

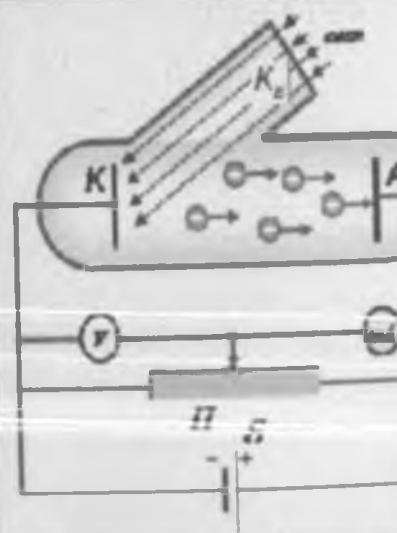
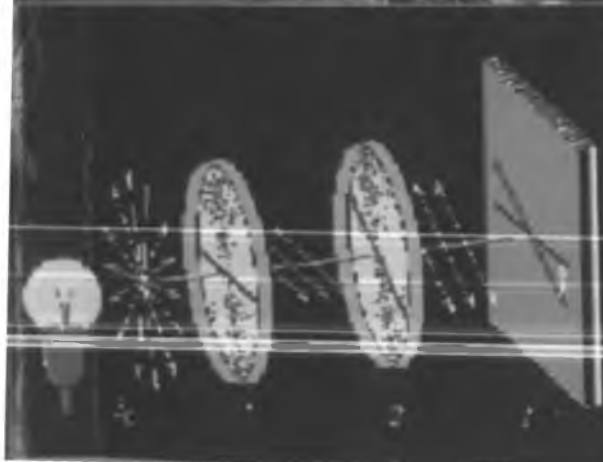
53
A 91

S.H. Astanov, M.A. Vahobova,
M.I. Axrorova



FIZIKA

Optika



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

BUXORO MUHANDISLIK - TEXNOLOGIYA INSTITUTI

S.H. Astanov, M.A. Vahobova, M.I. Axrorova

FIZIKA

fanining "Optika" bo'limidan

LABORATORIYA ISHLARI TO'PLAMI

**Muhandis- texnika ixtisosliklari bo'yicha ta'lim oluvchi
talabalar uchun o'quv qo'llanma**

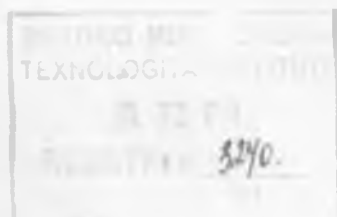
BUXORO – 2020

TAQRIZCHILAR:

prof. S.X. Umarov – Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari
kafedrasi mudiri

dost. O.S. Komilov - BuxMTI "Fizika" kafedrasi dotsenti

Ushbu o'quv qo'llanma fizika fanining Optika bo'limlariga doir laboratoriya ishlarini o'z ichiga oladi. O'quv qo'llammaga kirgan tajriba ishlari Buxoro muhandislik texnologiya instituti "Fizika" kafedrasi pedagog xodimlari tomonidan yangi o'quv tajriba ishlari asosida tayyorlandi.



MUNDARIJA

SO'Z BOSHI	4
Laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida talabaga qo'yiladigan talablar	6
O'LCHASH XATOLIKLARI HAQIDA TUSHUNCHA	7
1. LINZALARNING FOKUS MASOFASINI VA LINZA TASVIRIDA SFERIK BUZILISHLARNI ANIQLASH	13
2. NYUTON HALQALARI YORDAMIDA LINZANING EGRILIK RADIUSINI VA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH	21
3. DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIK TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH	26
4. QO'SH TIRQISHDA VA KO'P SONLI TIRQISHDA DIFRAKSIYA - VIDEOCOM VOSITASIDA QAYD QILISH VA HISOBLASH.	31
5. MAYKELSON INTERFEROMETRI YORDAMIDA GELIY- NEON LAZER NURINING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH	38
6. LAZER OPTIKASI QURILMASIDA O'TKAZUVCHI GOLOGRAMMANI OLISH	42
7. SINISHNING FRENEL QONUNLAR.....	51
8. OQ YORUG'LIKNING DISPERSIYASI VA REKOMBINASIYASI BO'YICHA NYUTON TAJRIBASINI O'RGANISH.....	57
9. YORUG'LIK QUTBLANISHIGA OID MALYUS QONUNINI O'RGANISH.....	61
10. YORUG'LIK QUTBLANISHIDA CHORAK VA YARIM TO'LQIN PLASTINKALARINI ROLI	66
11. QUTBLANISH TEKISLIGINI SHAKAR ERITMASI BILAN BURISH	71
12. FOTOEFFEKT HODISASINI O'RGANISH.....	75
13. PLANK DOIMIYSINI ANIQLASH	79
14. STEFAN-BOLSMAN QONUNI: «QORA JISM» NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGINI O'LCHASH.....	83
15. VOLFRAM TOLASI TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASINING ABSOLYUT QORA JISM TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASIGA NISBATINI TANISH	88
16. STEFAN-BOLSMAN DOIMIYSINI ANIQLASH.....	91
17. INERT GAZ VA METAL BUG'LARINING CHIZIQLI SPEKTRLARINI PRIZMALI SPEKTROMETR YORDAMIDA O'LCHASH.....	94
FIZIK KATTALIKLAR JADVALI	100

SO'Z BOSHI

Respublikamizda yosh avlodni tarbiyalash va ularni taraqqiy etgan mamlakatlardagi kabi joxon standartlariga mos darajada bilim olishlari uchun sharoitlar yaratilmoqda. Har tomonlama etuk kadrlar bo'lib etishishlari uchun ulkan ishlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi", "Ta'lim to'g'risidagi qonuni" ta'lim- tarbiya tizimida tubdan amalga oshirilayotgan islohatlarning yaqqol na'munasidir. Qisqa vaqtda ta'limning barcha turlari uchun davlat ta'lim standartlari yaratilgan. Ta'lim tizimida uzluksizlik ta'minlanib erkin fikrlaydigan vatan va millat manfaatlarini yurakdan his qiladigan o'z ona yurtini ulug'lashga qodir har tomonlama barkamol etuk, yuksak ma'naviyatli va ma'rifatli ulkan salohiyatga ega bo'lgan zamonaviy va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashni maqsad qilib qo'yilgan. Fizika fanini o'qitish jarayonida tajriba mashg'ulotlari muhim rol o'ynaydi, chunki tajriba mashg'ulotlari o'qitishning asosiy prinsiplaridan biri – nazariyaning tajribaga bog'liqlik prinsipini amalga oshirish imkonini hosil qiladi. Shuning uchun ham fizika fanini o'qitish jarayonida laboratoriya mashg'ulotlariga alohida e'tibor beriladi. Shu bilan birga fizikadan tajriba mashg'ulotlarini turli oliy o'quv yurtlarida tashkil qilish va o'tkazish o'ziga xos xususiyatlariga ega, jumladan ushbu o'quv qo'llanmani tayyorlashda mualliflar Buxoro muxandislik-texnologiya inistituti "Fizika" kafedrası "Optika" bo'limidan o'quv tajriba mashg'ulotida mavjud bo'lgan imkoniyatlarni e'tiborga olingan. O'quv qo'llanma tayyorlashda, birinchidan, talabalarni hozirgi zamon fizikasi yutuqlarini hisobga olgan holda sharoitga moslab tayyorlangan laboratoriya mashg'ulotlari uchun metodik ko'rsatma bilan ta'minlashni, ikkinchidan, bo'lajak mutaxassisning fizikaviy qonun, hodisa va jarayonlarni chuqur o'rganishlariga, tajriba o'tkazish va o'lchashlarning oddiy usullarini o'zlashtirishga ko'maklashishini o'z oldilariga maqsad qilib qo'yishgan. Ushbu o'quv qo'llanmada "Optika" bo'limidan laboratoriya ishlarini bajarishga doir metodik ko'rsatmalar berilgan. Laboratoriya ishlari qat'iy ketma-ketlikka rioya qilinadi. Har bir laboratoriya ishida dastlab ishning maqsadi, kerakli asboblار, so'ngra ish to'g'risida qisqa va aniq nazariy

ma'lumot bayon etiladi. Bu o'rinda shuni ta'kidlash kerakki, mualliflar talabalarning vaqtini tejash maqsadida imkon boricha ishning nazariyasini uning tavsifida etarli darajada yoritishga harakat qilganlar. Talabalar yanada chuqurroq va atroflicha keng nazariy bilimlarni metodik ko'rsatmadan hamda har bir tajriba ishi uchun tavsiya etilgan darslik va o'quv qo'llanmalardan iborat bo'lgan adabiyotlardan foydalanishlari mumkin, bu adabiyotlarning qaysi beti va qaysi paragraflarini o'qish kerakligi ko'rsatib o'tilgan. Har bir laboratoriya ishida tajriba qurilma sxemasi, zarur asboblarning ro'yxati, ishning bajarilish tartibi, olingan tajriba natijalari jadvallarga yoziladi hamda talabalarni o'z-o'zini sinab ko'rish uchun tegishli savollar keltirilgan.

Laboratoriya qurilmalari O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qaroriga asosan Germaniyaning "LD Didactic GmbH" ishlab chiqarish korxonasida ishlab chiqilgan va O'zbekiston Oliy ta'lim muassalariga yetkazilgan. Ushbu tajriba ishlarining 54 nomdagisi Bux MTI "Fizika" kafedrasining o'quv jarayonlarida tadbiq etilmoqda va fizika fanining barcha bo'limlarini o'ziga qamragan holda o'quv jarayoniga qo'llanilmoqda.



LD DIDACTIC

LD Physics Leaflets. LD Didactic GmbH. Leyboldstrasse

SO'Z BOSHI

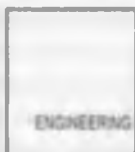
Respublikamizda yosh avlodni tarbiyalash va ularni taraqqiy etgan mamlakatlardagi kabi joxon standartlariga mos darajada bilim olishlari uchun sharoitlar yaratilmoqda. Har tomonlama etuk kadrlar bo'lib etishishlari uchun ulkan ishlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi", "Ta'lim to'g'risidagi qonuni" ta'lim- tarbiya tizimida tubdan amalga oshirilayotgan islohatlarning yaqqol na'munasidir. Qisqa vaqtda ta'limning barcha turlari uchun davlat ta'lim standartlari yaratilgan. Ta'lim tizimida uzluksizlik ta'minlanib erkin fikrlaydigan vatan va millat manfaatlarini yurakdan his qiladigan o'z ona yurtini ulug'lashga qodir har tomonlama barkamol etuk, yuksak ma'naviyatli va ma'rifatli ulkan salohiyatga ega bo'lgan zamonaviy va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashni maqsad qilib qo'yilgan. Fizika fanini o'qitish jarayonida tajriba mashg'ulotlari muhim rol o'ynaydi, chunki tajriba mashg'ulotlari o'qitishning asosiy prinsiplaridan biri – nazariyaning tajribaga bog'liqlik prinsipini amalga oshirish imkonini hosil qiladi. Shuning uchun ham fizika fanini o'qitish jarayonida laboratoriya mashg'ulotlariga alohida e'tibor beriladi. Shu bilan birga fizikadan tajriba mashg'ulotlarini turli oliy o'quv yurtlarida tashkil qilish va o'tkazish o'ziga xos xususiyatlariga ega, jumladan ushbu o'quv qo'llanmani tayyorlashda mualliflar Buxoro muxandislik-texnologiya inistituti "Fizika" kafedrası "Optika" bo'limidan o'quv tajriba mashg'ulotida mavjud bo'lgan imkoniyatlarni e'tiborga olingan. O'quv qo'llnm tayyorlashda, birinchidan, talabalarni hozirgi zamon fizikasi yutuqlarini hisobga olgan holda sharoitga moslab tayyorlangan laboratoriya mashg'ulotlari uchun metodik ko'rsatma bilan ta'minlashni, ikkinchidan, bo'lajak mutaxassisning fizikaviy qonun, hodisa va jarayonlarni chuqur o'rganishlariga, tajriba o'tkazish va o'lchashlarning oddiy usullarini o'zlashtirishga ko'maklashishini o'z oldilariga maqsad qilib qo'yishgan. Ushbu o'quv qo'llanmada "Optika" bo'limidan laboratoriya ishlarini bajarishga doir metodik ko'rsatmalar berilgan. Laboratoriya ishlari qat'iy ketma-ketlikka rioya qilinadi. Har bir laboratoriya ishida dastlab ishning maqsadi, kerakli asboblار, so'ngra ish to'g'risida qisqa va aniq nazariy

ma'lumot bayon etiladi. Bu o'rinda shuni ta'kidlash kerakki, mualliflar talabalarning vaqtini tejash maqsadida imkon boricha ishning nazariyasini uning tavsifida etarli darajada yoritishga harakat qilganlar. Talabalar yanada chuqurroq va atroflicha keng nazariy bilimlarni metodik ko'rsatmadan hamda har bir tajriba ishi uchun tavsiya etilgan darslik va o'quv qo'llanmalardan iborat bo'lgan adabiyotlardan foydalanishlari mumkin, bu adabiyotlarning qaysi beti va qaysi paragraflarini o'qish kerakligi ko'rsatib o'tilgan. Har bir laboratoriya ishida tajriba qurilma sxemasi, zarur asboblarning ro'yxati, ishning bajarilish tartibi, olingan tajriba natijalari jadvallarga yoziladi hamda talabalarni o'z-o'zini sinab ko'rish uchun tegishli savollar keltirilgan.

Laboratoriya qurilmalari O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qaroriga asosan Germaniyaning "LD Didactic GmbH" ishlab chiqarish korxonasida ishlab chiqilgan va O'zbekiston Oliy ta'lim muassalariga yetkazilgan. Ushbu tajriba ishlarining 54 nomdagisi Bux MTI "Fizika" kafedrasining o'quv jarayonlarida tadbiiq etilmoqda va fizika faning barcha bo'limlarini o'ziga qamragan holda o'quv jarayoniga qo'llanilmoqda.



CHEMISTRY
BIOLOGY



LD DIDACTIC

LD Physics Leaflets. LD Didactic GmbH. Leyboldstrasse

bo'lishi) bog'liqdir. Shuning uchun o'lchashlarda asbobning
~~proporitsiya keltirilgan o'lchashlari javabidan foydalanish kerak~~

Yuqorida keltirilgan xatoliklar mavjudligini ko'rish mumkin. Shuning uchun tajriba o'tkazuvchi o'lchash natijalarini ishlashda ularni hisobga olishi mumkin. Ammo ko'pchilik o'lchashlarda shunday xatoliklar yuz beradiki, ularning yuz berishiga shubha qilish mumkin emas.

O'lchashlarni bir necha namunalarda takrorlash kerak bo'ladi. O'lchash natijalarini tanqidiy analiz qilish xatoni topishga yordam beradi. Bunday xatolikka yo'l qo'ymaslik uchun, ko'pincha eksperimentning qo'yilish metodikasini o'zgartirish kerak bo'ladi.

Eksperimentning sezgi organlar bir xil hollarda o'lchash aniqligini oshirishga yordam bersa, boshqa hollarda xatoliklarning manbaiga aylanishi mumkin. Demak, har bir eksperimentator o'lchash davomida sistematik xatoligini kiritadi. Shuning uchun sistematik xatoliklarni baholash uchun o'lchashlarni ko'pmarta takrorlash kerak emas. Bu xatolarni ishning nazariy analizi yordamida ham baholash mumkin.

Bitta usul va bir xil asboblarda bajarilgan hamma o'lchashlarda sistematik xatoliklarning qiymati va ishorasi bir xil bo'ladi. Demak, o'lchashlar sonini oshirish bilan sistematik xatoliklarni yo'qotib, kamaytirib, yoki baholab bo'lmaydi. Sistematik xatoliklarni qurilmani tanqidiy analiz qilish, asboblarni almashtirish, ish bajarish usulini o'zgartirish va h.k. yordamida kamaytirish va baholash mumkin.

Tasodifiy xatoliklar

O'lchash natijalariga bir xil ob'ektiv va sub'ektiv sabablar ta'sir qilish mumkinki, natijada takroriy o'lchashlarning natijalari ixtiyoriy ravishda o'zgaradi. Har bir o'lchashda ta'sir har xil bo'lgan bunday xatoliklarin oldindan hisobga olish qiyin. Masalan, ko'rish va eshitish organlarining tabiiy notakomilligi, ish joyining etarli yoritilmaganligi, elektr o'lchashlarda elektr tarmog'idagi tokning tasodifiy o'zgarishi va boshqa sabablarga ko'ra har bir o'lchashda har xil natija chiqadi. Bu sabablarning ta'sir effekti shunchalik kamki, har bir sabab bog'liq bo'lgan xatoni berilgan o'lchash texnikasi

...da ajratib bo'lmaydi. Bunday sabablar tufayli yuz bergan umumiy xato tasodifiy xarakterga ega. Alohida o'lchashdagi tasodifiy xatolikni yo'qotib bo'lmaydi. Ammo o'lchashni ko'p marta takrorlash natijasida bu xatoliklarning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish mumkin. Tasodifiy xatoliklar kattaligini ehtimollar nazariyasi va matematik statistika metodlari bilan baholaydilar.

