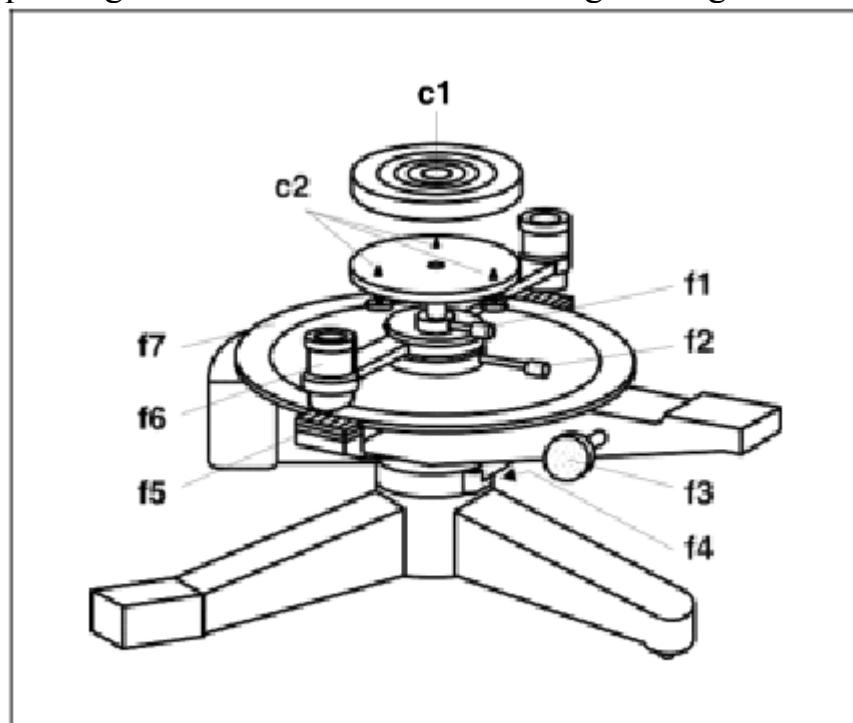
Rasm. 6 Prizma sirtini yustirovka qilish. c1 Prizma stoli uchun yustirovka vintlari, h (flint) shisha prizma tutgichda

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(Rasm.6 va Rasm.7 ga qarang) Prizmani prizma stolidagi tutgichga (h) Rasm.6 da keltirilganidek o'rnating va bunda prizmaning bir tomoni prizma stolidagi ikkita sozlash vintlari orqali o'tkazilgan (faraziy) chiziqqa parallel bo'lzin. Prizma stolini to prizmaning bir qirrasidan akslangan tirqish tasviri teleskopda ko'rinxmaguncha buring va keyin

prizma stolini qotirish vintini (f1) mahkamlang. Orqadagi sozlash vintlaridan (c1) foydalanib, tirkishning akslangan tasvirini vizir kesishmaning markaziga siljiting. Prizma stoli burilganda akslangan tirkish o'zgarmasligi uchun quyidagi ikki amalni bajaring:

- 1) Prizma stolini mahkamlab turgan vintni(f1) bo'shating va tirkishning tasviri prizmaning keyingi sirtida akslanmaguncha prizma stolini buring va keyin prizma stolini qotiruvchi vintni mahkamlang.
- 2) Prizma stolining orqa tomonidagi(teleskopda ko'rinish turibdi) o'rnatish vinti yordamida tirkishning akslanishini vizir kesishmaning o'rtasiga olib keling.



Rasm 7 Spektrometrihg asosiy qurilmasi va prizma stoli. c1 Prisma stoli, c2 Prisma stolini to'g'rila sh vintlari, f1 Prisma stolini qotirish vinti , f2 Graduirovka qilingan aylanani qotirish vinti, f3 Teleskopni burish uchun nozik sozlash vinti, f4 Teleskopni qotirish vinti(ko'rinnmagan), f5 Noniuslar, f6 Lupa, f7 Gardirovka qilingan aylana

Tajriba qurilmasi

Spektral lampani korpusga mahkamlang, uni Rasm.8 da keltirilganidek taglikka o'rnating, uni universal drosselga ulab yoqing. He-spektral lampa bilan tirkishni yoriting. Lampa kollimatorning ko'rish o'qida joylashganiga ishonch hosil qiling. Prizmani prizma stoliga joylashtiring va teleskopni shunday to'g'rila shki, tirkishdan o'tgan yorug'lik prizmaga tushsin(agar yuqorida qaralsa, Rasm.1 ga qarang) va spektrni teleskopda kuzatish mumkin bo'lsin.

Tajribani o'tkazish

a) Minimal og'ish burchagini o'rnatish:

Tirkish kengligi toraytirilsa, ajrata olish qobiliyati ortadi; Shu bilan birga spektr yorug'lik intensivligi esa mos ravishda pasayadi:

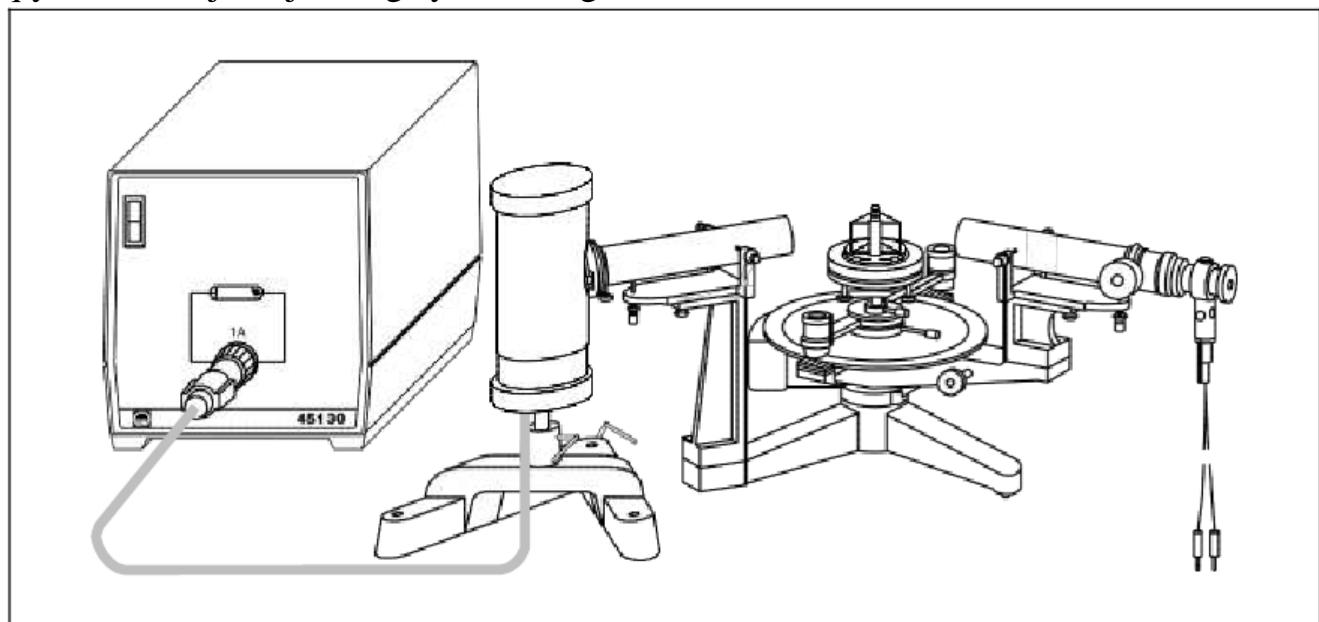
– Tirqish (e1) kengligini o'zgartiruvchi mikrometrik vint yordamida, munosib tirqish kengligini o'rnating. Sekinlik bilan prizma stolini buring va teleskopda spektral chiziqlarning o'zgarishini spektr «markaz» chizig'i (masalan, sariq $\lambda = 587,6$ nm) reversiv nuqtadan (minimal qiymat) o'tguncha kuzating. Prizma stolini minimal holatda, mos vintlarni (f1) va (f4) 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 eksentrisitetni kompesasiyalash uchun ikkita ko'rsatishning o'rtacha qiymatini oling.