Nisbiy va absolyut xatoliklar

Biz qo'llayotgan o'lchov asboblari va sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmagani tufayli har qanday o'lchash natijalari ma'lum bir darajadagina aniqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun ham, o'lchash natijalari bizga o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatini emas, taqribiy qiymatinigina beradi. O'lchashni o'lchov birligining qanday eng kichik ulushigacha ishonchli bajarish mumkin bo'lsa, ana shu o'lchash natijasining aniqlik darajasi bo'ladi. O'lchash aniqligining darajasi bu o'lchashda ishlatilayotgan asboblarga, o'lchashning umumiy usullariga bog'liq bo'ladi: biron muayyan sharoitda erishilishi mumkin bo'lgan aniqlikdan ham aniqroq natijalar olish uchun urinish vaqtni bekorga sarflash demakdir. Odatda, o'lchanayotgan kattalikning 0,1 prosentigacha aniqlik bilan kifoyalansa bo'ladi. Eng oxirgi natijaning aniqligini oshirish uchun har qanday fizik o'lchashni bir martaгина emas, balki tajriba o'tkazayotgan sharoitni o'zgartirmay turib, bir necha marta takrorlash lozim. Haqiqatdan ham biz o'lchashda va sanoqda hamma vaqt ozmi, ko'pmi xatolik qilamiz. Bu xatoliklar ikki sababga ko'ra yuz berishi mumkinligidan, ular ikki guruhga: hamma vaqt bo'ladigan (sistemali) va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

Sistemali xatoliklar o'lchov asboblari buzuqligi, o'lchash usulining noto'g'riligini yoki kuzatuvchining biror xatolik qilib qo'yishi natijasida yuz beradi. Ma'lumki, o'lchashni bir necha marta takrorlash, baribir bu xatoliklar ta'sirini kamaytirmaydi. Bu xatoliklarni yo'qotish uchun, o'lchash usuliga tanqidiy ko'z bilan qaray bilish, asboblarga aniq qarab turish va ish bajarishni amalda yaratilgan qoidalarga qattiq rioya qilish kerak.

Tasodifiy xatoliklar esa tajriba o'tkazuvchi har qanday kishining sanoq vaqtida mutlaqo ixtiyorsiz qilib qo'yishi mumkin bo'lgan

bo'lishi) bog'liqdir. Shuning uchun o'lchashlarda asbobning pasportida keltirilgan o'lchashlar jadvalidan foydalanish kerak.

Yuqorida keltirilgan xatoliklar mavjudligini ko'rish mumkin. Shuning uchun tajriba o'tkazuvchi o'lchash natijalarini ishlashda ularni hisobga olishi mumkin. Ammo ko'pchilik o'lchashlarda shunday xatoliklar yuz beradiki, ularning yuz berishiga shubha qilish mumkin emas.

O'lchashlarni bir necha namunalarda takrorlash kerak bo'ladi. O'lchash natijalarini tanqidiy analiz qilish xatoni topishga yordam beradi. Bunday xatolikka yo'l qo'ymaslik uchun, ko'pincha eksperimentning qo'yilish metodikasini o'zgartirish kerak bo'ladi.

Eksperimentning sezgi organlar bir xil hollarda o'lchash aniqligini oshirishga yordam bersa, boshqa hollarda xatoliklarning manbaiga aylanishi mumkin. Demak, har bir eksperimentator o'lchash davomida sistematik xatoligini kiritadi. Shuning uchun sistematik xatoliklarni baholash uchun o'lchashlarni ko'pmarta takrorlash kerak emas. Bu xatolarni ishning nazariy analizi yordamida ham baholash mumkin.

Bitta usul va bir xil asboblarda yordamida bajarilgan hamma o'lchashlarda sistematik xatoliklarning qiymati va ishorasi bir xil bo'ladi. Demak, o'lchashlar sonini oshirish bilan sistematik xatoliklarni yo'qotib, kamaytirib, yoki baholab bo'lmaydi. Sistematik xatoliklarni qurilmanni tanqidiy analiz qilish, asboblarni almashtirish, ish bajarish usulini o'zgartirish va h.k. yordamida kamaytirish va baholash mumkin.

Tasodifiy xatoliklar

O'lchash natijalariga bir xil ob'ektiv va sub'ektiv sabablar ta'sir qilish mumkinki, natijada takroriy o'lchashlarning natijalari ixtiyoriy ravishda o'zgaradi. Har bir o'lchashda ta'sir har xil bo'lgan bunday xatoliklarni oldindan hisobga olish qiyin. Masalan, ko'rish va eshitish organlarining tabiiy notakomilligi, ish joyining etarli yoritilmaganligi, elektr o'lchashlarda elektr tarmog'idagi tokning tasodifiy o'zgarishi va boshqa sabablarga ko'ra har bir o'lchashda har xil natija chiqadi. Bu sabablarning ta'sir effekti shunchalik kamki, har bir sabab bog'liq bo'lgan xatoni berilgan o'lchash texnikasi

...da qaratib bo'lmaydi. Bunday sabablar tufayli yuz bergan umumiy xato tasodifiy xarakterga ega. Alohida o'lchashdagi tasodifiy xatolikni yo'qotib bo'lmaydi. Ammo o'lchashni ko'p marta takrorlash natijasida bu xatoliklarning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish mumkin. Tasodifiy xatoliklar kattaligini ehtimollar nazariyasi va matematik statistika metodlari bilan baholaydilar.

Nisbiy va absolyut xatoliklar

Biz qo'llayotgan o'lchov asboblari va sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmagani tufayli har qanday o'lchash natijalari ma'lum bir darajadagina aniqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun ham, o'lchash natijalari bizga o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatini emas, taqribiy qiymatinigina beradi. O'lchashni o'lchov birligining qanday eng kichik ulushigacha ishonchli bajarish mumkin bo'lsa, ana shu o'lchash natijasining aniqlik darajasi bo'ladi. O'lchash aniqligining darajasi bu o'lchashda ishlatilayotgan asboblarga, o'lchashning umumiy usullariga bog'liq bo'ladi: biron muayyan sharoitda erishilishi mumkin bo'lgan aniqlikdan ham aniqroq natijalar olish uchun urinish vaqtni bekorga sarflash demakdir. Odatda, o'lchanayotgan kattalikning 0,1 prosentigacha aniqlik bilan kifoyalansa bo'ladi. Eng oxirgi natijaning aniqligini oshirish uchun har qanday fizik o'lchashni bir martagina emas, balki tajriba o'tkazayotgan sharoitni o'zgartirmay turib, bir necha marta takrorlash lozim. Haqiqatdan ham biz o'lchashda va sanoqda hamma vaqt ozmi, ko'pmi xatolik qilamiz. Bu xatoliklar ikki sababga ko'ra yuz berishi mumkinligidan, ular ikki guruhga: hamma vaqt bo'ladigan (sistemali) va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

Sistemali xatoliklar o'lchov asboblari buzug'ligi, o'lchash usulining noto'g'riligini yoki kuzatuvchining biror xatolik qilib qo'yishi natijasida yuz beradi. Ma'lumki, o'lchashni bir necha marta takrorlash, baribir bu xatoliklar ta'sirini kamaytirmaydi. Bu xatoliklarni yo'qotish uchun, o'lchash usuliga tanqidiy ko'z bilan qaray bilish, asboblarga aniq qarab turish va ish bajarishni amalda yaratilgan qoidalarga qattiq rioya qilish kerak.

Tasodifiy xatoliklar esa tajriba o'tkazuvchi har qanday kishining sanoq vaqtida mutlaqo ixtiyorsiz qilib qo'yishi mumkin bo'lgan

xatoliki natijasida vujudga keladi. Bu xatoliklarga sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmaganligini va o'lchash vaqtida yuz beradigan (oldindan e'tiborga olinishi mumkin bo'lmagan) boshqa ko'pgina hollar sabab bo'ladi. Tasodifiy xatoliklar ehtimollar nazariyasining qonunlariga bo'ysinadi. Demak, biror kattalikni bir marta o'lchanganda olingan natija shu kattalikni haqiqiy qiymatidan katta bo'lib qolsa, u holda bu kattalikni keyingi o'lchashlardan birining natijasi, ehtimol haqiqiy qiymatda kichik bo'lib chiqishi mumkin. Bunday holda ayni bir kattalikni bir necha marta o'lchash natijasida tasodifiy xatoliklarning kamayishi mutlaqo ravshan, chunki haqiqiy qiymatdan bir tomonga chetlanishlardan ko'proq bo'lishining ehtimoli ortiq emas. Shuning uchun ham, juda ko'p o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati, o'lchash natijalarining har qaysisidan ko'ra, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinroq bo'ladi. Faraz qilaylik, ayrim kattaliklarni o'lchash talab etilsin:

Ayrim o'lchashlarning natijalari $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ bo'lsin, n - alohida o'lchashlar soni. U holda bu natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati:

$$\bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n N_i \quad (1)$$

Bu miqdor o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga eng yaqin bo'ladi. Har biri alohida o'lchashlarning bu o'rtacha qiymatidan farqi, ya'ni:

$$|\bar{N} - N_1| = \Delta N_1$$

$$|\bar{N} - N_2| = \Delta N_2$$

$$|\bar{N} - N_3| = \Delta N_3$$

.....

$$|\bar{N} - N_n| = \Delta N_n$$

alohida o'lchashlarning absolyut xatolik deyiladi. Bu xatoliklarning ishorasi har xil bo'ladi. Ular musbat, hamda manfiy bo'lishlari mumkin. O'rtacha absolyut xatolikni hisoblash uchun, ayrim xatoliklar son qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

$$\Delta \bar{N} = \frac{\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3 + \dots + \Delta N_n}{n}$$

$\frac{\Delta N_1}{N_1}, \frac{\Delta N_2}{N_2}, \dots$ nisbatlarga ayrim o'lchashlarning nisbiy xatoliklari deyiladi. O'rtacha absolyut xatolik ($\Delta \bar{N}$) ning o'lchanayotgan kattalikni o'rtacha arifmetik qiymati ($\bar{N}$) ga nisbati o'lchashning o'rtacha nisbiy xatolik (E) deyiladi.

$$E = \frac{\Delta \bar{N}}{\bar{N}}$$

Nisbiy xatoliklar foizlarda ifodalanadi:

$$E = \frac{\Delta \bar{N}}{\bar{N}} \cdot 100\%$$

O'lchash kattaliklarni haqiqiy qiymati:

$$N_x = \bar{N} \pm \Delta \bar{N}$$

Bundan N_x - ikki qiymat $\bar{N} + \Delta \bar{N}$ va $\bar{N} - \Delta \bar{N}$ ga ega deb tushunish yaramaydi. N_x faqat bir qiymatga egadir (-) va (+) ishoralar o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati:

$$\bar{N} + \Delta \bar{N} \text{ va } \bar{N} - \Delta \bar{N}$$

intervalida ekanligini ko'rsatadi, ya'ni

$$\bar{N} + \Delta \bar{N} \leq N_x \leq \bar{N} - \Delta \bar{N}$$

Ehtimollik nazariyasi absolyut xatolik N topishlikni aniqroq formulasini berib, natijaning ΔN_m -ehtimolligi katta deb ataluvchi xatolik tushunchasini beradi.

$$\Delta N_m = \pm 0.6743 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta N_i)^2}{n(n-1)}}$$

Bu holda o'lchanayotgan kattalikning natijalovchi qiymati:

$$N_x = \bar{N} \pm \Delta N_m$$

Agar asbobning aniqligi shunday bo'lsaki, har qanday o'lchash sonida ham, asbob bir xil qiymatni ko'rsatsa, u holda xatolikni hisoblashning yuqorida keltirilgan usuli qo'llanilmaydi. Bu holda o'lchash bir marta o'tkazilib, uning natijasi quyidagicha yoziladi:

$$N_x = \bar{N} \pm \Delta N_{mez}$$

bunda N_x - izlanayotgan o'lchash natijasi, $\bar{N}$ - ikki o'lchashning o'rtacha arifmetik qiymati, ΔN_{mez} - asbob shkalasi bo'limlarini o'rniqa teng bo'lgan chegaraviy xatolik. To'g'ridanto'g'ri o'lchash xatoliklarini quyidagi jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

O'lchashlar soni	N_i	ΔN_i	$\frac{\Delta \bar{N}}{\bar{N}} \cdot 100\%$	$N_x = \bar{N} \pm \Delta N_{mez}$
------------------	-------	--------------	--	------------------------------------

1.	N_1	ΔN_1		
2.	N_2	ΔN_2		
3....	N_3	ΔN_3		
N	N_n	ΔN_n		

Tajriba ishlari texnikasi va qoidalari

Optika tajriba ishlarini ishlash vaqtida quyidagi qoidalarga rioya qiling:

1. Qo'llanmadan tegishli nazariy qismini o'qib chiqing va tajriba ishining mazmuni bilan tanishing.

2. Tajriba uchun kerak bo'lgan jihozlar borligi aniqlanmaguncha tajribani boshlamang.

3. Tajriba o'tkazish vaqtida ishning qo'llanmada ko'rsatilgan tartibi va ketma –ketligiga rioya qiling.

4. Hamma xatiyot choralarga rioya qiling (termometrlar, simob, lazerlar, turli eritmalar va etil spirtlari, elektr tokidan foydalanganda).

5. Ish tamom bo'lgandan keyin ish o'rnini tartibga soling.

6. Kuzatilgan barcha hodisalarni va natijalarni yozib oling.

7. Daftaringizga ish o'tkazilgan kunni, mavzuning nomini ishning mazmunini, kuzatish natijalarini yozing.

8. Ish tamom bo'lgach, o'qituvchi yoki laborantdan olingan narsalarni qaytarib topshirishni unutmang.

LABORATORIYA ISHI № 1

LINZANING FOKUS MASOFASINI VA SFERIK ABERATSİYASINI ANIQLASH.

Tajriba maqsadi:

- Yig'uvchi linzaning fokus masofasini, buyumning tasvir kattaligini linza bilan tasvir orasidagi masofani o'lchamiga bog'liqligini aniqlash.

- Linzaning sferik aberratsiyasini o'rganish.

- monoxromatik yorug'lik yordamida linza fokus masofasini aniqlash.

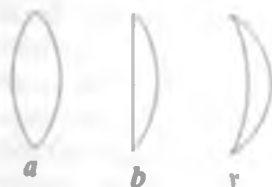
Kerakli jihozlar: yig'uvchi linza, buyum, masshtabli chizg'ich, ekrani, yoritgich, diafragma, yurug'lik filtirlari.

NAZARIY TUSHUNCHA

Linza-bu ikki sferik sirtlar bilan chegaralangan, yorug'lik nurlari uchun shaffof bo'lgan jism.

Linzalarning turlari. Linza ikki qavariq egrilik radiuslari teng bo'lgan sferik sirtlar bilan chegaralangan bo'lishi mumkin (ikki yoqlama qavariq linza, 1-a rasm), qavariq sferik sirt va tekislik bilan chegaralangan (tekis-qavariq linza, 1-b rasm), egrilik radiuslari turlicha

bo'lgan qavariq va botiq sferik sirtlar bilan chegaralangan (botiq qavariq linza, 1-v rasm) bo'lishi mumkin. Bu linzalarning o'rtasi chetlariga nisbatan qalinroq bo'ladi va shuning uchun ularni qavariq linzalar deb aytiladi. O'rtalari chetlariga nisbatan yupqa bo'lgan linzalar botiq linzalar deb aytiladi.



b



v

1 - rasm

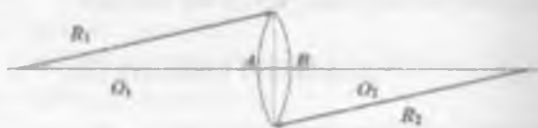


2 - rasm

Botiq linzalarning uch turining ko'rinishi 2-rasmda keltirilgan. Ikkiyoqlama botiq-a, tekis botiq-b va qavariq botiq - v. Qavariq linzalar - nurlarni yig'uvchi linzalar, botiq linzalar - nurlarni sochuvchi linzalar deyiladi.

Yupqa linza. Agar linzaning qalinligi $h=AB$ (3-rasm), linzani chegaralovchi sferik sirtlarning egrilik radiuslari R_1 va R_2 ga nisbatan e'tiborga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik bo'lsa, bunday linza

yupqa linza deyiladi. Yupqa linzadagi A va B nuqtalar orasining o'rtasidagi O nuqtani linzaning optik markazi deb aytish qabul qilingan. Linzaning bu optik markazidan o'tgan yorug'lik nuri amalda



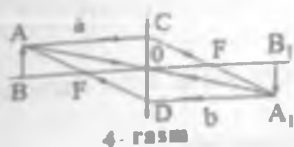
3-rasm

sinmaydi. Linzani chegaralovchi sferik sirtlarning markazlaridan o'tuvchi O_1O_2 to'g'ri chiziq linzaning bosh optik o'qi deb aytiladi.

Linza tasvir yasash

Yuqorida ko'rganimizdek, buyumning biror nuqtasidan chiqqan hamma nurlar linzadan o'tib, bir nuqtada kesishadi. Yupqa linza xuddi ana shu xossasi tufayli buyumning ixtiyoriy nuqtasi tasvirini va demak, butun buyumning tasvirini beradi.

Fokuslari va optik markazi ma'lum bo'lgan yig'uvchi linza yordamida hosil qilinadigan tasvirlarni yasash uchun nurlarning asosan uchta turidan foydalanish mumkin. Yuqorida aytib o'tilgandek, bosh optik o'qqa parallel bo'lgan nurlar linza singandan so'ng uning fokusidan o'tadi. Nurlar yo'lining qaytuvchanligidan linzaga uning fokusi orqali boruvchi nurlar singandan so'ng bosh optik o'qqa parallel ravishda yo'naladi, degan xulosa chiqadi. Nihoyat, linzaning optik markazi orqali o'tuvchi nurlar o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi. Ular faqat parallel ravishdagina siljiydi, yupqa linza bo'lgan holda bu siljish katta bo'lmaydi va uni hisobga olmasa ham bo'ladi.



Berilgan $AB(d)$ buyumning tasvirini hosil qilishni ko'rib chiqaylik (4-rasm). A nuqtani tasvirini topish uchun AC nurni linzaning bosh optik o'qiga

parallel holda yo'naltiramiz. Bu nur singandan so'ng linza fokusi orqali o'tadi. Ikkinchi AD nurni fokus orqali yo'naltirish mumkin. Bu nur singandan so'ng linzaning bosh optik o'qigavparallel ravishda ketadi. Bu ikkala singan nurlarning kesishuv nuqtasida A nuqtaning tasviri A_1 bo'ladi. Tasvirning qolgan hamma nuqtalarini ham xuddi shu tarzda hosil qilish mumkin. Tasvir ikki yoki uch nurdan hosil bo'ladi deb o'ylash yaramaydi. Tasvir A nuqtadan chiqib, A_1 nuqtaga yig'iladigan sanoqsiz nurlardan hosil bo'ladi. Jumladan A_1 nuqtaga linzaning optik markazi O dan o'tuvchi AOA_1 nur tushadi. Shunday qilib, nuqtaning tasvirini yasash uchun linza orqali boradigan yo'li ma'lum bo'lgan quyidagi uch xil nurlarning istalgan ikkitasidan foydalanish mumkin:

- 1) linzani optik markazidan o'tuvchi nur;
- 2) linzaga uning bosh optik o'qiga parallel ravishda yo'nalgan nur;
- 3) linzaning fokusidan o'tuvchi nur.

Yupqa linzaning formulasi. Linzaning kattalashtirishi

Uchta kattalikni: buyumdan linzagacha bo'lgan d masofani, tasvirdan linzagacha bo'lgan f masofani va fokus masofa F ni bir-biriga bog'lovchi formulani keltirib chiqaramiz. AOB va A_1B_1O uchburchaklarning o'xshashligidan (4-rasmga qarang):

$$BO/OB_1 = AB/A_1B_1$$

COF va FA_1B_1 uchburchaklarning o'xshashligidan:

$$CO/A_1B_1 = OF/FB_1$$

$AB=CO$ bo'lgani uchun

Bundan

$$AB/A_1B_1 = OF/FB_1$$

yoki

$$BO/OB_1 = OF/FB_1$$

$$a/b = F/(b-F)$$

Sodda shakl almashtirishlardan so'ng:

$$bF + Fa = ab.$$

Hosil qilingan ifodaning barcha hadlarini Fab ko'paytmaga bo'lsak, quyidagi munosabat chiqadi:

$$1/a + 1/b = 1/F, \quad (1)$$

$$F = ab/(b+a) = 1/D. \quad (2)$$

Yuqoridagi (1) yoki (2) munosabatni yupqa linza formulasi deb atash qabul qilingan.

Linzaning kattalashtirishi

Linza hosil qiladigan tasvir, odatda, tasviri tushirilgan buyumdan katta-kichikligi jihatdan farq qiladi. Buyum bilan uning tasviri o'lchamlari orasidagi farq kattalashtirish degan tushuncha bilan xarakterlanadi. Tasvirning chiziqli o'lchamining buyumning chiziqli o'lchamiga nisbati chiziqli kattalashtirish deb ataladi. Agar AB buyumning balandligi h ga; AB buyum tasvirning balandligi esa $H(A_1B_1)$ ga teng bo'lsa, u holda nisbat chiziqli kattalashtirish bo'ladi.

$$k = H/h, \quad (3)$$

AOB va OAB uchburchaklarning o'xshashligidan quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$H/h = b/a.$$

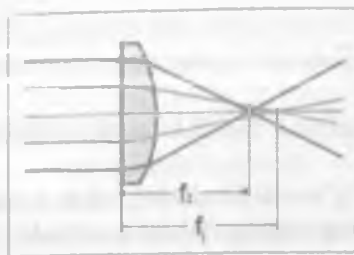
Binobarin, linzaning kattalashtirishi tasvirdan linzagacha bo'lgan masofaning linzadan buyumgacha bo'lgan masofaga nisbatiga teng:

$$k = b/a. \quad (4)$$

Linzalar (raqamli) kameralar, mikroskoplar, teleskoplar, shishalar, spektroskoplar va optoelektron asboblari kabi ko'pchilik qurilmalarda qo'llaniladigan optik elementlar hisoblanadi. 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 "sferik aberrasiya" o'rganiladi. Linza akslantirishidagi boshqa xatoliklar, ya'ni "xromatik aberrasiya", "akslantirish buzilishlari" (barrel va yostiqlik) va boshqalar.



5-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 kesadi.

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 (5-rasm) Natijada optik o'q oldidagi (atrofida) fokal tekislikda nurlar uncha katta bo'lmagan aylana sohasini shakllantiradi.

Linzalarning aberrasiyasi turli usullar bilan kamaytirilishi mumkin, masalan linzaning oldingi va orqa sirtlarining egrilik radiuslarini munosib tanlash orqali kamaytirish mumkin.

QURULMANING TAVSIFI



6-rasm

(1) transformator, (2) optik taglik, (3) yoritgich, (4) difragma, (5) qavariq linza, (6) ekran.

6 voltli lampa cho'g'langanda, korpusdagi lampa qo'yilmasini shunday buringki, lampa tolasining yorqin siymosi ekranda aniq

ko'rinsin. Buyumni lamopa korpusiga o'rnatib difragma bilan chetki nurlarni kamaytiring. Kerakli o'lchamlarni yozib oling.

O'LCHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

I- topshiriq. Yig'uvchi linzaning fokus masofasi va linza kattalashtirishini aniqlash.

1. Lampani optik kursida 6-rasmda tasvirlanganidek sozlang.
2. Lampa tolasining tasviri gorizontal bo'lishi uchun lampa qo'yilmasini to'g'rilang.
3. Yarim shaffof ekranni sozlang va lampa bilan yarim shaffof ekran orasiga linzani qavariq tomoni bilan joylashtiring.
4. Biror-bir aniq o'lchamga ega bo'lgan buyumni o'lchamini aniqlab(h), lampa tutqichiga joylashtiring.
5. Gulsafsarsimon shaklli diafragmani lampa oldiga joylashtiring va uni to'liq oching. Yarim shaffof ekranda buyumning ravshan tasviri hosil bo'lguncha, linzani (lampa tomon) siljiting.
6. Ekranni yoritkichdan (buyumdan) uzoqroq o'rnatib, ularning orasiga linza qo'yiladi va ekranda buyumning tasviri aniq ko'ringuncha linza u yoq bu yoqqa suriladi.
7. Taglik bo'ylab o'rnatilgan chizg'ichdan buyum va linza orasidagi masofa(a), linza va ekran vaziyatlari (b) aniqlanib fan daftaringizga yozing.
8. Ekranda buyumning aniq tasviri hosil qiling va uni o'lchab oling(H).
9. (3) ifoda orqali linza kattalashtirishini aniqlang.
10. (2) ifoda orqali linzaning fokus masofasini toping.
11. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

1-jadval. Linza fokusini aniqlash

№	h(m)	H(m)	k	a(m)	b(m)	F(m)	F_0 (m)	D(dptr)	ΔF	$\epsilon(\%)$
1										
2										
3										

12. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

2- topshiriq. Monoxromatik to'liq yordamida linza fokus masofasini aniqlash.

1. Lampa korpusiga monoxromati yorug'lik filtrimi o'rming.

2. 1- topshiriqdagi 1-11 bandlarni takrorlang.

2-jadval. Linza fokusini topish.

N ₂	$\lambda(\mu\text{m})$	$h(\text{m})$	$H(\text{m})$	K	$a(\text{m})$	$b(\text{m})$	$F(\text{m})$	$F_0(\text{m})$	$D(\text{dptr})$	ΔF	$\epsilon(\%)$
1											
2											
3											

3. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

3- topshiriq. Linzaning sferik aberratsiyasini aniqlash.

1. Chetki yorug'lik nurlarini blokirovka qilish uchun markazi tuynukli diafragmmani linzaning tekis tomoniga qotiring.

2. Linzani siljitish orqali buyumning ravshan tasvirini oling. Linza f_1 uchun buyum va tasvirning turgan o'rnini yozib oling.

3. Kichik tuynukli diafragmmani xalqasimon diafragma bilan almashtirib markaziy nurlarni kesing.

4. Nurni ravshan tasvir kuzatish mumkin bo'lguncha linzani siljiting.

Chetki nurlar hosil qilgan tasvirlar kichik ravshanlikka ega.

5. Linza f_2 uchun buyum va tasvirning turgan o'rnini yozib oling.

6. Tasvirning nuqsoning $\Delta f = f_2 - f_1$ orqali aniqlang.

3-jadval. Linzaning sferik aberratsiyasini aniqlash.

N ₂	$a(\text{m})$	$b(\text{m})$	$f_1(\text{m})$	$f_2(\text{m})$	$\Delta f(\text{m})$
1					
2					
3					

7. Buyum tekisligidan ekrangacha masofani o'zgartirib, ta'rifni ber.

SINOV SAVOLLARI

1. Yupqa linza deb nimaga aytiladi?
2. Linzalarning qanday turlari bor?
3. Linzaning bosh optik o'qi, fokusi va fokal tekisligi deb nimaga aytiladi?
4. Yupqa linza formulasini keltirib chiqaring?
5. Linzaning optik kuchi deb nimaga aytiladi?
6. Linzaning fokus masofasini aniqlash usullarini tushuntiring.

LABORATORIYA ISHI № 2

NYUTON HALQALARI YORDAMIDA LINZANING EGRILIK RADIUSINI VA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

Tajriba maqsadi:

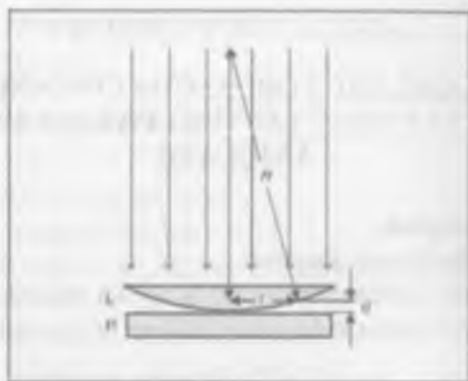
- Interferensiya hodisasini kuzatish.
- Nyuton halqalari yordamida linzaning egrilik radiusini aniqlash.
- Nyuton halqalari yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash.

Kerakli jihozlar: pretsezion optik stol, naezdniklar, galogen lampa, ulovchi similar, yorug'lik filtirlari, linza, ekran.

NAZARIY TUSHUNCHA

Suvdagi yupqa va neft qatlamlaridagi juda yupqa sovun pardalaridagi va yupqa havo qatlamlaridagi rangli hodisalar yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi sababli yuzaga keladi. Bugungi kunda yupqa qatlamlardagi yorug'likning interferension hodisalaridan shisha sirtidan akslanishlarni kamaytirish maqsadida foydalaniladi.

Nyuton halqalari bir-biriga juda yaqin bo'lgan ikkita sindiruvchi sirtlardan yorug'likning qaytishi va sinishi natijasida yuzaga keladi. Mazkur tajribada Nyuton halqalari egrilik radiusi katta bo'lgan va juda sust qavariq tomoni yassi shisha plastina bilan tutashgan yassi qavariq linza orqali generasiyalanadi. Agar bu birikma perpendikulyar tushayotgan parallel oq yorug'lik bilan yoritilsa, ikki sirt tutashgan nuqta atrofida rangli shakldagi konsentrik halqalar hosil bo'ladi. Interferension halqalar qaytgan yorug'likda ham, o'tgan yorug'likda ham kuzatiladi. Interferension halqalar orasidagi masofa doimiy emas, chunki bitta tutashuvchi sirt egik.



1-rasm.

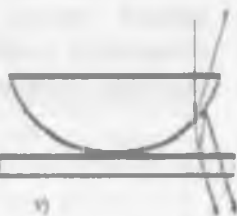
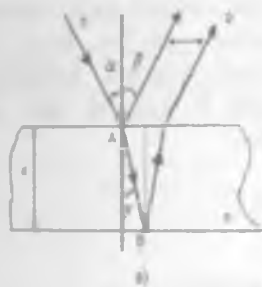
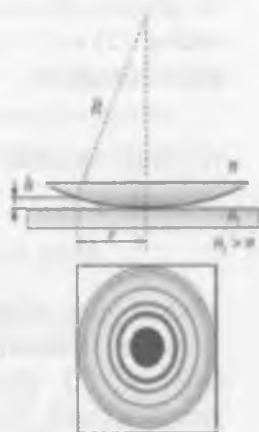
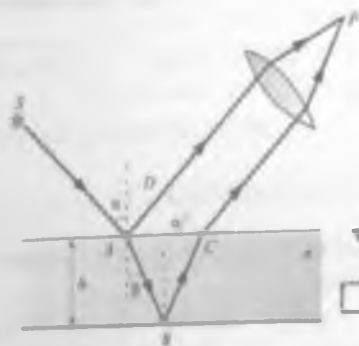
Yassi shisha plastina bilan egrilik radiusi katta bo'lgan yassi-qavariq linzaning sxematik tasviri. P: shisha plastina, L: yassi-qavariq linza, R: egrilik radiusi, r : shisha plastina bilan linzaning tutashgan nuqtasigacha masofa.

Monoxrematik yorug'lik to'liq bir-biriga jips tegib turuvchi shisha plastinka va qavariq linza sistemasidan o'tganda (yoki qaytganda) navbatlashib keluvchi qorong'i va yorug' xalqlar ko'rinishidagi interfrension manzara kuzatiladi, ular Nyuton xalqlari deb ataladi. Bu manzara yupqa shaffof plastinkalarga nur tushib qaytganda hosil bo'ladigan kogerent nurlarning ko'shilishi natijasida hosil bo'ladi. 1 va 2 nurlarning yo'l farqini (2-(a)-rasm) aniqlash uchun quyidagi ifodani hosil qilishi mumkin:

$$\Delta = (AB + BD)n - \left(AC + \frac{\lambda}{2}\right) = 2d\sqrt{n^2 + \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

Nyuton xalqlari kuzatiladigan qurilmada (2(b)-rasm) havo qatlami juda kichik bo'lgani uchun

$BD \approx d$ munosabat o'rinli. Interferensiyanuvchi nurlarning yo'l farqi qaytgan nur uchun:



$$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

qurilmada o'tgan nur uchun:

$$\Delta = 2d + 2\frac{\lambda}{2} = 2d + \lambda \quad (3)$$

d juda kichik masofa, uni bevosita o'lchash qiyin. Uni 2(b)-rasmdan foydalanib aniqlab, (2) va (3) munosabatlarni mos ravishda quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} \quad (2,a)$$

$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \lambda \quad (3,a)$$

bu yerda r – Nyuton xalqalarining R ($r \ll R$) esa linzaning egrilik radiusi, (2) va (3) ifodalarni qurilmadan qaytgan nur qorong'i xalqalari radiuslari uchun

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \quad (4)$$

va yorug' xalqalari radiuslari uchun esa

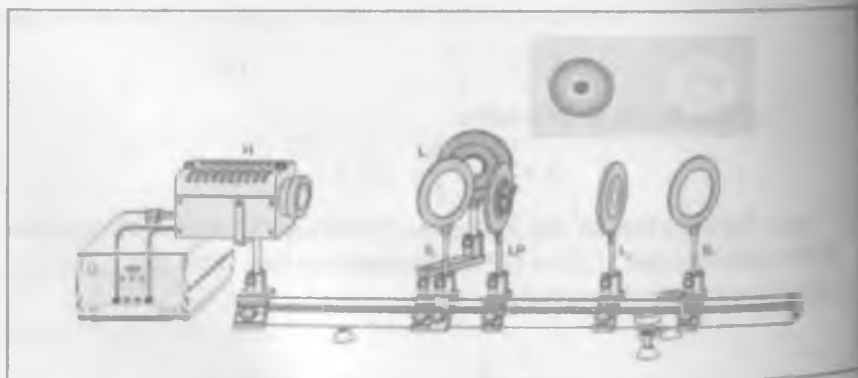
$$r_s = \sqrt{(2k+1)\frac{R\lambda}{2}} \quad (5)$$

ifodani hosil qilish mumkin. Qurilmadan o'tgan nurlar (2(v)-rasm) uchun bu ifodalarning o'rni almashtiriladi.

(4) va (5) ifodalardan linzaning egrilik radiusi R ni yoki monoxramatik yorug'lik to'lqin uzunligi λ ni aniqlash mumkin. Biroq shisha mo'rt materiallardan bo'lgani uchun linza bilan jips joylashtirish qiyin (juda kichik qalinlikda bo'lsa ham havo qatlami mavjud bo'ladi). Ushbu holatni yuzaga keltiradigan (kamchilik) xatolikni yo'qotish maqsadida R kattalik ikki xalqa radiuslari ayirmasidan foydalanib aniqlanadi:

$$R = \left(\frac{r_2^2 - r_1^2}{m - n} \right) \frac{1}{\lambda} \quad (6)$$

QURULMANING TAVSIFI



3- rasm. Nyuton xalqalarini kuzatish uchun tajriba qurilmasi.

H: galogen lamp, LP yassi-qavariq linza va shisha plastina, S_1, S_2 nur ajratgichlar
 L_1, L_2 xalqalami shakllantirish uchun linzalar. H: galogen lamp
 tutqichiga yorug'lik filtrini o'mating. LP va S_1, S_2 nur ajratgichlar
 L_1, L_2 xalqalardan yorug'lik dastasi o'tib interfrension manzaarani
 ekranda namoyon qiling.

O'LGHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. 3- rasmda tasvirlangandek tajriba jihozlarini ishga sozlang.
2. Oq yorug'likda Nyuton halqalarini kuzating.
3. Yorug'lik filtrini galogen lamp nurini yo'liga o'mating va ekranda Nyuton halqalarining radiuslari aniq ko'rinsin.
4. Proyeksiyalangan masshtab orqali markazning yorqin(n) va qoramtir(m) diametrini o'lchang.
5. (6) ifoda orqali linzaning egrilik radiusini aniqlang.
6. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

1-jadval. Linza egrilik radiusini aniqlash.