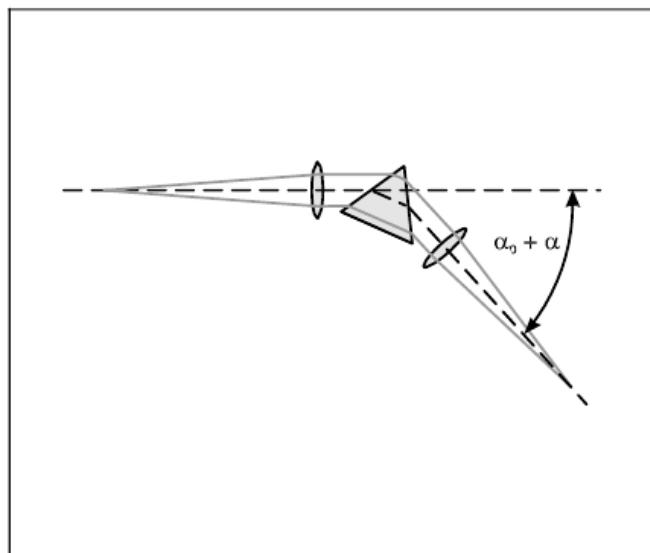
– Teleskopni shunday yustirovka qilingki, vertikal chiziq biron-bir tashqi spektral chiziq bilan mos kelsin (mazkur o'lchash namunasida qizil chiziq). Graduirovka qilingan aylanani (f7) 0° va 180° nonius chizig'iga keltiring(f5) va uni qotirish vintidan (f2) foydalanib mahkamlang.

Teleskopning to'r chizig'ini vertikal bo'yicha, nozik sozlash

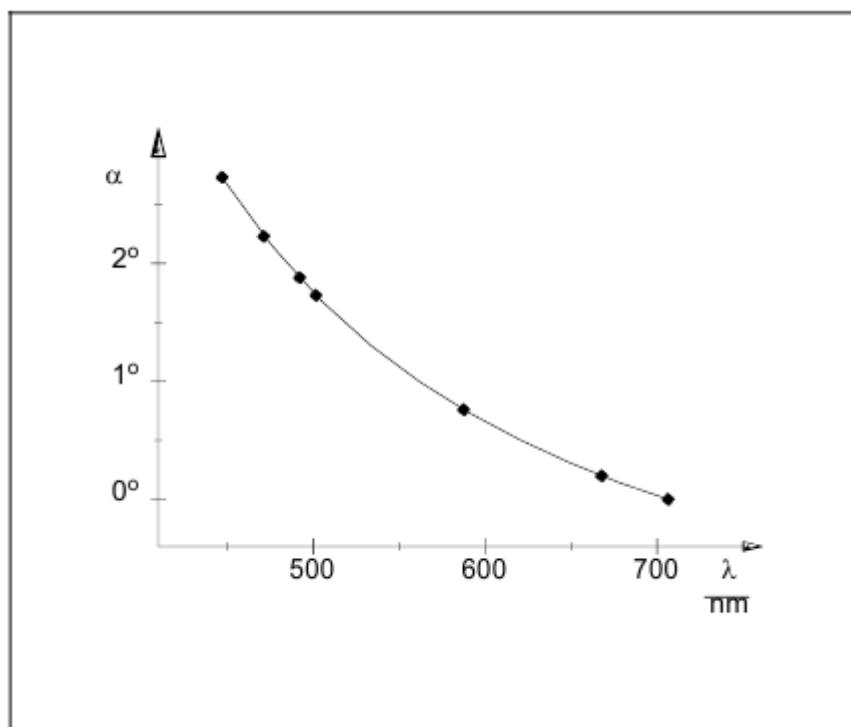
(f3) dastasi yordamida, ketma-ket har bir spektral chiziq bilan to'g'rilang. Teleskopning mos holatini graduirovka qilingan aylanada (f6) lupadan foydalanib qayd qiling va bu qiymatlarni tajriba jurnaliga yozib oling. c) Boshqa yorug'lik manbailarining spektral chiziqlarini, masalan Cd spektral lampaning o'lchash: He-lampa va korpusning sovushini kuting, keyin lampani almashtirib tirqishni yoriting. Teleskopning to'r chizig'ini, yuqorida bayon qilinganidek, nozik sozlash (f3) dastasi yordamida, ketma-ket har bir spektral chiziq bilan to'g'rilang va qayd qiling va bu qiymatlarni tajriba jurnaliga yozib oling.



Rasm. 8 Yustirovka qilingan tajriba qurilmasi



Rasm. 9 α burchakni aniqlash uchun sxematik diagramma. O'lchash namunasida α° shunday tanlanganki, $\alpha^\circ = 0.00^\circ$ burchakda to'lqin uzunligi $\lambda = 706,5$ nm



Rasm 10 Prizmali spektrometrning kalibrlash egriligi: Nuqtalar: 1 jadvaldan olingan o'lchangan qiymatlar Chiziq: interpolyasiya qilingan egrilik

O'lchash namunasi va hisoblashlar

Izoh : spektrometr prizmasi yordamida metall bug'lari yoki inert gaz spektriga tegishli bo'limgan past intensivlikli chiziqlarni ham ko'rish mumkin. Ishlab chiqarish jarayoni sababli boshqa gazlar ham lampaga kiritilishi mumkin. Metall bug'larili lampalarda argon (Ar) qo'shimcha asosiy gaz sifatida qo'llaniladi.