N_2	N	m	r_n	r_m	$\lambda(\mu)$	R(m)	$R_{o'rt}(m)$	ΔR	$\epsilon(\%)$
1									
2									
3									

7. Yorug'lik filtri to'lqin uzunligi (λ) ni 2- ilovadan foydalanib yozib oling.
8. Yorug'lik filtrini o'zgartirib linzaning egrilik radiusi aniq deb (6) ifodadan (λ)ni toping.
9. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLAR

1. Yorug'lik interferensiya hodisasi va uning tajriba sharoitida kuzatish usullarini ayting.
2. Interferensiya hodisasi qaysi sohada va nima maqsadlarda foydalaniladi.
3. Nyuton halqalari qanday hosil bo'ladi.
4. Qaytgan nur qorong'u halqalari radiuslarining ifodasi nimaga teng?
5. Linzaning egrilik radiusini formulasini ifodalang.

LABORATORIYA ISHI № 3

DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIK TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

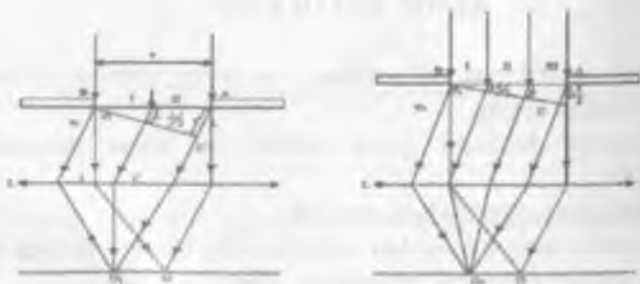
Tajriba maqsadi: spektrning turli sohalarida yorug'lik to'lqin uzunligi aniqlash.

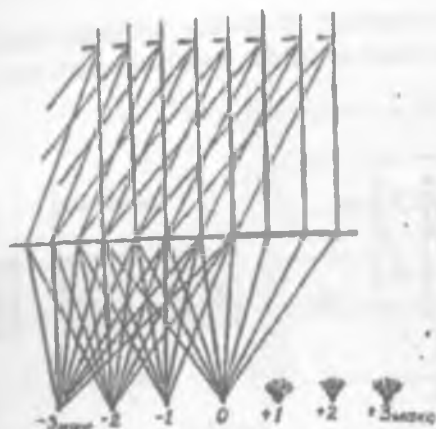
Kerakli jihozlar: Yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma, difraksiyon panjara, cho'g'lanma elektr lampasi.

NAZARIY TUSHUNCHA

Yorug'lik nurlarini yo'lida uchraydigan kichik tirqish orqali o'tib ekranda yorug' va xira yo'llar hosil qilishiga, ya'ni nurlarning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishidan chetlashishiga, yorug'lik difraksiyasi deyiladi. Difraksiya hodisasini yuygens prinsipi asosida tushintirish mumkin. Bu prinsipga ko'ra, to'lqin frontning har bir nuqtasini elementar to'lqinlar hosil qiluvchi mustaqil manba deb qarash mumkin. Nurning to'lqin uzunligi qisqa bo'lganligi uchun to'g'ri chiziqli tarqalishdan chetga chiqishi oz bo'lsa buni kuzatishda nurni juda kichik tirqishdan o'tkazish lozim. Odatda laboratoriya ishlarida har bir millimetrida 100 tagacha tirqishlari bo'lgan oddiy shisha difraksiyon panjara ishlatiladi.

Difraksiyon panjaraning parametrlaridan biri difraksiyon panjara davri. Difraksiyon panjara davri (doimiysi) deb tirqish kengligi (a) bilan tirqishlar orasidagi masofa (b)ning yig'indisiga aytiladi ($d = a + b$) (1-rasm).





1-rasm

1-rasmda esa ko'p burchaklar ostida beriladigan nurlar ko'rsatilgan. Agar yorug'lik manbaidan chiqadigan nur murakkab yorug'likdan iborat bo'lsa, ekranda hosil bo'ladigan tasvir rangli bo'ladi. Bunda rangli tasmalar qora tasmalar bilan ajratilgan bo'ladi. Ekrandagi bundan rangli tasvirga difraksion spektr deyiladi. Spektrlarda hosil bo'ladigan difraksion maksimumlar quyidagi shartga asosan topiladi:

$d \sin \varphi = \delta$ bunda δ - ikki chetki nurlar orasidagi yo'l farqi. Agar butun to'liq uzunligiga karrali bo'lsa, ya'ni $\delta = k\lambda$, unda A nuqtada maksimum kuzatiladi.

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

$$k = 0, 1, 2, 3 \dots$$

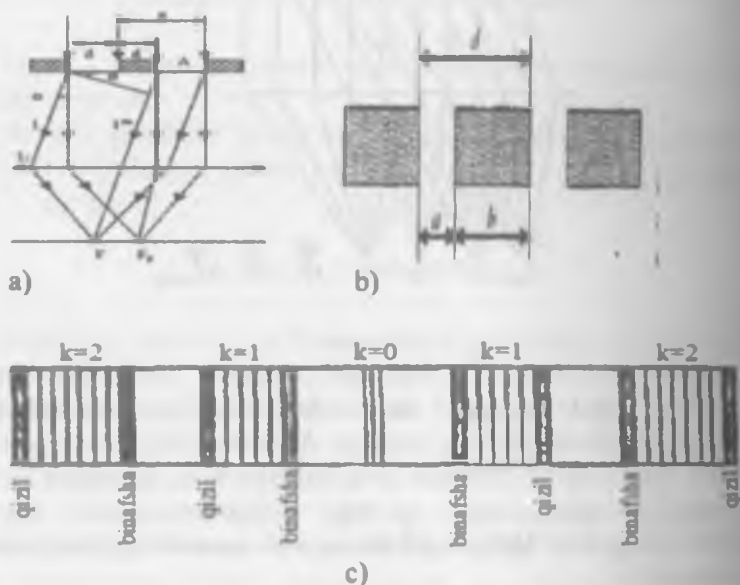
(1) tenglamadan λ - ni topamiz

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

Odatda difraksion panjaraga murakkab yorug'lik tushganda bitta spektr o'rnida spektrlar seriyasi hosil bo'ladi (1-rasm).

$k = 0$ bo'lganda (2-rasm) $\varphi = 0$, bunda markaziy oq tasma, yorug'lik manbaining rangiga mos keladi. $k = 1$ bo'lganda, oq

usimaning ikki tomonidan simmetrik ravishda rangli tasvirlar hosil bo'ladi, bu tasma binafsha nurdan boshlanib, qizil rangda tugallanadi.



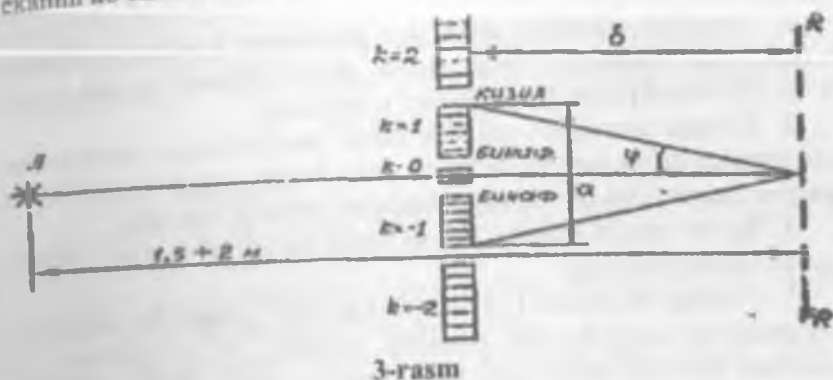
2-rasm

Hosil bo'lgan spektrga birinchi tartibli spektr deyiladi. Spektrning qizil sohasi binafsha nurga nisbatan kattaroq burchakka siljigan bo'ladi. $k = 2$ bo'lganda ikkinchi tartibli spektr va hokazo tartibli spektrlar hosil bo'ladi.

Difraksion panjara yordamida to'liq uzunligini laboratoriya usulida aniqlash maqsadida 3-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanish mumkin. Bu sxemada lampadan parallel nurlar tirqish orqali difraksion panjaraga tushiriladi. Kuzatuvchi difraksion panjara orqali qaraganda tirqish joylashgan shkalada spektrlarni kuzatadi. Birinchi tartibli spektrda binafsha nurlar orasidagi masofa "a" va shkala bilan difraksion panjara orasidagi masofa "b" bo'lsin (2) formuladan λ ni topish uchun $b \gg a$ shartidan foydalanib $\sin \varphi = \frac{a}{b}$ va 3-rasmdan

$$\sin \varphi = \frac{a}{b} \quad (3)$$

ekranini ko'rish mumkin



3-rasm

(3) ifodani (2) formulaga qo'ysak:

$$\lambda = \frac{d \cdot a}{2k \cdot b}$$

(4)

QURULMANING TAVSIFI



4-rasm.

(1) Chizg'ich, (2) cho'glanma elektr lampa, (3) millimetrli shkala, (4) difraksion panjara.

(3) millimetrli shkala tirqishidan (2) nurlarini shunda o'tazingki nurlar parallellik shartini bajarib (4) ga yetganda millimetrli shkalada bir necha yorug'lik to'lqining maksimumlar(spektrlar: binafshadan to qizilgacha bo'lgan ranglar) hosil bo'lsin.

O'LGHASH VA NATIJALARNI HISOB

1. Yorug'lik manbaini difraksion panjaradan 1,5-2 m uzoqlikda o'rnatib, tok manbaiga ulang. Bunda nurlar dastasini tirqish orqali o'tib, difraksion panjaraga tushishini ta'minlang.

2. To'lqin uzunligini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilmaning old qismiga difraksion panjarani o'rnatib, lampa, tirqish va difraksion panjara lampa bilan bir xil balandlikda bo'lishini ta'minlang.

3. Spektr tasviri shkala shitida hosil bo'lgan shitni brusok ustida harakatlantiring.

4. Shitdagi shkaladan 1 va 2-tartibdagi qizil va binafsha nurlarning chegaralarini aniqlab ular orasidagi masofa "a" ni ulchang. (a masofani birinchi tartibli qizil yoki binafsha, xuddi shunday ikkinchi tartibli va hokazo tartibli spektrlar uchun ham olish mumkin).

5. Brusok bo'ylab difraksion panjaradan shkalagacha bo'lgan masofa "b" ni yozib oling.

6. "a" va "b" qiymatlarini (4) formulaga quyib λ ni aniqlang.

7. Topilgan qiymatlarni jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

1- jadval. Spektrlarni to'lqin uzunligini aniqlash

№	K	d(m)	a(m)	b(m)	$\lambda(10^{-7}\text{m})$	$\Delta\lambda(10^{-7}\text{m})$	$\varepsilon(\%)$
1							
2							
3							
4							

8. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'likning to'lqin tabiatini tushintiring.
2. Yorug'lik difraksiyasi nima?
3. Dispersion spektr difraksion spektrdan qanday farq qiladi?
4. Qaysi nur difraksiya spektorda eng katta og'ish burchagiga ega bo'ladi?

QO'SH TIRQISHDA VA KO'P SONLI TIRQISHDA DIFRAKSIYA - VIDEOCOM VOSITASIDA QAYD QILISH VA HISOBLASH.

Tajriba maqsadi:

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

- 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.

Kerakli jihozlar: qo'sh tirqishli diafragma, qo'sh tirqishli diafragma, prujinali siqib turuvchi tutgich, He-Ne-Lazer, chiziqli qutblangan, polarizatsion filter, videoCom, gardishli linza, optik stol, profili standard optik reyder

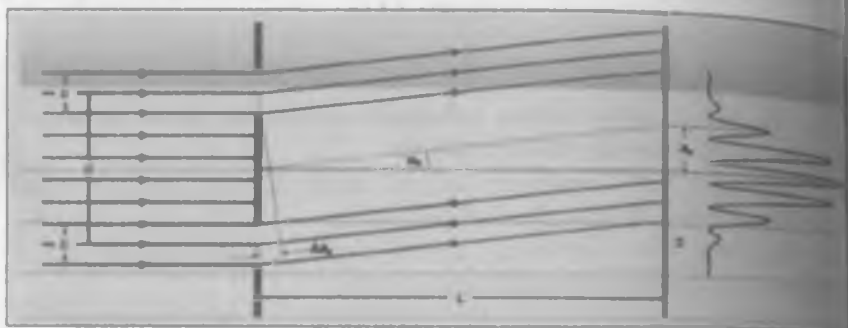
NAZARIY TUSHUNCHA

Erkin tarqalayotgan yorug'lik nurning 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 tomondan difraksion obyektidan cheksiz masofada joylashgan yorug'lik manbasiga va ikkinchi tomondan xuddi shuningdek difraksion obyektidan cheksiz masofada 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 obyektidan chekli masofada joylashadi. Masofa ortib borgani sari

Frenel difraksiyon tasvirlari Fraungofer difraksiyon tasvirlariga o'xshashroq bo'lib boradi. Fraungofer difraksiyasi holida difraksiyon tasvirlarni hisoblash ancha soddaroq. Shu sababli mazkur ishda bayon qilingan tajribalar Fraungofer nuqtai nazariga asoslangan.



1-rasm. Qo'sh tirqishdan yorug'lik difraksiyasining.

b : tirqish kengligi

g : tirqishlar oralig'i

L : tirqish bilan ekran orasidagi masofa

x_2 : markazdan 2-intensivlik minimumigacha masofa

α_2 : 2-susaygan interferensiya kuzatiladigan yo'nalish

Δs_2 : yo'llar farqi

S: kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

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

Difraksion tasvirni hisoblash uchun, N tirqishlardan iborat, bir birtan teng masofalarda joylashgan tirqishlardan kelayotgan barcha dastalarning tebranish holatlari, fazalari farqi e'tiborga olingan holda qo'shiladi.

Natijada kuzatish tekisligining ixtiyoriy joyidagi x difraksiyalangan yorug'lik maydon kuchlanganligining amplitudasi A olinadi. Bu metod orqali amplituda taqsimotidan $A(x)$ bevosita intensivlik taqsimoti $I(x)=A^2(x)$ hisoblanadi. Amalda, kichik difraksion burchaklar ($\sin\alpha \approx \alpha$) holida, kengligi d bo'lgan, N tirqishlar uchun quyidagi proporsionallik olingan

$$I(\alpha) \propto \frac{1}{N^2} \cdot \frac{\sin^2\left(2\pi \frac{b}{\lambda} \alpha\right)}{\left(2\pi \frac{b}{\lambda} \alpha\right)^2} \cdot \frac{\sin^2\left(N\pi \frac{d}{\lambda} \alpha\right)}{\sin^2\left(\pi \frac{d}{\lambda} \alpha\right)} \quad (1)$$

Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi uchinchi had, cheksiz tor va bir tekis taqsimlangan N ta tirqishdan yorug'lik to'lqinining difraksiyasi kuzatiladigan intensivlikning maksimumi va intensivlikning minimumlari davriyligining ketma-ketligini ifodalaydi. Tenglamaning (1) o'ng tomonidagi ikkinchi had chekli tirqish kengligining b ta'sirini ifodalaydi. Bu had difraksion tasvirning "qobig'i" hisoblanadi va yakka tirqish kengligi b ning difraksion ta'siriga mos keladi. Shunday qilib, ko'p sonli tirqishlarning ($N \geq 2$) difraksion tasviri yakka tirqishning difraksion tasviri orqali modulyasiyalanadi. Birinchi had $1/N^2$ intensivlikning tirqishlar soniga bog'liqligini ifodalaydi.

VideoCom bilan intensivlik taqsimotini qayd qilish

Tajribada difraksiyon tasvirning intensivlik taqsimoti $I(\alpha)$ VideoCom ning bir satrli ZBA kamerasi yordamida qayd qilinadi. Bunda difraksion tasvir 2048 pikselga ega bo'lgan ZBAda (ZBA: zaryad bog'lanishli asbob) aks etadi va ketma-ketli interfeys orqali kompyuterga uzatiladi.

VideoCom bilan bog'langan kompyuter dasturi intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ ko'rsatadi va bu esa (IV) tenglamaga asosan nazariya bo'yicha kutilgan intensivlik taqsimoti bilan uni tez va bevosita taqqoslashga imkon beradi.

QURILMANING TAYSIPI



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

L_1 : linza $f=+5$ mm, L_2 : linza $f=+50$ mm, L_3 : linza $f=+500$ mm, P: polarizatsion filtr, H: prujinali qisqichli tutqich, S: kuzatish tekisligi (VideoCom ning ZBA kanali)

O'LCHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. Optik reyderdan foydalanib, geliy-neonli lazerni optik stolga 2-rasmda keltirilgandek o'rming.
2. Fokus masofasi $f=+5$ mm bo'lgan sferik linzani L_1 lazer old tomonidan taxminan 20 sm masofada o'rming $f=+50$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L_2 sferik linza L_1 orqasiga taxminan 6 sm masofada joylashtiring va fokus masofasi $f=+500$ mm bo'lgan yig'uvchi linzani L_3 nurning yo'liga VideoCom dan taxminan 50 sm da joylashtiring va uni lazer nurining tasviri VideoCom ning ZBA kanalida keskin bo'ladigan qilib o'rming.
3. Uchta qo'sh tirqishli diafragma bor prujinali siqib turuvchi tutqichni L_2 bilan L_3 oralig'iga nurning yo'liga joylashtiring.
4. Polarizatsion filtni P lazer bilan linza L_1 oralig'iga o'rming.
5. VideoCom ni kompyuterga ketma-ket interfeys orqali ulang va "VideoCom Intensities" dasturini ishga tushiring.
6. Intensivlik taqsimotini qayd qilish uchun tugmachani (256 pikselga) yoki F8 klavishani bosing. (O'lchash davomida doimo o'lchangan qiymatlar yangilanadi, ya'ni ular jadvalga yozilib, grafikda namoyon qilinadi)

7. F5 klavishani bosish orqali «Calibration/Comparison with Theory» menyusini chaqiring.

1- topshiriq. 3 xil qo'sh tirqishli diafragmada difraksiya ($g = 0,25$ mm):

1. $b=0,10$ kenglikdagi qo'sh tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling. F8 klavishaga bosiladi va polarizasion filtrning P optimal sozlanmasi tanlanadi.
2. Difraksion tasvirlarni qayd qilish uchun F9 klavishani bosing.
3. F2 klavishani bosib natijalarni saqlang (o'zingizga maqbul fayl nomi bilan).

4. O'lchashlarni $b = 0,15$ mm va $b = 0,20$ mm bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang

Tirqish kengligi b ortgan sari intensivlik taqsimotidagi intensivlikning asosiy

maksimumlari geometrik soya sohasi tomon siljiydi. Difraksion tasvirning yirik strukturasi (qobig') tirqish kengligiga b bo'g'liq. Doimiy tirqishlar oralig'i g intensivlik taqsimotidagi doimiy "nozik struktura"da namoyon bo'ladi. Past keskinlikli ikkilamchi maksimumlar orasidagi masofa sezilarli darajada o'zgaradi.

Hisoblangan intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ o'lchangan taqsimot bilan taqqoslash orqali tirqishning kengligini b aniqlash mumkin.

5. Tirqishlar kengligi $b=0,1$ mm bo'lgan qo'sh tirqishdan intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ modellashtirish uchun F5 klavishani bosib, «Calibration/Comparison with Theory» menyusini chaqiring(saqlangan o'lchashlar tugma F3 klavisha orqali qayta yuklanishi mumkin).

6. Intensivlik taqsimotini modellashtirishni bajarishdan oldin «Diffraction Angle» jadvalida «Zero Point Corresponds to Maximum» va «Background at Minimum» avtomatik tuzatishni o'mating.

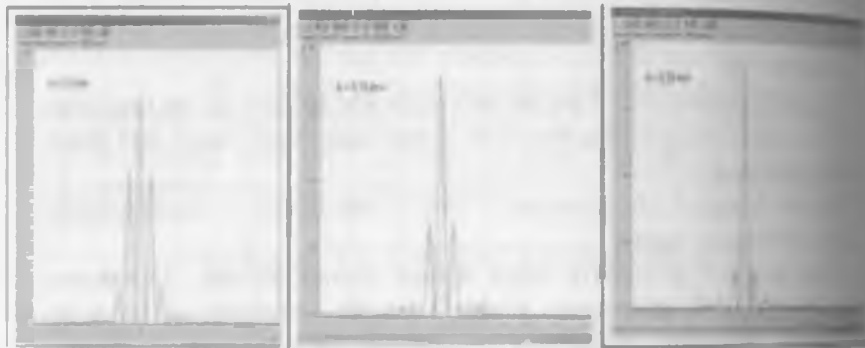
Intensivlik taqsimotini tenglama (1) bo'yicha modellashtirishda lazerning to'lqin uzunligi λ ma'lum parametr sifatida kiritiladi. Linza L3 ning effektiv fokus masofasi $f = +500$ mm ham ma'lum o'lchash miqdori hisoblanadi. Parametr sifatida kiritilishi mumkin bo'lgan maksimal amplituda $I(\alpha)$ joriy o'lchashlardan

«Theory» jadvalidagi «Automatic Maximum» tugmasiga chertib orqali avtomatik tarzda aniqlanadi.

7. «Theory» jadvalidan «Grating» difraksion panjarani tanlang va tirqishlarning sonini N hamda tirqishlar orasidagi masofani g kiriting.

8. Kiritilgan tirqishning kengligini modellashtirish uchun boshlang'ich qiymat deb qabul qiling.

9. O'lchangan va hisoblangan intensivliklar egriliklari orasida yetarli darajada muvofiqlikga erishilmaguncha, tirqish kengligi b parametrini o'zgartirishni takrorlang.



3- rasm. Qo'sh tirqishning ($N=2$) tirqishlar oralig'iga b (qora chiziq) bog'liq difraksion tasvirlari. Qizil chiziqlar tenglama (1) bilan modellashtirishga mos keladi.

10. Olingan tajriba natijalaridan tegishli xulosa chiqaring va fan daftaringizga hisobot yozing.

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

1. $g = 0,25 \text{ mm}$ tirqishlar oralig'i uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling va natijani saqlang.
2. O'lchashlarni $g = 0,50 \text{ mm}$, $g = 0,75 \text{ mm}$ va $g = 1,00 \text{ mm}$ bo'lgan qo'sh tirqishlar uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.
3. 1- topshiriqdagi 3-9 bandlarni takrorlang.
4. Olingan tajriba natijalaridan tegishli xulosa chiqaring va fan daftaringizga hisobot yozing.

3- topshiriq. 5 xil ko'p sonli tirqishli diafragmada difraksiya ($b = 0,20 \text{ mm}$ va $g = 0,25 \text{ mm}$):

1. $N = 2$ tirqish uchun intensivlik taqsimotini $I(\alpha)$ qayd qiling va natijani saqlang.
2. O'lchashlarni $N = 3, 4, 5$ va 40 uchun takrorlang va har bir holat uchun natijalarni yangi fayl nomi bilan saqlang.
3. 1- topshiriqdagi 3-9 bandlarni takrorlang.
4. Olingan tajriba natijalaridan tegishli xulosa chiqaring va fan daftaringizga hisobot yozing.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'lik difraksiyasini qanday usullar bilan aniqlanadi?
2. Ko'p sonli tirqishli diafragmada difraksiya bilan oddiy difraksion panjarad bo'ladigan difraksiyaning farqi nimada?
3. Difraksiya hodisasi qaysi sohalarda ishlatiladi?

LABORATORIYA ISHI № 5

MAYKELSON INTERFEROMETRI YORDAMIDA GELIY- NEON LAZER NURINING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

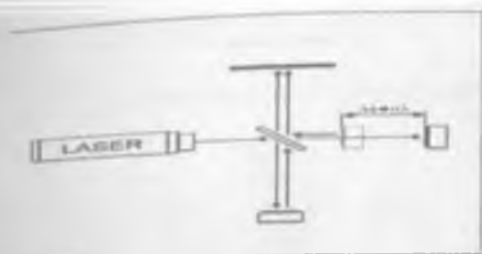
Tajriba maqsadi: Maykelson interferometri yordamida geliy-neon lazer nurining to'lqin uzunligini aniqlash, uslubiyotini shakillantrish.

Kerakli jihozlar: Geliy neon lazeri, yarim yaltiroq plastinka, ikkita ko'zgu, siferik linza va mikrometrik shkala.

NAZARIY TUSHUNCHA

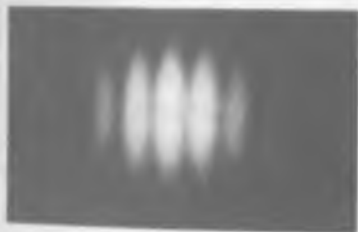
Interferometriya nihoyatda aniq va sezgir o'lchash metodi hisoblanadi, masalan uzunlikning kichik miqdorini o'zgarishini moddalar, sindirish ko'rsatgichlarini va yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash. Maykelson interferometri ikki nurli interferometrlar oilasiga mansub.

Manbadan kelayotgan kogerentyorug'lik nuri optik komponentda (yarim yaltiroq plastinka) tushganda ikki qismga ajraladi (1- rasm). Nurning bu qismlari turli yo'llardan harakatlanadi va ko'zgulardan qaytib, boshqa optik komponentga yo'naladi va ular bu yerda ustma-ust tushadi. Natijada interferension manzara yuzaga keladi. Agar bu nurlar birining yo'lda sindirish ko'rsatgichi linza geometrik holati o'zgarsa, parametri o'zgarmagan nurga nisbatan raza siljishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida interferension manzarani o'zgarishiga olib keladi. Interferension manzarani o'zgarishiga qarab tegishli fizik kattaliklardan sindirish ko'rsatgichining yoki optik yo'l farqini aniqlash mumkun.



1-rasm

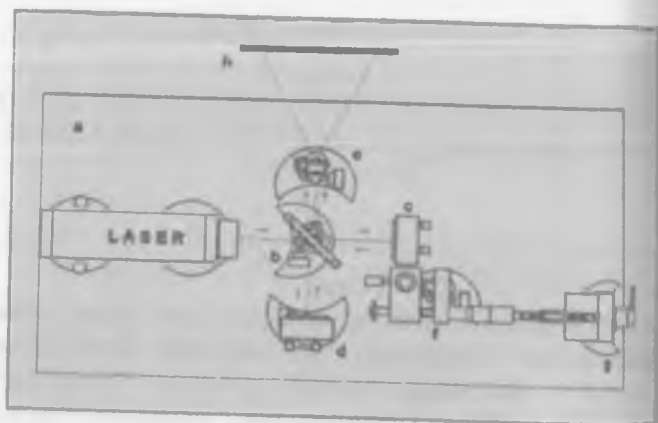
Maykelson interferometrining ishlash prinsipi bilan tanishaylik. Lazer qurilmasidan chiqayotgan monoxramatik yorug'lik nurlari yarim shaffof plastinkaga tushadi (1-rasm). Yorug'lik nuri plastinkada ikkita tashkil etuvchiga ajraladi. Qaytgan va o'tgan nurlar o'zaro perpendikulyar ravishda joylashgan 1 va 2 ko'zgulardan orqaga qaytadi. 1-ko'zgudan qaytgan nur plastinkadan qisman o'tib, kuzatuvchining ko'zi tomon yo'naladi. 2 ko'zgudan qaytgan nur plastinkadan qaytib, u ham kuzatuvchi tomon yo'naladi. Bu nur birinchi nur bilan interfrensiyalashishi tufayli ekranda qorong'u va yorug' tasmlardan iborat bo'lgan interfrensiyon manzara namoyon bo'ladi. (2-rasm)



2-rasm

QURULMA TAVSIFI

Sirti shikastlangan yoki iflos optik elementlar interfrensiyon tasvirning buzilishiga sababchi bo'lishi mumkin. Yassi ko'zgu dastasini, nur ajratgichni va sferik linzani ehtiyotkorlik bilan changlardan saqlang va qurilmaning optik qismlariga qo'l tegizishdan saqlaning. 3- rasmda optik tayanch plitadagi yaratilgan lazer va Maykelson interferometri qurilmasi tasvirlangan.



3-rasm.

(a) Lazerni tutib turgichga o'rnatib va uni tayanch plitaning chap chetiga joylashtiring, lazerni tarmoqqa ulang va uni qo'shing. Lazerni regulirovka vintlar orqali plitaga qotiring. Nurni bo'lgich: (d) Qaytgan va (c) o'tgan nurlar bir xil intensivlikka ega bo'lishini ta'minlang, nur bo'lgichni nur yo'liga 45° burchak ostida qo'ying.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1. Taglikka 3-rasmga keltilgan shaklga qurilmalarni yig'ing.
2. Lazer va qurilmalar plitasiga mexanik zarbalardan ehtiyot bo'ling va taminlang (masalan stolni silkitman va urmang). Qurilmalarga havo oqimi tushishiga yo'l qo'ymang.
3. Yarim shafof ekranda (z) interferension tasmalarni sanash mumkin bo'lgan, intensivliklar maksimumlarining o'rnini belgilang.
4. Reduktor dastasiga yengilgina qo'lingizni qo'yib reduktorni to interferension tasmalar harakatlanishni boshlaguncha sekin va bir tekis aylantiring (sizga bir necha aylanish talab qilinishi mumkin) va to'liq bir marotiba dastagni aylantrishda ($N=1$), o'tadigan interferension tasmalar soni (z) ni sanang.
5. Reduktorni aylantirishni davom eting va shu bilan birgalikda o'tadigan interferension tasmalarning belgidan o'tishini va reduktor aylanishlar sonini qayd qiling.

6. Reduktor aylanishlar soni N yassi kuzguning umumiy siljishi ds, lazer nurlanishining to'lqin uzunligi λ va sanalgan maksimumlari orasidagi munosabatdan foydalanib to'lqin uzunligi λ aniqlang.

$$ds = 5\mu\kappa \cdot N \quad \text{va} \quad Z \cdot \lambda = 2ds \quad (1)$$

bu tenglamadagids oldidagi 2 soni va qaytgan nur uchun ham ta'luqli bo'lgani uchun. Bu vaqtda λ -to'lqin uzunligi quydagicha topishimiz mumkin.

$$\lambda = 2 \frac{ds}{Z} \quad (2)$$

Keltilgan tenglamada 2 soni, lazer nuri ko'zguga tushish va undan qaytayotganligi uchun ds masofani 2 marta o'tishi hisobga olingan.

7. O'lchangan va hisoblangan fizik kattaliklarni hamda ularni aniqlashda yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatoliklar qiymatlarini 1-jadvalga kiriting.

1-Jadval.

N _o	N	Z	ds	λ	λ_0	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda$	H
1								
2								
3								

8. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'lik interferensiyasini qanday uslubiyotlar asosida kuzatiladi?
2. Maykelson interferometrida kogrent manbaalar qanday yaratiladi?
3. Maykelson interferometrida interferensiya hodisasini kuzatish uchun qanday optik qurollardan foydalaniladi?
4. Maykelson interferometrida muhit sindrish ko'rsatgichining o'zgarishi yoki interenfiyani hosil qiluvchi yorug'liklarning yo'l ayirmasining kattaligi qanday aniqlanadi?

LABORATORIYA ISHI № 6

LAZER OPTIKASI QURILMASIDA O'TKAZUVCHI GOLOGRAMMANI OLISH

Tajriba maqsadi:

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

Kerakli jihozlar: lazer optik kursi, chiziqli qutblangan He-Ne lazer, lazerni ushlab turgich, optik asos, nurni boshqaradigan ajratgich, ajratgich uchun ushlab turgich, plyonkani ushlab turgich, namunani ushlab turgich, sferik linzalar, pilot tipli udlnitel, Temir (III) nitride, komplekt 6 ta kichik patnisha, polietilen butilka, gologramma plyonkasi, fotografik ximikatlar, Potash (KBr), tomchil tozalovchi suyuqlik, yutgich sirt, masalan qog'oz salftka

NAZARIY TUSHUNCHA

Fotografiyada obyektning olingan tasviri plyonkada muhrlanadi. Golografiyada esa obyekt sirtidan qaytgan yorug'lik to'lqinlari plyonkada saqlanadi. Plyonkada nafaqat 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 obyektini yoritadi. Obyektdan qaytgan nur plyonkada juda kichik va galma-gal keluvchi interferensiyalar tasviri hosil qiladi. U yerda ular turli burchaklarda tushayotgan tayanch nur bilan kogerent bo'lgan ko'zgudan qaytgan nur bilan mos keladi. Interferensiya natijasida obyekt bilan o'xshashlik bo'lmagan va uning mavhum tasavvuri hisoblangan, qoramtir dog'lar, spirallar va xalqalarning noregulyar obrazlaridan tashkil topgan gologramma hosil bo'ladi. Gologramma tiklanganda, mikroskopik naqshlardan difraksiyalanib qaytgan nurga mos keluvchi yorug'lik nuri aslida obyektidan dastlab qaytgan nur bilan aynan o'xshash. Shunday qilib kuzatuvchi obyektning

uch o'ldan birini ko'rishi mumkin. Plyonka fotoximiyaviy proyavka (naqshlarni ko'rinadigan qilish) qilinishi qanday amalga oshirilishiga qarab, gologrammalar ikki xilga ajratiladi:

Amplitudaviy gologramma shakllanish jarayonida yuzaga kelgan shaffof va kumush donachalari bilan qoplangan shaffof bo'lmagan sektorlardan tashkil topgan. Fazaviy gologrammada hosil bo'lgan qatlam uni oqartirish jarayonida noshaffofligini yo'qotadi. Oqartirish jarayonining o'ziga xos xususiyatiga qarab, shakl to'g'risidagi ma'lumot gologrammaning sindirish ko'rsatkichining o'zgarishida, qalinligida va sirtidagi to'lqin o'rkachida saqlanadi. Gologramma tiklanganda yorug'lik nurlari turli optik va geometrik yo'llar bilan shunday tarqalishi kerakki, turli to'lqinlar optik yo'llarining farqi bir xil bo'lishi kerak. Bunday holatda gologramma faza bo'yicha modulyasiyalangan deyiladi.



1-rasm. Gologramma fotografiyasi

Fazaviy gologrammalarda yorug'lik nuri yutilmaganligi sababli ular amplitudaviy gologrammaga qaraganda ancha ravshanroq. Fazaviy gologrammalarning shu jihati amaliyotda qo'llanilishining boisidir. Sifatli gologrammalar olish uchun aniqlik va batartiblikka rioya qilish talab qilinadi. Atrof muhit va noto'g'ri ishlatilish gologramma olishga xalaqit beradi yoki uning sifatini jiddiy pasaytiradi. Ko'p sonli xalaqitlarning ichidan interferensiya maydoni bilan qayd qiluvchi muhit orasidagi nazorat qilib bo'lmaydigan harakatlar asosiy hisoblanadi. Golografiyalash vaqtida obyekt bilan plyonka orasida optik farqning hatto $\lambda/4$ darajaga o'zgarishi ham gologrammaning 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 vibrozolyasiyalovchi yostiq ustiga qo'yilgan. Vibrasiyadan juda yaxshi izolyasiya qilinganiga qaramay, golografiya vaqtida interferensiya sohasiga ta'sir qila oladigan darajada kuchli atrofda mexanik tebranishlar tajriba qurilmasiga uzatilishi mumkin. Ularni masalan, eshik taqqilab yopilishi, poldagi oyoqlar qadamlari yoki harakatlanayotgan mashina keltirib chiqarishi mumkin. Bunday ta'sirlar bartaraf qilinishi kerak. Bosim va temperaturaning mahalliy o'zgarishi ham interferensiyani maydonga ta'sir qiladi, chunki bu parametrlar o'zgarganda havoning qaytarish ko'effitsiyentini o'zgaradi. Ventilyatsion 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'zlari ham havo oqinini 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 qoplamalardan foydalanilganda bartaraf bo'lishi mumkin. Mexanik tebranishlar yoki havo oqimlari Maykelson interferometri qo'llanilganda osongina fosh qilinishi mumkin. Interferometr ham optik lazer kursiga o'rnatilishi mumkin (qarang «Maykelson interferometrini optik lazer kursiga o'rnatish»). Maykelson interferometri ishda qo'llanilayotgan golografiya qurilmasiga nisbatan bunday ta'sirlarga kuchliroq sezgir va ular interferensiyani tasvirlardagi siljishlarning sababi aynan shunday xalaqitlar ekanligini ko'rsatadi. Shu sababli eksperimentatorlar uchun atrofdagi faktorlarning ta'sirini baholash juda foydali va muhimdir.