Jadval 1 : He- spektral lampadan foydalanib, spektrometrni kalibrlash uchun o'lchangan qiymatlar; α ni aniqlash uchun Rasm. 9 ga qarang.

$\frac{\lambda_{\text{adabiyot}}}{\text{nm}}$	α .
706.5	0.00°
667.8	0.20°
587.6	0.76°
501.6	1.73°
492.2	1.88°
471.3	2.23°
447.1	2.73°

No'malum yorug'lik manbalarini identifikasiyalash uchun spektral chiziqlarning to'lqin uzunligi qayd qilinadi va kalibrovka egriligidagi o'lchangan burchaklar bilan qiyoslanadi (Rasm.10 ga qarang). Adabiyotlarda keltirilgan qiymatlar vakuumdagi to'lqin uzunliklariga tegishli. Havodagi to'lqin uzunligiga o'tish zaruriyati yo'q. Jadval 2 : Cd lampa namunasida o'lchangan qiymatlar; α ni aniqlash uchun Rasm.9 ga qarang.

α .	$\frac{\lambda_{\text{hisoblangan}}}{\text{nm}}$	$\frac{\lambda_{\text{adabiyot}}}{\text{nm}}$
2.30°	468.7	467.8
2.08°	480.4	480.0
1.63°	507.7	508.6
0.43°	631.8	632.5
0.35°	644.1	643.8

Qo'shimcha ma'lumotlar

Spektrometr bilan goniometr difraksion spektrometr sifatida ham ishlatalishi mumkin (tajriba P5.7.1.2 bayonnomasiga qarang). Bunday konfigurasiyada to'lqin uzunligini aniqlash uchun kalibrlash egriligi qayta talab qilinmaydi. Biroq spektrlarning intensivligi pastroq, sust chiziqlar ko'pincha ko'rinxaydi. Bundan tashqari difraksiyaning ko'p miqdordagi tartiblari yuzaga kelib, foydalinalayotgan panjaraga qarab ustma-ust tushishi mumkin va shu bilan belgilangan maqsadga xalaqit beradi. Difraksion panjaradan foydalilanilda spektrometrning ajrata olishi, odatda, prizmali spektrometrnikiga nisbatan yaxshi. Masalan, tirkishi minimal kenglikka o'rnatilgan spektrometrning prizmasida ikki Na-D chiziqlar arang farqlansa, ular Rowland panjarasidan foydalilanigan spektrometrda osongina ajratilishi va alohida o'lchanishi mumkin.

17-LABORATORIYA ISHI. YORUG`LIK TO`LQINI UZUNLIGINI DIFRAKTSION PANJARA YORDAMIDA ANIQLASH

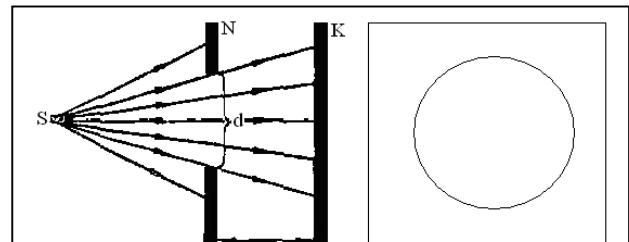
Kerakli asbob va materiallar: 1) difraktsion panjara; 2) yorug`lik to`lqinining uzunligini aniqlashda ishlatiladigan mahsus asbob; 3) yorug`lik manbai; 4) masshtabli chizg`ich.

Ishning maqsadi: shishadan tayyorlangan difraktsion panjara yordamida yorug`lik to`lqini uzunligini aniqlash.

Nazariy qism: *Yorug`likning difraktsiyasi* deb, yorug`lik to`lqinlarining juda ingichka to`sinqni aylanib o`tishida, noshaffof ekrandagi kichkina doiraviy teshikdan yoki tirkishdan o`tishida to`g`ri chiziqli tarqalishdan og`ishiga aytildi. Difraktsiya hodisasida yorug`lik to`lqinlari geometrik soya sohasiga kirib boradi a'lumki, bir jinsli muhitda yorug`lik to`g`ri chiziq bo`ylab tarqaladi. Bunga amalda yorug`lik dastasining qorong`i xonada juda kichik tirkishdan o`tishini kuzatib ishonch hosil qilish mumkin. Agar ingichka yorug`lik dastasining yo`liga o`lchami tushayotgan yorug`lik to`lqini uzunligi bilan taqqoslanarli to`sinq qo`yilsa, yorug`lik dastasi shu to`sinqni aylanib o`tadi, ya`ni difraktsiyalanadi. Yoki ingichka yorug`lik dastasi noshaffof ekrandagi doiraviy teshikdan o`tib boshqa ekranga tushayotgan bo`lsin. Agar doiraviy teshikning o`lchami tushayotgan yorug`lik to`lqinining uzunligi bilan taqqoslanarli bo`lsa, ekranda nurlarning geometrik soya sohasiga ham o`tib ketganligini yoki yorug`likning teshikdan o`tishida avvalgi yo`nalishidan og`ishi hodisasini (difraktsiyasini) kuzatamiz.

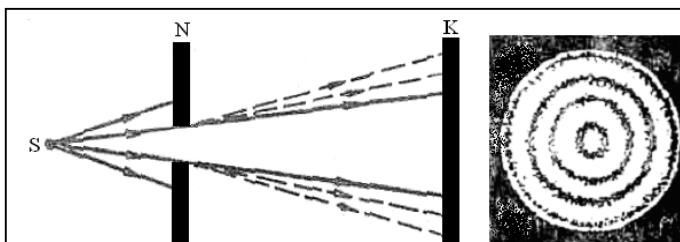
Endi monoxromatik yorug`likning noshaffof ekrandagi doiraviy teshikdan o`tishdagi difraktsiyasini batafsil qaraylik.

Yorug`lik manbaidan 1,5-2 m masofada K ekranni joylashtiraylik. Ularning orasiga d o`lchamli teshigi bor noshaffof N ekranni o`rnatamiz. U holda K ekranda soya bilan cheklangan yorug` dog` paydo bo`ladi (1-rasm).