Obyektni tanlash:

Golografiyalash uchun obyektlar yetarli darajada qattiq bo'lishi kerak; mos materiallar, masalan, qattiq plastmassa, yog'och, tosh va sh.k. bo'lishi mumkin. Boshqa tarafdin tekstil, qog'oz yoki hatto o'simliklar ham noqulay hisoblanadi, chunki ular golografiya vaqtida yengil siljishi mumkin.

Doimiy qo'zg'almas obyektlar tayanch plitada turg'unroq turishi uchun obyektin tutib turuvchi qisqichlardan foydalanib ishonchli qotirilgan bo'lishi kerak. O'yinchoq avtomobillarning ko'pincha prujinali osmasi bo'ladi; bunday obyektlar uchun massivi

tayanch plitada obyektни tutib turuvchi uchun tor bo'ruk shunday yasalganki, avtomobillar o'rnatilganda ularning g'ildiragi yuzada qoladi.

Lazer nurining to'liq quvvatidan foydalanish uchun, qoramtir obyektlar yorqin bo'yoq bilan bo'yalishi kerak

Optik komponentlarga ishlov berish

Yuqorikontrastli interferensiyon hodisalar sferik linzalardagi chang zarrachalaridan, qirilgan joylardan yoki barmoq izlaridan va numi 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'lmagan kursi yoki stol bo'lishi zarur.

Plyonkani ishga tayyorlash

1. Plyonkaning materiali o'lchamlari 10.2 smx12.7 sm bo'lgan qoplangan plastikli list (listli plyonka) iborat bo'lib undan zarur o'lchamni qirqib olish kerak.
2. 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.
3. Plyonkadan 1 mm aniqlikda o'lchamlari 42 mm x 51 mm bo'lgan qismini qirqib olish uchun flomaster yordamida plyonkaning kerakli joylariga belgilar qo'ying. Kerakli o'lchamda qirqib olingan

plyonkaning bo'lagini mutloq yorug'lik o'tkazmaydigan konteynerda saqlash kerak (shu bilan birga plyonkaning old tomoniga belgi qo'yish kerak) va undan bir hafta ichidayoq foydalanish zarur.

Fotografik ximikatlarni tayyorlash:

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

Fazaviy gologrammalarni olish:

3. Oqartiruvchi vannaga 100 g temir (III) gidrooksid nitrati soling. Keyin boshqa butilkaga 30 g kaliy bromidi solib, 1 l suv (imkoni bo'lsa, distillirlangan suvdan foydalaning) quyung va uning qandaydir qismini plastik vannaga quyung.

va/yoki amplitudaviy gologrammalarni olish uchun:

4. Alohida butilkada ishlab chiqaruvchi zavod instruksiyasiga muvofiq tarzda fiksaj tayyorlang va uning ma'lum qismini mos keladigan plastikli vannaga quyung.

5. Boshqa vannani suv bilan to'ldiring (mustahkamlovchi vanna)

6. Yana bir vannani suv bilan to'ldirib, tozalovchi suyuqliq qo'shing (faqat bir tomchi)

7. Bitta vannani yakuniy tozalab yuvish uchun oqar suv oldiga joylashtiring.

8. Har bir vannachaga tarkibiga muvofiq yorliq biriktiring.

Lazer optik tayanch plita va lazer:

1. Havo yostig'ini damlang.

2. Qoplama (b) bilan lazer optik tayanch plitani (a) qoplang.

3. Lazer optik tayanch plitani havo yostig'i bilan birgalikda gorizontal qilib mustahkam laboratoriya kursisiga joydashtiring.

4. Lazerni ushlab turgichga o'rnatang.

5. Lazerni iloji boricha tayanch plitaning chap chetiga yaqin shunday joylashtiringki, qurilmani qoplashni muammosiz amalga oshirish imkoni bo'lsin.

6. Lazerni pilot tipli udlinitel bilan ulang va uni o'chiring

7. Lazerni ushlab turgichdagi sozlash vintlarining uchta kontrgaykasi bo'shating.

8. Sozlash vintlaridan foydalanib lazer balandligini va qiyaligini shunday moslashtiringki, nur amalda gorizontal va tayanch plitaga

nisbatan taxminan 75 mm balandlikda yo'nalsin (bu yerda keyingi sozlashlar uchun yetarli imkoniyatlar bor).

9. Kontrgaykalarni qotiring.

10. Nur ajratgich lazer nurini gorizontal ajratayotganini tekshiring. Buning uchun ushlab turgich bilan birgalikda nur ajratgich bilan optik asosni lazer optik tayanch plitaning qarama-qarshi chetiga o'rnatib va yorug'lik nurini lazer emissiyasi aperturasi yonidagi keyingi nuqtaga akslantiring.

11. I-rasmda tasvirlanganidek optik asos bilan nur ajratgichni nur yo'liga shunday o'rnatib, uning qisman shaffof qatlami old tomoni bilan lazerga qarasin va shunda ham qoplama bilan yopish imkoni bo'lsin.

Linza va plyonkani ushlab turgichlar:

1. Namunani ushlab turgichni (f) qaytgan nur yo'liga o'rnatib.

2. Agar mumkin bo'lsa, namunani tutib turuvchi mexanik qo'ldan foydalanib, ushlab turgichga obyektga tushayotgan nur markazga tushadigan qilib mahkamlang.

3. Plyonkani ushlab turgichni (g) o'tuvchi nur yo'liga shunday o'rnatib, uning old tomoni obyektga qarasin va shunda ham qurilmani qoplama bilan yopishga imkon bo'lsin.

4. Plyonkani ushlab turgich o'lchami bilan teng qilib qirib 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:

1. 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'rnatib. Optik asosdagi o'yiqlardan foydalaning.

2. Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'nalishiga perpendikulyar tarzda ehtiyotkorlik bilan siljitib hamda ularni o'z o'qi atrofida burib va linzalarni ushlab turgichlarning balandligini o'zgartirib, ularni shunday sozlangki, lazer nuri iloji boricha asosiy optik o'qqa yaqinroq o'tsin. Bundan tashqari, obyekt iloji boricha plyonkani ushlab turgich tomondan ko'proq yorug'likni olishi kerak. Nur ajratgichga tegilmaganiga ishonch hosil qiling.

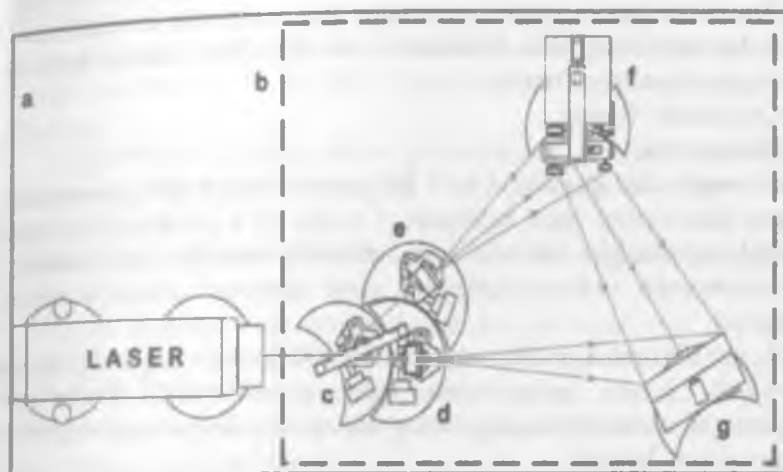
Obyekt nurlari uchun sferik linzalar:

1. Sferik linzalarni (e) o'tuvchi nur yo'liga iloji boricha nur ajratgichga yaqin (linzani ushlab turgichdagi kichik teshik old taraf bilan nur ajratgich tomonga qaragan bo'lishi kerak) o'rning. Optik asosdagi o'yiqlardan foydalaning.
2. Sferik linzalarni nur tarqalishi yo'nalishiga perpendikulyar tarzda ehtiyotkorlik bilan siljitib hamda ularni o'z o'qi atrofida burib va linzalarni ushlab turgichlarning balandligini o'zgartirib, ularni shunday sozlangi, 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.

Aniq sozlash:

1. Lazerni chiqish quvvati 1 mVt li holatga o'zgartiring va nur kengaygan qisman nurlarning yo'lini va sifatini tekshiring. Zaruriyat bo'lsa, linzalarni korrektirovka qiling.
2. Qorong'ulashtirilgan xonada obyekt va tayanch nurlarni uzib, oq qog'oz varag'iga tushayotgan nur plyonkani ushlab turgichga o'tayotganda, ularning yorqinligini taqqoslang. Tayanch nur obyektidan plyonka tomon burilgan nur intensivligiga nisbatan besh yoki o'n marta kuchliroq bo'lganda intensivliklarning nisbati eng yaxshi hisoblanadi. Bu oddiy ko'z bilan baholani mumkin.
3. Agar zarur bo'lsa, nur ajratgichda ajratish nisbatini o'zgartiring. Buning uchun sferik linzalarni optik asos bilan nur yo'nalishi tarafdan siljiting va butun sistemani qayta sozlang.
4. Agar, o'tkir tushish burchagi sababli o'tuvchi lazer nuri maqbul ajralish nisbatida nur ajratgichning qarama- qarshi tomoni o'miga xira shisha tomonida namoyon bo'lsa:
- Nur ajratgichni uni ushlab turgichga 180^0 ga burib o'rning (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.

QURULMANING TAVSIFI



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 | Plyonkani ushlab turgich |

O'LCHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. 2- rasmda keltirilganden tajriba qurulmasini yig'ing.
2. Lazerni using tajriba qurilmasi ekspozisiya vaqtida vibrasiyalanishini oldini oling.
3. Xonani qorong'ulashtiring.
4. Yorug'lik o'tkazmaydigan paketdan o'lcham bo'yicha qirqib olingan bitta plyonka parchasini chiqarib oling. Bunda plyonkaning emulsion sirtini shikastlantirmaslik uchun, faqat plyonkaning cheklaridan ushlang.
5. Kallagi taram-taram qilingan vintlardan foydalanib plyonkani ushlab urgich qisgichini oching.
6. Plyonka listini ushlab turgichga shunday mahkamlangki, qurilmaga ushlab turgichni qayta o'rnatganigizda plyonkaning qoplangan tarafi obyekt tomonga qarasin.

7. Qisgichni berkitib plyonkani batartib ushlab turgichni mainkamiang.

8. Plyonkani ushlab turgich asosining turg'unligini ta'minlash uchun yana barmoqlaringizdan foydalaning va plyonkani ushlab turgichni tajriba qurilmasiga o'mating.

9. Qoplamani yoping.

Ekspozitsiya:

Lazer nurlanishi quvvati 1 mVt bo'lganda fazaviy gologrammalar uchun ekspozitsiya vaqti taxminan 5 s dan 15 s gacha va bu vaqt qo'pol yaqinlashish sifatida qabul qilinishi mumkin. Amplitudali gologrammalar uchun ekspozitsiya vaqti taxminan uch-to'rt marta qisqaroq.

Ko'kimtir filtrlardan foydalanilganda 0,2 mVt lazer quvvati chegarasiga erishiladi, bunda gologramma sifati yomonlashadi, keyinchalik qo'shimcha aralashish hodisalari sababli va ekspozitsiya vaqti taxminan besh marta oshiriladi.

10. Plyonka va qurilmadagi zo'riqishlar so'nishiiga imkon berish uchun taxminan besh minut kuting.

11. Ekspozitsiya vaqti davomida plyonkaning sirtidagi interferentni tasviri o'zgartira olishi mumkin bo'lgan ortiqcha hech narsa qilmang.

12. Lazerni ulab, uzib qurilmani qimirlatmasdan plyonkani ekspozitsiya qiling.

13. Kojuxni oching va plyonkani ushlab turgichni tajriba qurilmasidan oling. Keyin qisgichni ochib plyonkani ushlab turgichdan chiqarib oling. Plyonkani faqat chetlaridan ehtiyotlik bilan ushlang.

Plyonkaga ishlov berish

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

– Pinsetdan foydalanib, plyonkaning bir burchagidan ushlang va uni proyavitelda 60 s davomida chayqaltiring.

– Proyavkani plyonkani suvli vannada (mustahkamlovchi vanna) 2 minut davomida chayqash bilan to'xtating. Endi yorug'likni

sezish fazasi tugadi va siz agal zarur bo'lsa, normal chiroqni yoqishingiz mumkin.

– Fazaviy gologrammani olish uchun plyonkani oqartuvchi vannada to uncha katta bo'lmagan qoramtir sohalar ko'rinmaguncha, taxminan 5 minut cho'ktiring va ba'zida chayqang va turib qolishiga yo'l qo'ymang.

– Amplitudaviy gologramma olganingizda proyavkadan keyin plyonkani ishlab chiqaruvchi zavod instruksiyasiga binoan mustahkamlang.

– Oxirida plyonkani oqar suvda 5 dan 10 minutgacha yaxshilab yuving.

– Plyonkani qisqa vaqt davomida bir tomchi tozalovchi suyuqlik solingan suvda chayib olish kerak. Bu narsa plyonka qurishi vaqtida dog'chalar yuzaga kelishini bartaraf qiladi.

– Gologrammani tik holatda yoki plyonkani absorbsiyalovchi taglik ustiga qo'yib quriting

– Pinsetlarni suv bilan tozalang.

Sifatni baholash: Quritib bo'linganidan keyin siz tayyor gologrammani tiklashingiz mumkin. Buning uchun plyonkani plyonkani ushlab turgichga golografiya jarayondagi oriyentasiyasi qanday bo'lsa, xuddi shunday qilib joylashtiring. Shundan so'ng plyonkani ushlab turgichni qayta qurilmaga o'rnatib va obyektning oling. Lazer ulansa, obyektning uch o'lchamli tasviri namoyon bo'lishi kerak.

Agar tiklangan gologramma yetarli darajada ravshan bo'lmasa, siz numi ajratgichdagi ajratish nisbatini o'zgartirib yoki uni qurilmada siljitib uning ravshanligini oshirishingiz mumkin. Bunday usul faqat past ravshanlikli amplitudali gologrammalar uchun tegishli. Parallel siljishlarni kompensasiyalash uchun lazerni qayta sozlash talab qilinishi mumkin.

13. Olingan tajriba natijalaridan xulosa chiqarib hisobot daftaringizga yozing.

SINOV SAVOLLARI

1. Gologramma nima?
2. Gologrammada yorug'lining qanday qonuniyatida kuzatiladi?
3. Golografiyalash uchun obyekt qanday bo'lishi kerak?

LABORATORIYA ISHI № 7

SINISHNING FRENEL QONUNLARI

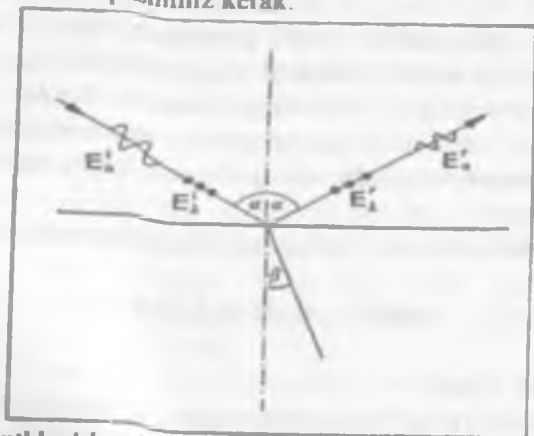
Tajriba maqsadi:

Qutblangan yorug'likda sindirish koeffitsiyenti uchun Frenel qonunlari miqdoriy jihatdan tekshiriladi.

Kerakli jihozlar: panjarali ko'zgusimon shisha $100 \times 100 \times 10$ mm, stand sterjenida prizmalı stol, galogen lampa, transformator, gulsapsarli diafragma, polarization filtr, gardishli linza, quyosh elementi, burchak shkalali shamirli birikma, leybold qisqichi, V-simon taglik asos, ulash simlari.

NAZARIY TUSHUNCHA

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^I tushayotgan to'lqin elektr vektori amplitudasi E^T orqali hisoblanishi mumkin. Shu sababli biz ikki holatni farqlashimiz kerak.



I-rasm. Qutblanish yo'nalishlarini va amplitudalar belgilanishlarini tushuntirish.

Nuqtalar: E^l : tushayotgan to'liqin elektr maydonining vektori, Tushish tekisligiga parallel qutblanish, Tushish tekisligiga perpendikulyar qutblanish, E^r : qaytgan to'liqin elektr maydonining vektori, α : tushish burchagi, β : sinish burchagi

Qutblanish chizma yuzasiga perpendikulyar bo'lib, tushish tekisligi bilan mos ekanligini ko'rsatadi,

a) Yorug'lik to'liqini tushish tekisligida qutblangan (belgilashlar E' va E).

b) Yorug'lik to'liqini tushish tekisligiga perpendikulyar qutblangan (shisha sirtiga parallel) (belgilashlar $E'_\perp$ va $E_\perp$);

Unda maydon amplitudalari nisbatlari uchun quyidagi tenglamalar qo'llaniladi:

$$\frac{E'}{E} = \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)} \quad \text{yoki} \quad \left| \frac{E'}{E} \right| = \left| \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)} \right| \quad (1)$$

$$\frac{E'_\perp}{E_\perp} = -\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{yoki} \quad \left| \frac{E'_\perp}{E_\perp} \right| = \left| \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \right| \quad (2)$$

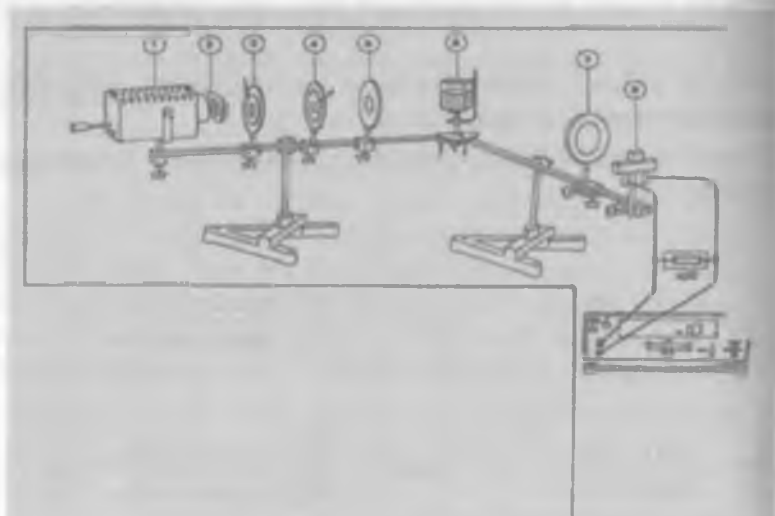
(1) va (2) nisbatlarni – ba'zida ularning kvadratlarini - sindirish koeffitsiyentlari deb atashadi. Yorug'lik amplitudasini bevosita aniqlab bo'lmaydi. Ammo, uning intensivligini vaqt birligidagi birlik yuzadagi energiya oqimi sifatida aniqlash mumkin, u esa amplitudaning kvadratiga proporsional.

Tajribada biz quyosh elementining unga tushayotgan yorug'lik intensivligiga proporsional bo'lgan qisqa tutashuv tokini I o'lchaymiz. Bu maqsadda biz quyosh elementini kichik rezistor orqali qisqa tutashtiramiz va shu rezistordagi kuchlanish tushuvini U o'lchaymiz. Agar tushayotgan yorug'lik intensivligi o'lchanayotgan U_0 kuchlanishga mos kelsa, va biz qaytgan yorug'lik uchun kuchlanishni $U(\alpha)$ tushish burchagi α bo'yicha

o'lchasak, ildizdan chiqarish va ko'rsatgichlarni shakllantirish orqali amplitudalar nisbatini olishimiz mumkin.

$$\left| \frac{E'}{E} \right| = \sqrt{\frac{U(\infty)}{U_0}}$$

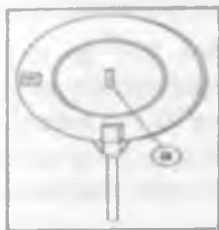
QURULMANING TAVSIFI



2-rasm. Tashkil etuvchilarining optik kursidagi taxminiy o'rni bilan tajriba qurilmasi.

Qavs ichidagi o'lchamlar santimetrlarda chap tarafdagi tashqi qisqichdan boshlab berilgan:

Galogennoy lampani tutib turgich (1), issiqlikdan saqlovchi filtri tasvir siljitgich(2), tirqish (3) , polyaroid (4), linza(5), prizma stoli bilan montaj qilingan sharnirli birikma(6), Linza, $f = 150 \text{ mm}$ (7), foto element (8).



3-rasm. Tirqishning linza romi markazidagi tasviri. (a) Tirqish tasviri

O'LGHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. 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 vaqtdan keyin mikrovoltmetrni 10^{-3} V o'lchash chegarasiga o'tkazing.
2. Galogen lampa korpusiga 100 Vt lampani va akslantiruvchi ko'zguni o'rnatib va lampani ulang. Kondensor va tasvir siljitgichni (polyaroidni himoya qilish uchun issiqlikdan saqllovchi filtr) joylashtiring.
3. Optik kursini siljitib, ularni bir chiziqqa keltiring (burchak shkalali sharnirli birikma 180° burchakda) Lampa korpusi tagligini siljitib, lampa tolasining tasvirini linzaning (5) markazida shakllantiring.
4. Linzani shunday siljitingki, tirqishning yorqin obrazi fotoelement oldidagi gardishli linzaning (7) aniq markazida bo'lsin. Fotoelementda tirqishning tasvirini linza (7) yordamida shakllantiring.
5. Polyaroidni 0° ga o'rnatib. Tirqishning kengligini shunday o'rnatib, millivoltmetr 10.00 mV ni ko'rsatsin. Shunda tushayotgan nurning yorug'lik oqimi qayd qilinadi. Ko'zgusimon shishaning panjaralarini suyuqtilgan siyoh yoki tush bilan to'ldiring.
6. Suv shisha devorining orqa tomonidan yorug'likning qaytishini qisman bartaraf qiladi, siyoh esa uzatilayotgan yorug'likni yutish uchun xizmat qiladi.
7. Lampa kamida 5 minut yonganidan so'ng o'lchashni to'xtatib.

a) qutblanish yo'nalishi tushish tekisligiga perpendikulyar. Optika kursilar orasidagi burchakni 160^0 ga to'g'rilang. Shisha panjara prizmal 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_1 (80^0) qayd qiling va uni yozib oling.

b) qutblanish yo'nalishi tushish tekisligida Polyaroidni 90^0 ga o'rnatib, optik kursilarni bir chiziqda qilib joylashtiring (180^0) va tirqish kengligini mikrovoltmetr yana 10 mV ko'rsatadigan qilib sozlang.

Agar o'lchanayotgan kuchlanishlar $U(\alpha)$ 1 mV dan kichik bo'lsa

10^{-4} o'lchash diapazoniga o'ting.

Tushish burchagi α , kuchlanish $U(\alpha)$ (tajriba a) va $U_1(\alpha)$ (tajriba b).

1- jadval.

$\alpha(\text{grad})$	$U_1(\text{mV})$	$U_2(\text{mV})$
90	10,00	10,00
80	5,62	2,59
70	4,27	1,18
.....		

SINOV SAVOLLAR

1. Yorug'lik dualizimi deganda nimani tushinasiz?
2. Firenel qonunini tushuntirib bering.
3. Yorug'lik intinsivligi nima?

LABORATORIYA ISHI № 8

OQ YORUG'LIKNING DISPERSIYASI VA REKOMBINASIYASI BO'YCHA NYUTON TAJRIBASINI O'RGANISH

Tajriba maqsadi:

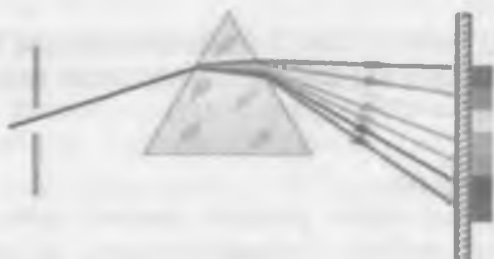
Oq yorug'likni shisha prizma spektral tarkibiyatiga ajratish va hamda nurning sindirish ko'atkichlarining to'lqin uzunligiga bog'liqligini o'rganish.

Kerakli jihozlar: shisha prizma, lampa, transformator, rejinali qisqichli tutqich, kichik optik kurs V-shaklsimon shatv.

NAZARIY TUSHUNCHA

1666 yilda Isaak Nyuton 23 yoshida prizmalar bilan qilgan tajribalari, optikaning salmoqli taraqqiyotiga olib keldi, chunki u aksariyat yaxshi o'ylangan tajribalari yordamida shisha prizmada yorug'lik singanda yuzaga keladigan yorug'likning dispersiyasini tajriba yo'li bilan tushuntirib berdi. Nyuton o'z tajribalarida quyoshni yorug'lik manbasi sifatida olgani va proyeksion obyektiv bilan umuman ishlamaganini e'tiborga olish kerak. DC (35.85) da bayon qilingan tajribalarda yorug'lik manbasi sifatida cho'g'lanma lampadan foydalanilgan. Cho'g'lanma lampaning ekranga proyeksiyalangan dispersiyalangan "oq" yorug'ligining spektri tamalida yuzaga keladigan ma'lum ranglar ketma-ketligidan iborat. Bundan tashqari, turli rangli yorug'lik filtrlaridan foydalanilganda, alohida ranglarning og'ishini namoyon qilish mumkin. Hatto filtrlardan foydalanilgan ham, har bir rang spektrdagi o'lcham mos tarzda og'ish spektrning turli sohalari uchun prizmaning sindirish ko'atkichi farq qiladi. Nyuton spektrdagi alohida sohalarni mustaqil tarzda ranglarga ajratmasligini ko'rsatdi. Uning qurilmasida tirqish spektr ko'rinishidagi ekranga yo'nalgan. Tirqishdan o'tgan yorug'lik monokromatik va u boshqa ekranga tushishdan oldin minimal og'ishli ikkinchi prizmadan o'tadi. Ushbu ekranda garchi tasvir bir oz kengaysa ham,

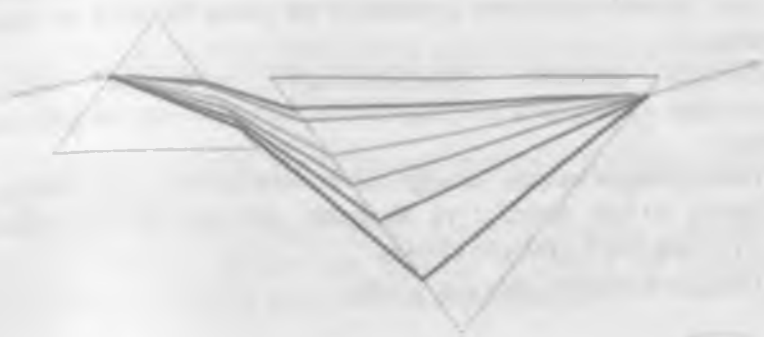
faqat tirqishdan o'tgan rang kuzatiladi. Ammo, boshqa ranglar ko'rinmaydi.



1- rasm.

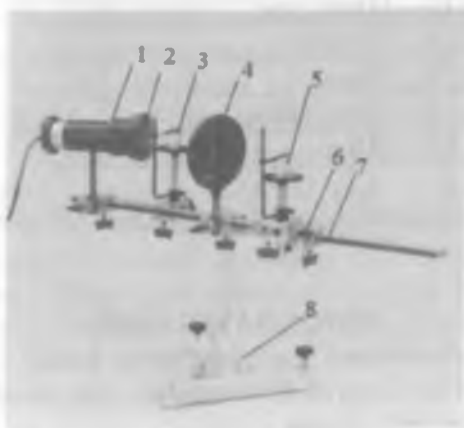
Nyuton xuddi shunday natijani kesishgan prizmalar bilan olgan. Mazkur tajriba uchun ikkinchi prizma gorizontol joylashtirilgan sindiruvchi qirrasini bilan birinchisining ortiga o'rnatilgan. Bunda yorug'lik dastasi ikkala prizma bilan shunday og'adiki, og'gan spektr ekranga tushadi. Yorug'likning rangli spektral sohalari ikkinchi prizmada ham xuddi birinchi prizmadagidek og'adi.

Rangli spektral sohalarning rekombinatsiyasi oq rangni shakllanishiga olib kelishi nazorat tajribalarining asosini ifodalaydi. Spektral ranglar prizma vositasida oq rangdan hosil qilinganidek, spektrning hamma sohasini ustma-ust tushushidan oq yorug'lik olinishi mumkin. Bu maqsadda linza dispersiyalangan yorug'lik yo'liga joylashtiriladi, linza prizma sirtidan nurlarni ekranga yig'adi. Ekrandagi tasvir oq va shu linza tenglamasi uchun mos kattalashgan bo'ladi. Spektr linza ortidagi fokal tekislikda yaxshi fokuslanadi.



2- rasm.

QURULMANING TAVSIFI



3- rasm.

(1) lampa, (2) diafragma, (3) pirizma, (4) tirqish, (5) pirizma, (6) multi qisqichlar, (7) optik taglik, (8) V-shaklsimon taglik.

O'LCHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. 3- rasmda keltirilgandek tajriba jihozlarini yig'ing.
2. Oq yorug'likni tarkibiy qismlarga bo'linishini ya'ni yorug'lik dispersiyasini kuzating.

3. 3- rasmda ko'rsatilgandek, birinchi prizmadan o'tgan yorug'lik yo'lida ikkinchi prizmani joylashtirib oq yorug'lik hosil bo'lishini kuzating.
4. Birinchi prizmada dispersiyalangan yorug'likni ikkinchi prizmadan o'tkazganimizda rangli nurlar birlashib oq yorug'lik hosil bo'ladi.
5. Hosil qilingan natijani rasmga olib hisobot daftaringizga kiriting.
6. Spekr to'lqin uzunligi va shishaning nur sindirish ko'rsatkichi $n = f(\lambda)$ bog'liqlik grafigini chizing
7. Olingan natijalarni jadvalga yozing.

1- Jadval

№	Spekr rangi	$\lambda(A^\circ)$	n
1	Binafsha		
2	Ko'k		
3	Havo rang		
4	Yashil		
5	Sariq		
6	Zarg'aldoq		
7	Qizil		

8. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'lik dispersiyasi qanday nurlardan iborat?
2. Shishaning nur sindirish ko'rsatkichi to'lqin uzunligiga bog'liqligini tushuntiring.
3. Oq yorug'likning prizmadagi dispersiyasini optik sxemasini chizing.
4. Dispersiya hodisasi qaysi sohalarda ishlatiladi?

LABORATORIYA ISHI № 9

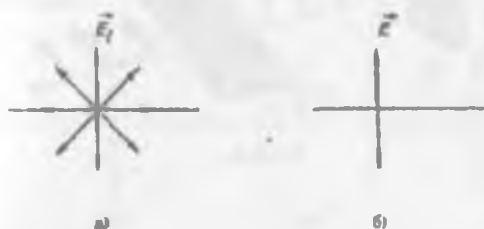
YORUG'LIK QUTBLANISHIGA OID MALYUS QONUNINI O'RGANISH

Tajriba maqsadi: Yorug'lik qutblanishini o'rganish va Malyus qonunini tekshirish.

Kerakli jihozlar: optik taglik, yorug'lik manbai, polyarizator (yoki to'qimachilik ipidan doir shaklida yasalgan) va analizator, yorug'likni qayt qiluvchi qurilma va mikroampermetr.

NAZARIY TUSHUNCHA

Yorug'lik elektromagnit to'lqin bo'lib, u ikkita o'zaro perpendikulyar tebranishlarning yig'indisidan iborat, ya'ni elektr $\vec{E}$ va $\vec{H}$ magnit maydon kuchlanganlik vektorlarining tebranishidan hosil bo'ladi. Nurlanayotgan har bir yorug'lik manbai: quyosh, cho'qlanma lampa va h.k. ixtiyoriy yo'nalishda ya'ni turli tebranishlar tekisligi bo'yicha yorug'lik to'lqinlarini chiqaruvchi milliardlab molekulyalardan tashkil topgan. Bunday yorug'lik qutblanmagan bo'lib, unga tabiiy yorug'lik deyiladi (1.a - rasm). Elektr $\vec{E}$ tebranishlari faqat bir tekislikda yuz beradigan yorug'likka yassi qutblangan yorug'lik deb atiladi (1.b-rasm) va u tekislik tebranishlar tekisligi deyiladi. Unga perpsndikulyar bo'lgan $\vec{H}$ vektorining tebranishlar tekisligi esa qutblanish tekisligi deb aytiladi.

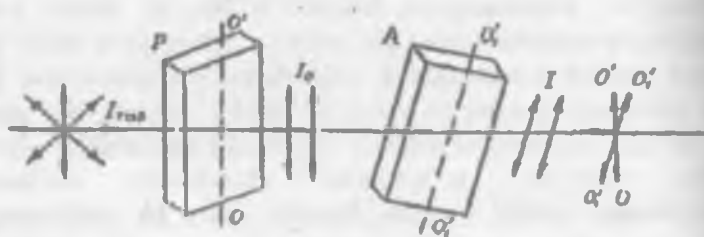


1-rasm

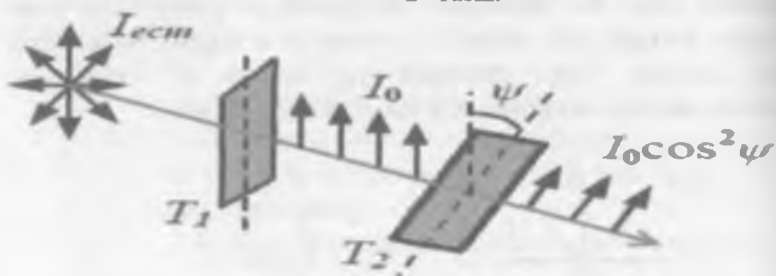
Turmalin plastinkasiga tushayotgan tabiiy nur undan o'tgandan so'ng plastinkaning optik o'qi bo'ylab to'la qutblangan bo'ladi. Shuning uchun tabiiy nurni yassi qutblangan yorug'likka aylantiruvchi qurilma (turmalin platinkasi) ga polyarizator deb aytiladi.

Yorug'likning qutblanganlik darajasini tekshirish uchun ba'zi polarizatorlardan foydalaniladi. Bu o'rinda ular analizatorlar ataladi. Ikkita polarizator olib (2-rasm) ularning biri P polarizatorga tabiiy numi tushursak u yorug'likni yassi qutblaydi (uning intensivligi I_0). Yassi qutblangan yorug'lik yo'liga A analizatorni shunday qo'yamizki, uning O_1O_1 optik o'qi P polarizatorning OO' o'qi bilan φ burchak hosil qilsin. Ma'lum qonuniga asosan analizatordan o'tadigan I yorug'lik intensivligi polarizatordan o'tadigan yorug'lik intensivligining polarizator va analizator tebranish tekisliklari orasidagi burchak kosinusi kvadratiga ko'paytmasiga teng:

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (1)$$



2- rasm.