1-rasm. Yorug`likning doiraviy teshikdan o`tishi.

N ekrandagi doiraviy teshik o'lchamini kichraytira borsak, K ekrandagi yorug` dog`ning o'lchami ham kichrayadi. Bu hollarda hali yorug` dog` chekkasini geometrik usul bilan aniqlashimiz mumkin. Agar dumaloq teshik o'lchamini yanada kichraytirishni davom ettirsak, N ekrandagi teshik o'lchami tushayotgan yorug`lik to'lqini uzunligi bilan solishtirarli darajada kichik bo`lganda K ekrandagi manzara butunlay o`zgarib ketadi. Bunda K ekrandagi yorug` dog`



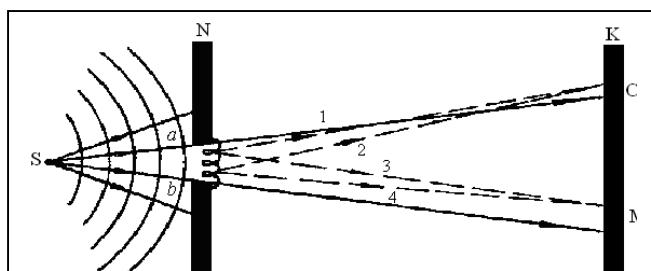
2-rasm. Yorug`likning doiraviy teshikdagi difraksiyasi.

o`rniga navbatlanuvchi yorug` va qorong`i halqalar vujudga keladi. Buning amalga oshishi uchun d << L shart bajarilishi kerak.

Masalan, 1,5-2 m masofada difraktsiyani kuzatmoqchi bo`lsak, teshik o'lchami d tushayotgan yorug`lik to'lqin uzunligi λ ga juda yaqin bo`lishi, (ya`ni $d \approx \lambda$) kerak. Vujudga kelgan difraktsion manzarada markaziy juda kichik yorug` dog`ni, uning atrofida navbatlanuvchi yorug` va qorong`i halqalarni kuzatamiz. Markaziy yorug` dog`dan uzoqlashgan sari yorug` halqalar xiralasha boradi (2-rasm).

Bundan yorug`lik nurlarni N ekrandagi teshik chekkalarida egiladi deb ayta olamiz. Agar S oq yorug`lik manbai bo`lsa, difraktsion manzara kamalakka o`xshab bo`yalgan bo`ladi.

Difraktsiya hodisasi yorug`likning to'lqin xossalari tufayli namoyon bo`ladi. Shuning uchun Gyugens-Frenel printsipiga ko`ra tushuntirishimiz mumkin.



3-rasm. Yorug`likning teshikdagi difraksivlasini tushuntirish.

S yorug`lik manbaidan chiqayotgan yorug`lik N noshaffof ekrandagi *ab* doiraviy teshikdan o'tib K ekranga tushayotgan bo`lsin.

Gyugens-Frenel printsipiga asosan yorug`lik to'lqinining (teshikni to`ldirayotgan) fronti *ab* qismining har bir nuqtasi yorug`likning ikkilamchi manbai

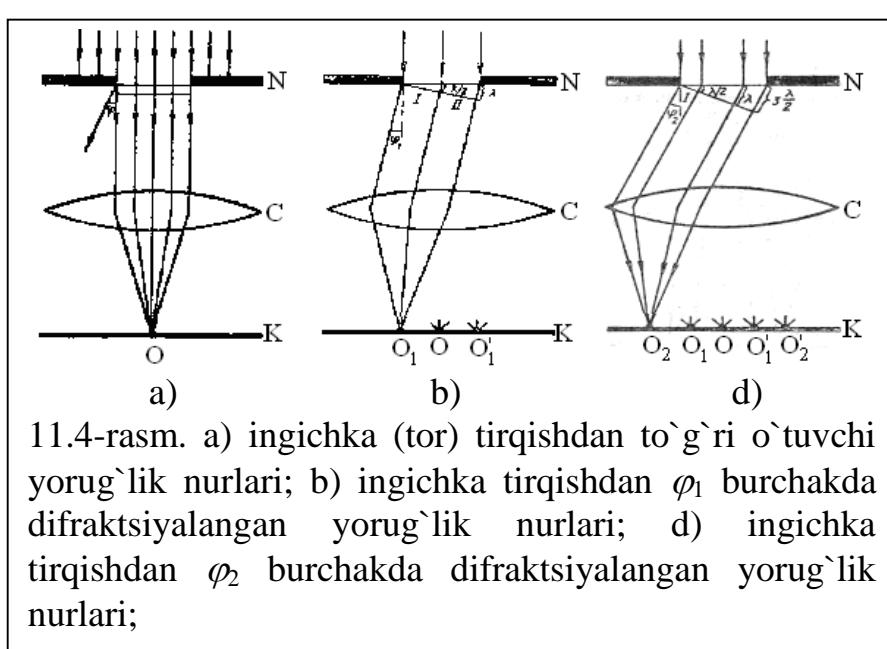
bo`ladi. Bu manbalar kogerent, shuning uchun ulardan chiqayotgan nurlar (to`lqinlar) 1 va 2, 3 va 4 o`zaro interferentsiyalashadi (3-rasm).

K ekranda difraktsiyalangan nurlarning interferentsiyasi ro`y beradi. Nurlarning yo`llar ayirmasiga qarab K ekranda S, M va hokazo nuqtalarda yoritilganlikning maksimumlari yoki minimumlari hosil bo`ladi. Boshqacha aytganda, ikkilamchi manbalardan chiqayotgan nurlarning interferentsiyalanishi sababli kontsentrik halqlardan iborat difraktsiya manzarasi vujudga keladi.

Amaliy optikada chekkalari parallel bo`lgan tirkishdagi difraktsiya ko`p uchraydi. Shuning uchun dastlab bir tor tirkishdan parallel nurlarda bo`ladigan difraktsiyani qaraylik.

1. Bir tirkishdan hosil bo`ladigan difraktsiya. Parallel monoxromatik nurlar dastasi tor tirkishli N ekranga tik tushayotgan bo`lsin. Tirkish orqasiga S yig`uvchi linza, undan keyin linzaning fokal tekisligiga K ekranni joylashtiraylik. Tirkishdan avvalgi yo`nalishda o`tayotgan barcha nurlar linza yordamida K ekranda tirkishga parallel bo`lgan yorug` yo`l (dasta) ni hosil qiladi. Chunki, linza nurlarning yo`l ayirmasini vujudga keltirmaydi. Shu sababli O nuqta orqali yuqorida ko`rsatganimizdek tirkishga parallel yorug` yo`l-yoritilganlik maksimumi o`tadi (4,a-rasm).

Endi tirkishdan dastlabki yo`nalishda o`tgan nurlardan tashqari φ burchaklarda



11.4-rasm. a) ingichka (tor) tirkishdan to`g`ri o`tuvchi yorug`lik nurlari; b) ingichka tirkishdan φ_1 burchakda difraktsiyalangan yorug`lik nurlari; d) ingichka tirkishdan φ_2 burchakda difraktsiyalangan yorug`lik nurlari;

difraktsiyalangan nurlarni qaraylik. Tirkishdan $\varphi=\varphi_1$ burchak ostida difraktsiyalangan nurlar dastasidagi eng chekkadagi nurlar yo`l ayirmasi $\Delta\ell$ yorug`lik to`lqining uzunligiga, ya`ni $\Delta\ell = 2 \cdot \frac{\lambda}{2}$ ga teng bo`lsin (4,b-rasm).

Bu holda φ_1 burchakda difraktsiyalangan nurlar dastasini shunday ikki I va II Frenel zonalariga ajratish mumkinki, unda I zonaning har bir nuri bilan II zona mos nurining yo`l ayirmasi $\frac{\lambda}{2}$ ga teng bo`ladi. Natijada (interferentsiya shartiga asosan) 0_1 nuqtadan qorong`i yo`l-difraktsiya minimumi o`tadi. Difraktsion manzarada 0_1 ga simmetrik bo`lgan 0_1^1 nuqtadan ham difraktsiya minimumi o`tishini payqash qiyin emas.

Endi $\varphi=\varphi_2$ burchak ostida difraktsiyalangan boshqa nurlar dastasini olsak, uning chekka nurlari orasidagi yo`l ayirmasi $\Delta\ell = 3\frac{\lambda}{2}$ ga teng bo`lsin. Bu holda butun dastani uchta I, II, III zonalarga ajratamiz (4.d-rasm). Ikki qo`shni zonaning mos nurlari bir-birini so`ndiradi, (chunki ularning yo`l ayirmasi yarim to`lqin uzunlikka teng) uchinchi zonadagi nurlar esa so`nmaydi va 0_2 nuqtadan o`tuvchi difraktsiya maksimumini (yorug` yo`lni) beradi. 0_2^1 nuqtada ham difraktsiya maksimumini kuzatiladi. 0_2 nuqtadan chetda joylashgan 0_3 nuqtadan yana qorong`i yo`l o`tadi.

Shunday qilib, bir tirkishdan monoxromatik parallel nurlar o`tganda hosil qilingan difraktsiya manzarasi markaziy yorug` yo`ldan har ikkala tomonda simmetrik joylashgan qorong`i va yorug` yo`llarning navbat bilan joylashishidan iborat bo`ladi. Yorug` yo`llarning yoritilganligi markaziy yo`ldan uzoqlashgan sari kamayib boradi.

2. Ikki va ko`p parallel tirkishlardan hosil bo`ladigan difraktsiya. Endi orasi b kenglikdagi noshaffof to`sinq bilan bo`lingan a kenglikdagi ikkita tirkishdan hosil bo`ladigan difraktsiyani qaraylik.

Shu ikkita tirkishga parallel monoxromatik nurlar dastasi tik tushayotgan bo`lsin. Bunda bu tirkishlar Gyugens-Frenel printsipiga binoan yorug`likning kogerent manbalari bo`ladi. Difraktsion manzarada asosiy rolni ikkala tirkishdan difraktsiyalangan nurlarning interferentsiyasi o`ynaydi.

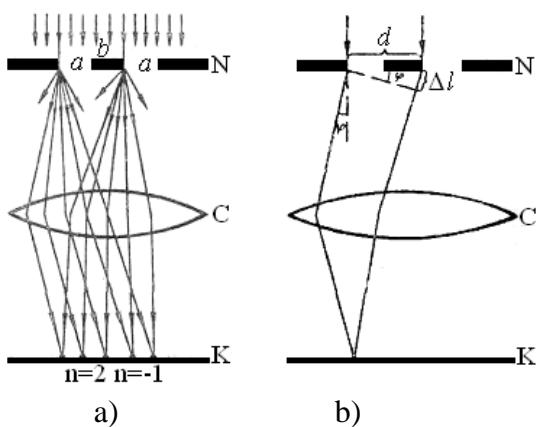
Ikkala tirkishning chap chekkalariga tushayotgan nurlarni qaraylik, difraktsiya hodisasi sababli tirkishlardan o`tuvchi yorug`lik turli yo`nalishlarda tarqaladi (11.5,a-rasm).

5,b-rasm da shu nurlardan φ burchak ostida difraktsiyalanuvchi parallel nurlar yo`llarining $\Delta\ell$ ayirmasi ushbuga tengligi ko`rsatilgan:

$$\Delta\ell = d \cdot \sin \varphi, \quad (1)$$

bu yerda: $d = a + b$.

Agar φ burchakda difraktsiyalangan bu nurlarni linza yordamida bir chiziqqa



5-rasm. Ikkita tirkishdan yorug`likning difraktsiyasi.

to`plansa, ular interferentsiyalanadi; interferentsiyaning natijasi yo`llar ayirmasining kattaligi $\Delta\ell$ ga bog`liq.

Bunda ikki holni kuzatamiz:

1. Yo`l ayirmasi to`lqinlarning butun yoki yarim to`lqin uzunligining juft soniga teng, ya`ni

$$d \sin \varphi = n\lambda = 2n \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Shu shart bajarilganda K ekrandagi linza orqali o`tgan nurlar to`plangan chiziqda interferentsiya maksimumi ro`y beradi.

2. Yo`l ayirmasi yarim to`lqinlarning toq soniga teng bo`lganda, ya`ni

$$d \sin \varphi = (2n+1) \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

shartda difraktsiyalangan nurlar interferentsiya minimumini beradi (bu yerda ($n=0,\pm 1, \pm 2, \dots$)

Ikkala tirkishdan hosil bo`ladigan difraktsiyada ham markaziy maksimum ($n=0$) eng kuchli yoritilgan, birinchi maksimum ($n=\pm 1$) avvalgidan xiraroq, ikkinchi maksimum esa ($n=\pm 2$) yana ham xira bo`ladi.

Tekshirishlar shuni ko`rsatadiki, yorug`likning bir-biriga yaqin joylashgan ko`plab parallel tirkishlar to`plamidan difraktsiyalanganida ham difraktsiya manzarasi ikki tirkishdan bo`ladigan difraktsiya manzarasi kabi bo`ladi. Biroq, bu holda difraktsiya maksimumlari ravshanroq va torroq, ularni ajratib turgan difraktsiya minimumlari esa keng va butunlay qorong`i bo`ladi.

Biz (2) formuladan difraktsion manzarada yoritilganlik maksimumlariga mos keluvchi burchaklar

$$\sin \varphi = n \frac{\lambda}{d} \quad (4)$$

ga tengligini topamiz. (3) ga asosan yoritilganlik minimumlariga mos kelgan burchaklar:

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

ga teng bo`lishini yoza olamiz.

(4) formuladan difraktsiya maksimumlariga mos burchaklarni tanlashimiz mumkin. Tekshirishlar ko`rsatadiki, (4) formuladan ko`p tirkishlardan hosil bo`lgan difraktsiya maksimumlarini aniqlashga ham foydalanish mumkin.

Agar oq yorug`likning parallel ko`p sonli tirkishlardan difraktsiyasini qarasak, markaziy yorug` yo`l oqligicha qoladi, undan chekkalarda hosil bo`ladigan maksimumlar esa kamalakka o`xshab bo`yalgan bo`ladi, har qaysi maksimumning ichkari chekkasi binafsha, tashqaridagi chekkasi esa qizil rangda bo`ladi va ular orasida esa boshqa spektral ranglar yotadi. Bu holda difraktsiya maksimumlari *difraktsiya spektrlari*, n soni esa *spektr tartibi* deyiladi.

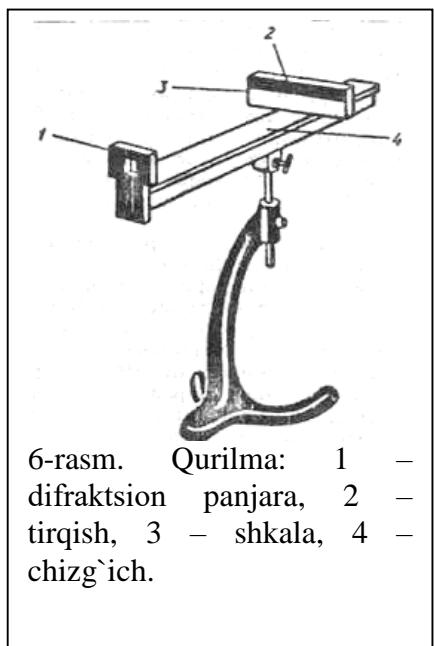
Mazkur ishda shishadan tayyorlangan difraktsion panjara yordamida yorug`lik to`lqini uzunligini aniqlash maqsad qilib qo`yilgan.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi

Bir-biriga juda yaqin ko`p sonli parallel tirkishlar sistemasi *difraktsion panjara* deb yuritiladi. Oddiy tiniq (shaffof) difraktsion panjarada shisha plastinkaning yuziga aniq bo`lish mashinasi bilan bir-biriga parallel juda ko`p shtrixlar chiziladi. SHtrixlar (chizilgan joylar) orasida chizilmagan yorug`lik o`tkazadigan o`zaro parallel tiniq yo`llar (tirkishlar) qoladi. SHishaning chizilgan joylari yorug`likka tiniq emas, ularni plastinkadagi tiniq tirkishlarning noshaffof oraliqlari deb qaraladi.

Difraktsion panjaraning tiniq tirkishlarining enini a , noshaffof shtrixlarning enini b deb belgilasak, u holda $d = a + b$ ifoda panjaraning *davri* yoki *doimiysi* deb yuritiladi.

Yaxshi panjaralarda har millimetrda minglab tirkishlar va noshaffof oraliqlar (shtrixlar) bo`ladi. Panjaralar juda aniq tayyorlanadi, ularda shtrixlar orasidagi masofa birday saqlanishi shart. Difraktsion panjaraning eng qimmatli xossasi – oq yorug`likni spektrga yoyish qobiliyatidan iboratdir. Difraktsion panjara ham prizma kabi spektral asbob hisoblanadi. Ularni ishlatiladigan asosiy soha-spektral analiz uslubidir.



Yuqorida biz (4) formulani ko`p sonli parallel tirkishlar sistemasi-difraktsion panjaraga ham qo`llash mumkinligini aytgan edik. SHuning uchun (4) formulani difraktsion panjara formulasi deyish mumkin.

Difraktsion panjara yordamida yorug`lik to`lqin uzunligini aniqlashda ishlatiladigan eng oddiy asbobni 6-rasmda keltirilgan.

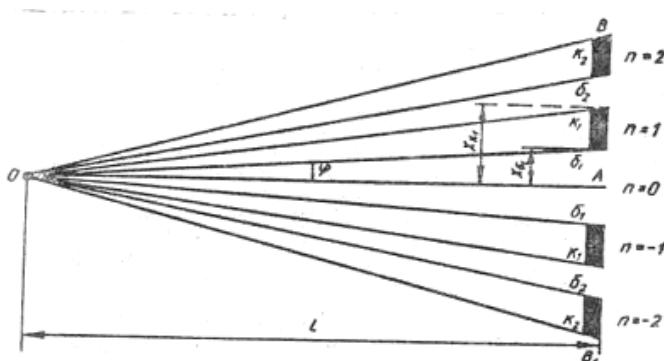
Asbobning asosiy qismi to`g`ri burchakli taxta bo`lagi (brusok) dan iborat bo`lib, uning ustki sirti millimetrlarga taqsimlangan shkalali chizg`ich 4 ni tashkil qiladi.

Brusokning bir tomondagi uchiga ramka mahkamlangan va ikkinchi uchiga ko`ndalang qilib metall ekran o`rnatilgan. Ekranning ustki qismini qoraga bo`yalgan, pastki qismiga esa millimetrlı shkala 3 chizilgan. Shkalaning nolinchi bo`limi ekranning o`rtasiga mos tushadi va nolinchi bo`lim tepasida tirkish 2 bor. Ekranni brusokning usti bo`ylab siljитish mumkin. To`g`ri tolali elektr chirog`ini ekrandan 4 – 5 m masofaga joylashtiriladi.

Difraktsion panjaradan ekrandagi tirkishgacha masofani 4 chizg`ich bo`yicha aniqlanadi.

Mazkur asbob ekranning shkalasi 3 da hosil bo`ladigan difraktsion spektrni bevosita linzasiz kuzatish imkonini beradi, linza rolini kuzatuvchi ko`zining xrustaligini o`taydi.

Kuzatuvchi difraktsion panjara va 3 shkaladagi tirkish orqali yorug`lik manbaiga qarab, yorug`lik manbaidan tashqari yana uning ikki tomonida simmetrik joylashgan difraktsion spektrlarni ham ko`radi. 1-tartibli spektr tirkishga eng yaqin joylashgan, uning tirkish tomondagi chekkasida binafsha rang, tashqari qismida esa qizil rang mavjud. 2-tartibli spektrda ham xuddi shunday manzarani kuzatish mumkin (7-rasm).



7-rasm. Difraktsion manzara.

1-tartibli spektrdagи qizil va

binafsha ranglarni q_1 va b_1 , ikkinchi tartibli spektrdagini esa q_2 va b_2 deb belgilaylik чыл.

Difraktsion panjara formulasi (4) dan ushbuni yoza olamiz:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{n} \quad (6)$$

1 va 2-tartibli spektrlar bilan cheklanilganda φ burchakning juda kichikligini e'tiborga olib, $\sin \varphi \approx \tan \varphi$ deb yoza olamiz. U holda 7-rasmdan $\tan \varphi = \frac{x}{\ell}$ ga teng.

Binobarin, (6) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\lambda = \frac{d \cdot x}{n \ell} \quad (7)$$

Mazkur laboratoriya ishida berilgan d , n va x , ℓ larning o`lchangan qiymatlari asosida (7) formula bo`yicha yorug`lik to`lqinining uzunligi aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Yoritgich (elektr chirog`i) ni o`zgaruvchan tok tarmog`iga ulanadi.
2. Asbobning ramkasiga difraktsion panjara o`rnataladi. Bunda uning shtrixlari shkaladagi tirkishga parallel bo`lishi kerak.
3. Ekranni difraktsion panjaradan shunday masofaga joylashtirish kerakki, unda 3 shkaladan markaziy yorug` yo`l va tirkishning ikkala tomonida uchtadan difraktsion spektrlar dastasi ravshan ko`rinadigan bo`lsin. Difraktsion panjaradan 3 shkalali ekrangacha bo`lgan masofa ℓ_i o`lchanadi.

4. Shkala tirqishidan chap va o`ng tomondagi 1-tartibli spektrdagи binafsha (spektrning chekkasi) ranglar orasi Δx_b shkaladan mm larda olinadi va $x_{b1}=\Delta x_b/2$ ifoda orqali aniqlanib, jadvalga yoziladi.
5. Xuddi shunday tarzda spektrdagи qizil (spektrning chekkasi) ranglar orasi Δx_q shkaladan mm larda olinadi va $x_{q1}=\Delta x_q/2$ ifoda orqali aniqlanib, jadvalga yoziladi.
6. Xuddi shunday o`lchashlarni 2-tartibli spektrdan va uchinchi tartibli spektr ($n=3$) uchun ham bajariladi. O`lchash natijasi 1-jadvalga yoziladi. ℓ_1 holat uchun (7) formula bo`yicha har qaysi tajriba uchun qizil va binafsha nurlarning to`lqin uzunliklari λ_q va λ_b lar hisoblanadi.
5. ℓ_2 va ℓ_3 masofalar uchun yuqoridagi kabi o`lchashlar bajariladi.
6. O`tkazilgan 9 ta o`lchash asosida $\langle\lambda_q\rangle$ va $\langle\lambda_b\rangle$ lar hisoblanadi.
7. O`lchash va hisoblashlar asosida $\langle\Delta\lambda_q\rangle$, $\langle\Delta\lambda_b\rangle$ va nisbiy xatolar Y_{λ_q} va Y_{λ_b} lar aniqlanadi. Natijalar 1-jadvalga yoziladi:

1-jadval. Yorug`lik to`lqini uzunligini difraktsion panjara yordamida aniqlashda o`lchash va hisoblash natijalari

Tajribala r	ℓ	n	x_q	h_b	λ_q	λ_b	$\Delta\lambda_q$	$\Delta\lambda_b$	E_{λ_q}	E_{λ_b}
1	ℓ_1	1								
2		2								
3		3								
4	ℓ_2	1								
5		2								
6		3								
7	ℓ_3	1								
8		2								
9		3								
O`rtacha qiymat										

Eslatma. Ikkinchи tartibli spektr uchun λ_q va λ_b larni aniqlashda $n=2$, uchinchi tartibli spektr uchun λ_q va λ_b larni aniklashda $n=3$ deb olish kerak.

Nazorat uchun savollar:

1. Yorug`lik difraktsiyasi deb qanday hodisaga aytildi?
2. Gyuygens-Frenel printsipini bayon qiling.
3. Bir tirqishdan hosil bo`ladigan difraktsiyani tushuntiring.
4. Ikki va ko`p tirqishlardan hosil bo`ladigan difraktsiyani qanday izoh-lanadi?
5. Difraktsion panjaraning tuzilishi qanday va u nimani aniqlash uchun ishlatiladi?
6. Difraktsion panjara bo`yicha λ ni aniqlash formulasi qanday keltirib chiqariladi?
7. Difraktsion spektrdagи ranglarning joylashish tartibi qanday?
8. Difraktsion manzaraning ro`y berishida yorug`likning interferentsiyasi hodisasidan foydalansa bo`ladimi yoki yo`qmi?
9. Nima uchun oq yorug`lik difraktsiyasida markaziy oq yo`ldan boshqa maksimumlar ranglarga bo`yalgan bo`ladi?

α (w stopniach)	tga	sina	
0	0,0000	0,0000	90
1	0,0175	0,0175	89
2	0,0349	0,0349	88
3	0,0524	0,0523	87
4	0,0699	0,0698	86
5	0,0875	0,0872	85
6	0,1051	0,1045	84
7	0,1228	0,1219	83
8	0,1405	0,1392	82
9	0,1584	0,1564	81
10	0,1763	0,1736	80
11	0,1944	0,1908	79
12	0,2126	0,2079	78
13	0,2309	0,2250	77
14	0,2493	0,2419	76
15	0,2679	0,2588	75
16	0,2867	0,2756	74
17	0,3057	0,2924	73
18	0,3249	0,3090	72
19	0,3443	0,3256	71
20	0,3640	0,3420	70
21	0,3839	0,3584	69
22	0,4040	0,3746	68
23	0,4245	0,3907	67
24	0,4452	0,4067	66
25	0,4663	0,4226	65
26	0,4877	0,4384	64
27	0,5095	0,4540	63
28	0,5317	0,4695	62
29	0,5543	0,4848	61
30	0,5774	0,5000	60
31	0,6009	0,5150	59
32	0,6249	0,5299	58
33	0,6494	0,5446	57
34	0,6745	0,5592	56
35	0,7002	0,5736	55
36	0,7265	0,5878	54
37	0,7536	0,6018	53
38	0,7813	0,6157	52
39	0,8098	0,6293	51
40	0,8391	0,6428	50
41	0,8693	0,6561	49
42	0,9004	0,6691	48
43	0,9325	0,6820	47
44	0,9657	0,6947	46
	ctga	cosa	α (w stopniach)

α (w stopniach)	tga	sina	
45	1,0000	0,7071	45
46	1,0355	0,7193	44
47	1,0724	0,7314	43
48	1,1106	0,7431	42
49	1,1504	0,7547	41
50	1,1918	0,7660	40
51	1,2349	0,7771	39
52	1,2799	0,7880	38
53	1,3270	0,7986	37
54	1,3764	0,8090	36
55	1,4281	0,8192	35
56	1,4826	0,8290	34
57	1,5399	0,8387	33
58	1,6003	0,8480	32
59	1,6643	0,8572	31
60	1,7321	0,8660	30
61	1,8040	0,8746	29
62	1,8807	0,8829	28
63	1,9626	0,8910	27
64	2,0503	0,8988	26
65	2,1445	0,9063	25
66	2,2460	0,9135	24
67	2,3559	0,9205	23
68	2,4751	0,9272	22
69	2,6051	0,9336	21
70	2,7475	0,9397	20
71	2,9042	0,9455	19
72	3,0777	0,9511	18
73	3,2709	0,9563	17
74	3,4874	0,9613	16
75	3,7321	0,9659	15
76	4,0108	0,9703	14
77	4,3315	0,9744	13
78	4,7946	0,9781	12
79	5,1446	0,9816	11
80	5,6713	0,9848	10
81	6,3138	0,9877	9
82	7,1154	0,9903	8
83	8,1443	0,9925	7
84	9,5144	0,9945	6
85	11,4301	0,9962	5
86	14,3007	0,9976	4
87	19,0811	0,9986	3
88	28,6363	0,9994	2
89	57,2900	0,9998	1
90	--	1,0000	
	ctga	cosa	α (w stopniach)

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Landsberg G.S. «Optika» Т 1981.
2. Калитеевский Н.И. «Волновая оптика» М. 2006.
3. Матвеев А.П. «Оптика» М.1985.
4. Звелто О. «Принципы лазеров» М. 1989.
5. Bo'ribayev I., Karimov R. «Optika praktikum» Т. 2004.
6. Otajonov Sh.. «Molekulyar optika» Т.1994.
7. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И. «Основы физики» М.1998.
8. Иродов И.Е. «Задачи по общей физике» М. 2003.
9. Parpiyev Q., Otajonov Sh., Mamatisoqov D., Ortiqov A.. «Umumiy fizikadan praktikum» Andijon 2002.
10. Сивухин Д.В. «Оптика» «Физмат» М. 2005.
11. Савельев И.В «Курс общей физики». Волны. Оптика. М. 2002.
12. Коршунова Л.Н. «Оптические явления». М.2005.
13. Носенко Б.М., Ясколко В.Я., Айвазова А.А., «Оптика» Интерференция, дифракция. Т. 1983.
14. Yaskolko V.Ya., Otajonov Sh., Muxamedxanova SH. Fizicheskaya optika. Т 1999.
15. Под редакцией Чертова А.Г. «Задачник по курсу общей физики» М. 1989.
16. Каримов Р. "Оптика" маъруза матни Т. 2000.
17. Гвоздева Н.П., Кульянова В.И., Леушина Т.Н. «Физическая оптика» М.1991.
18. Бутиков Е.И. «Оптика» Санкт-Петербург 2003.
19. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики» Санкт- Петербург 2004.
20. LD Physics Leaflets. Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved. E-mail: info@ld-didactic.de

MUNDARIJA

KIRISH.....	4
1-LABORATORIYA ISHI. LINZALARDA SFERIK UZILISHLARNI ANIQLASH.....	10
2 - LABORATORIYA ISHI. LINZANING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH..	13
3-LABORATORIYA ISHI. O'TGAN VA QAYTGAN OQ YORUG'LIKDAGI NYUTON XALQALARI. LINZANING EGRILIK RADIUSINI ANIQLASH.....	19
4-LABORATORIYA ISHI. SUYUQLIKLARNING SINDIRISH KO'RSATKICHI VA DISPERSIYASINI ANIQLASH.....	23
5-LABORATORIYA ISHI. RANGLI SUYUQLIKLARDAGI YUTILISH SPEKTORI.....	27
6-LABORATORIYA ISHI. IKKILAMCHI TIRQISHDAGI YORUG'LIKNING DIFRAKSIYASINI VIDEOCOM YORDAMIDA KUZATISH.....	38
7-LABORATORIYA ISHI. HE-NE LAZERI YORDAMIDA FRENEL KOZGUSIDAGI INTERFERENSIYANI KUZATISH.....	49
8- LABORATORIYA ISHI. MAYKELSON INTERFEROMETRI.....	55
9-LABORATORIYA ISHI. HAVONING SINDIRISH KORSATKICHINI MAX-ZENDER INTERFEROMETRI BILAN O'LCHASH.....	62
10-LABORATORIYA . SINISHNING FRENEL QONUNLARI.....	80
11-LABORATORIYA . QUTBLANISH TEKISLIGINI SHAKAR ERITMASI BILAN BURISH.....	85
12-LABORATORIYA . STEFAN-BOLSMAN QONUNI: «QORA JISM» NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGINI O'LCHASH.....	89
13-LABORATORIYA ISHI. SPEKTR CHIZIQLARINI O'LCHASH UCHUN DIFRAKSION SPEKTROMETRNI YIG'ISH.....	96
14-LABORATORIYA ISHI. LAZER OPTIKASI QURILMASIDA O'TKAZUVCHI GOLOGRAMMANI OLİSH.....	106
15-LABORATORIYA ISHI. QUTUBLAGAN YORUG'LIKNI QONUNYATLARINI O'RGANISH. A/2 VA A/4 PLASTINKADAGI QUTUBLANISH QONUNYATLARI.....	116
16-LABORATORIYA ISHI. PRIZMALI SPEKTROMETR YORDAMIDA INERT GAZ VA METAL PARLARINING CHIZIQLI SPEKTRINI O'RGANISH.....	122
17-LABORATORIYA ISHI. YORUG`LIK TO`LQINI UZUNLIGINI DIFRAKTSION PANJARA YORDAMIDA ANIQLASH.....	133
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	144