3-rasm.

Bizga ma'lumki,

$$I_0 = \frac{I_{nat}}{2} = 0,5 I_{nat}$$

Bunda I tabiiy. polarizatorga tushayotgan tabiiy yorug'likning intensivligi. U paytda polarizator va analizator orqali o'tayotgan yorug'lik intensivligi

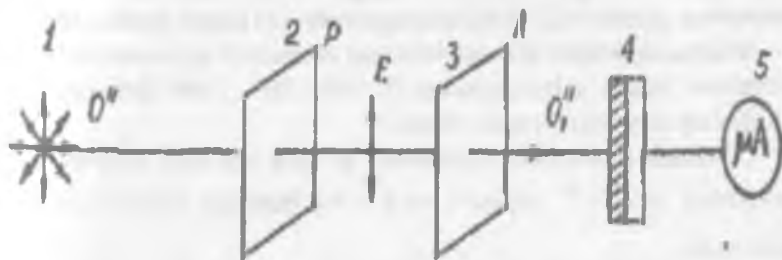
$$I = 0,5 \cdot I_{\text{tab}} \cdot \cos^2 \varphi \quad (2)$$

Ifoda Malyus qonunining matematik ifodasidir. Analizatoridan o'tadigan yorug'likning intensivligi $\varphi=0$ (polarizator va analizatorning optik o'qlari o'zaro parallel bo'lgan holat) bo'lganda maksimalda qiymatga (I_{max}) erishadi. $\varphi=90$ (ya'ni, bu o'qlar o'zaro perpendikulyar) bo'lganda yorug'lik intensivligi (I_{min}) nolga teng bo'ladi. Demak, analizatoridan yorug'lik o'tmaydi. Boshqa hollarda esa intensivlik φ - burchak kattaligiga bog'liq ravishda o'zgarib uning qiymati (1) ifoda yordamida aniqlanadi. Polarizatorni tushayotgan nur yo'nalishi atrofida 0° dan 90° gacha aylantirganimizda yorug'lik intensivligi I_{max} dan I_{min} gacha o'zgaradi. U paytda yorug'likning qutblanish darajasini quyidagi ifoda bilan hisoblash mumkin:

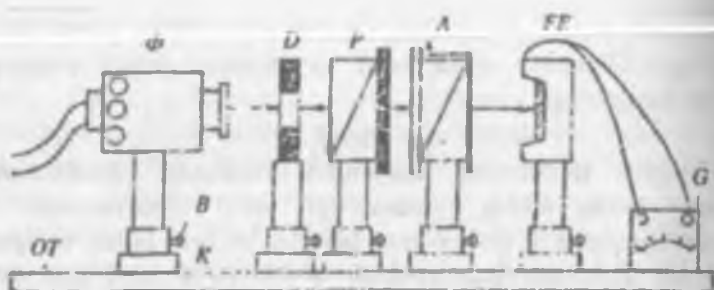
$$P = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}} \quad (3)$$

QURILMANING TAVSIFI

Tajriba 4-rasmda ko'rsatilgan qurilmada olib boriladi. Bu yerda 1- tabiiy yorug'lik manbai, 2-polarizator, 3-analizator, 4- fotoqayd qilgich (fotoelement) va 5-mikroampermetr.



4-rasm



5-rasm.

Eksperimental qurilmaning perinsipial sxemasi 5- rasmda keltirilgan. Bunda Φ - yoritgich lampa(fonar), D- diafragma, P-polarizator, A- analizator, $\Phi\Xi$ - fotoelement, G- galvanometer, ularning hammasi reyterlar yordamida OT optik taglikka o'rnatiladi. P pollarizator va A analizator doira shaklida yasalgan va maxsus halqa ko'rinishidagi asbobga o'rnatilgan polaroidlardan iborat. Analizator o'rnatilgan halqaning gardishiga graduslarda darajalangan shkala yopishtirilgan. Analizatorni aylantirib, halqadagi shkaladan analizatorni polarizatorga burilish burchagini o'lchash mumkin.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1. Qurilmani 5-rasmda ko'rsatilganidek yig'ing.
2. Yoritgich lampa (1) ni manbaga ulang.
3. Analizator (3) ni O "O;" o'q atrofida burash bilan analizator (yoki to'qimachilik ipidan doira shaklida yasalgan) va polyaroid (2) ning optik o'qlari o'zaro parallel bo'lgan holatda fotoelement (4) ga tushayotgan yorug'lik intensivligiga mos keluvchi maksimal fototokning qiymati (i_0) ni mikroampermetr (5) orqali yozib oling.
4. Mikroampermetr ko'rsatgichining maksimal qiymatidan boshlab analizatorni burab φ burchakning 0° , 10° , 20° ..., 360° holatlari uchun fototokning qiymatlari yozib olinadi.
5. O'lchash natijasidan foydalanib φ ning ma'lum qiymati uchun fototokning $i_\varphi = \frac{i_\varphi + i_\varphi}{2}$ qiymati va har bir burchak uchun i_φ/i_0 nisbat hisoblanadi.
6. Natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

1- Jadval.

N_2	$I\varphi$	0°	10°	...	350°	360°
1						
2						
3						

7. Jadvaldan foydalanib i_φ/i_0 ning φ burchakka bog'lanish grafigi $i_\varphi/i_0=f(\varphi)$ chiziladi.

8. Shu rasmning o'zida $f(\varphi)=\cos^2 \varphi$ funksiya grafigi ham chiziladi. Olingan ikkala (eksperimental va nazariy) egri chiziqlari o'zaro solishtirib natijalar izohlanadi.

9. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'lik qutblanishi nima?
2. Tabiiy qutblangan yorug'lik nimadan iborat?
3. Malyus qonunini ta'riflang.
4. Optik asboblarning qutblanish darajasi qanday aniqlanadi?

LABORATORIYA ISHI № 10

YORUG'LIK QUTBLANISHIDA CHORAK VA YARIM TO'LQIN PLASTINKALARINI ROLI

Tajriba maqsadi:

- yorug'lik intensivligini analizator o'rining funksiyasida o'rganish,
- chorak va yarim to'lqinli plastinkani yorug'likning davriy qutblanishini olish uchun qollash.

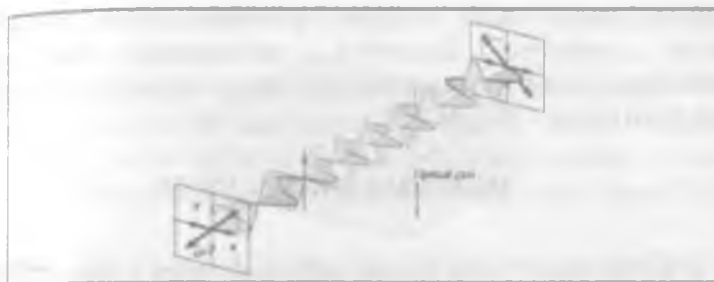
Kerakli jihozlar: Chorak va yarim to'liq plastinka, polarizator, analizator, sariq yorug'lik filtr, issiqlik filtiri, kremniy fotoclementi, reytorlar, optik skamy, gologen lampa va uning tutqichi, avtotrasfarmator, yarim yaltiroq ekran, mikroampermetr.

NAZARIY TUSHUNCHA

To'lqin plastinka yoki sekinlashtirgich optik qurilma bo'lib, undan o'tayotgan yorug'lik nurining qutblanish turini o'zgartiradi. Tipik to'lqin plastinka oddiy ikki yoqlama sindiruvchi kristall yoki qalinligi puxta tanlangan ikki marta sindiruvchi polimer plyonkadir.

Agar parallel yorug'lik nuri to'lqin plastinkaga perpendikulyar tushsa, ikki arta sindirish xossasi tufayli yorug'lik nuri ikkita komponentga ajraladi. Bu ikki komponentning tebranish tekisliklari bir-biriga perpendikulyar va ularning fazaviy tezliklari bir-biridan bir oz farq qiladi. Chorak to'lqin plastinka uchun folganing qalinligi shunday tanlanganki, yorug'lik elektr maydoni komponentining vektori yorug'lik tarqalishi yo'nalishi atrofida yorug'lik chastotasiga teng tarzda aylanadi va boshqa perpendikulyar tebranayotgan yorug'lik komponentidan $\lambda/4$ fazaga orqada qoladi. Yarim to'lqin plastinka uchun qalinlik shunday tanlanganki, yuzaga keladigan $\lambda/2$ qiymatga ega bo'ladi.

Bu tajribada monoxromatik yorug'lik chorak to'lqin yarim to'lqin plastinkaga tushadi. Chiqayotgan yorug'likning qutblanishi to'lqin plastinkalar optik o'qi bilan tushayotgan yorug'lik yo'nalishi orasidagi turli burchaklarda tadqiq qilinadi.



1-rasm.

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.

Nur yo'lli bo'yicha izohlar:

- Galogen lampadan (a) chiqayotgan yorug'lik, kondensorda(b) konsentrsiyalanadi va optik komponentlarni qizishdan saqlash uchun xizmat qiladigan issiklikka chidamli filtdan 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 saqllovchi filtr qo'llanilishi mumkin.

Optik yustirovka:

- Lampa korpusiga kondensor va tasvir uchun polzunokni mahkamlang va akslantiruvchi ko'zguli galogen lampani (a) o'rning.

- Tasvir uchun polzunokdagi issiqlik filtri oldiga sariq yorug'lik filtrin qo'ying.

- Optik kursiga polarizator, $\lambda/4$ - plastinkani va analizatorni Rasm.2 da keltirilganidek o'rning. Polarizator va galogen lampa orasidagi masofa taxminan 20 dan 30 sm gachani tashkil qiladi.

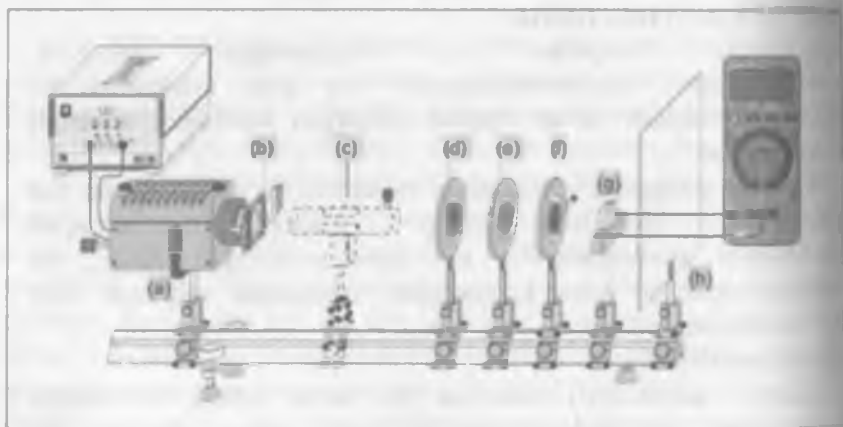
- Kremniyli fotoelementni analizator orqasiga o'rning va yorug'lik nuri yo'llini shunday sozlangki, fotoelement yaxshi yoritilsin.

- Galogen lampani tutib turgichni aylantirish orqali yorug'lik sozlanishi mumkin. Kremniyli fotoclement markazda joylashtirilgan kichik oq varaqda (g) lampa spiralining yorqin tasvirini hosil qiling.

QURILMANING TAVSIFI

Rasm. 2: Chiqayotgan yorug'likning qutblanish turini o'rganish uchun tajriba qurilmasi (soddalashtirilgan)

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------|
| (a) galogen lampa | (d) polyarizator | (g) kremniyli fotoclement |
| (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 | |



2-rasm.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1- topshiriq.

1. 2- rasmda keltirilgan tajriba qurilmasini yig'ing.
2. Galogen lampadan (a) chiqayotgan yorug'lik, kondensorda (b) konsentratsiyalanadi va optik komponentlarni qizishdan saqlash uchun xizmat qiladigan issiqlikka chidamli filtrdan o'tadi.

3. Fotoelementda namoyon bo'ladigan katta fon nurlanishi signalini yuzaga keltiradigan infraqizil nurlanishni susaytiruvchi suv bilan io'ldirilgan (2- rasmda punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan).
4. Lampa korpusiga kondensor va tasvir uchun polzunokni mahkamlang va akslantiruvchi ko'zguli galogen lampani (a) o'rning.
5. Tasvir uchun polzunokdagi issiqlik filtri oldiga sariq yorug'likfiltrini qo'ying.
6. Optik kursiga polyarizator, $\lambda/4$ - plastinkani va analizatorni 2- rasmda keltirilganidek o'rning. Polyarizator va galogen lampa orasidagi masofa taxminan 20 dan 30 sm gachani tashkil qiladi.
7. Kremniyli fotoelementni analizator orqasiga o'rning va yorug'lik nuri yo'lini shunday sozlangki, fotoelement yaxshi yoritilsin.
8. Galogen lampani tutib turgichni aylantirish orqali yorug'liksozlanishi mumkin. Kremniyli fotoelement markazida joylashtirilgan kichik oq varaqda (g) lampa spiralining yorqintasvirini bosil qiling.
9. Chorak to'lqin plastinkani olib qo'ying va polyarizatorni nol holatga o'rning.
10. Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida $+90^\circ$ dan -90° gachadiapazonda o'lchang va 1- jadvalga kiriting.

1- jadval. Tokning analizator holati α funksiyasi sifatida chorak to'lqin plastinkaning turli holatlari ϕ uchun o'lchang qiymatlari

N ₂	Holat ϕ		0°	30°	45°	60°
	α grad	I μA	I μA	I μA	I μA	I μA
1						
2						
3						

11. 1-jadvalda keltirilgan natijalarga asosan qurilmadan o'tgan yorug'lik intensivligini $I=f(\phi)$ bog'liqlik grafigini chizing.

2- topshiriq.

1. Optik kursidagi polarizator bilan analizator oralig'iga chorak to'liq plastinkani o'rning.
2. Polarizatorni nol holatga o'rning.
3. Optik kursidagi polarizator bilan analizator oralig'iga yarim to'liq plastinkani o'rning.
4. Yorug'lik intensivligini analizator o'rni funksiyasi sifatida (ya'ni: 0° , 30° , 45° va 60° burchaklarda) -90 dan $+90^\circ$ gacha diapazonda o'lchang va 2-jadvalga qo'ying.

2- jadval. Tokning analizator holati α funksiyasi sifatida yarim to'liq plastinkaning turli holatlari ϕ uchun o'lchangan qiymatlar.

N ₂	Holat ϕ	—	0°	30°	45°	60°
	α grad	I μA	I μA	I μA	I μA	I μA
1						
2						
3						

5. 2-jadvalda keltirilgan natijalarga asosanib $I=f(\phi)$ ni chizing.
6. Olingan grafiklardan tegishli xulosa qilib hisobot yozing.

SINOV SAVOLLARI

1. Tabiiy va qutublangan nurlar deb nimaga aytiladi?
2. Qutublangan nurlar necha xil turlarga bo'linadi?
3. Qutublangan nurlar haqidagi Malyus qonuni mohiyati nimada?
4. Chorak va yarim to'liqlik plastinalar nima vazifani bajaradi?
5. Chorak va yarim to'liqlik plastinalardan o'tgan nurlarda qanday o'zgarishlar sodir bo'ladi?

QUTBLANISH TEKISLIGINI SHAKAR ERITMASI BILAN BURISH

Tajriba maqsadi:

Qutblanish tekisligining konsentrlangan shakarli eritmada burilishini bir-biriga ko'ndalang o'rnatilgan ikki polarizator bilan kuzatish hamda uchta turli yorug'lik ranglari uchun burish burchagini aniqlash.

Kerakli jihozlar: D(+)-saxaroza, galogen lampa, transformator, yorug'lik filtri ko'zgusimon shisha yacheyka, linza, leybold multiqisqichlari, kichik optik kursi, yarim shaffof ekran.

NAZARIY TUSHUNCHA

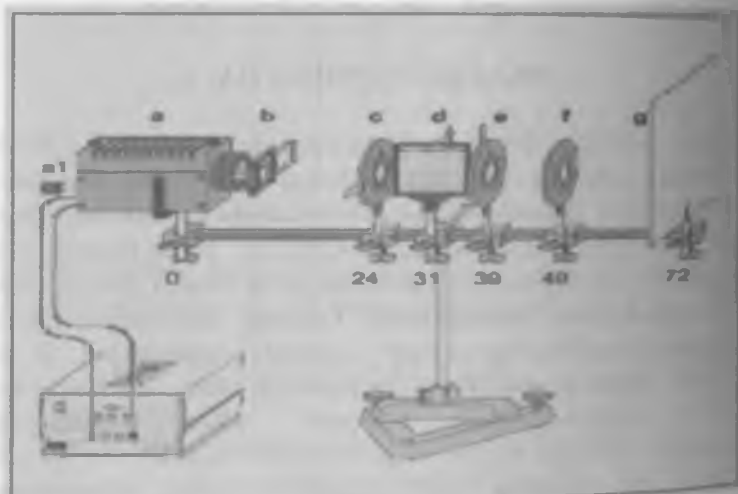
Optik aktivlik bir qator moddalar uchun xos bo'lib, bu moddalardan chiziqli qutblangan yorug'lik o'tganda qutblanish tekisligi buriladi. Bunday hodisa ba'zi eritmalarda ham yuz beradi. Eritgan moddaning molekulyar strukturasi yorug'likning o'ng aylanishli va chap aylanishli qutblanishiga olib kelib, ular eritmada turli fazaviy tezlikda harakatlanadi. Eritmaga tushayotgan chiziqli qutblangan yorug'lik o'ng va chap aylanishli qutblangan to'lqin qismlariga ajralishi mumkin. To'lqinning ikki qismlari turli fazaviy tezlikda tarqalib, bosib o'tgan masofasiga proporsional bo'lgan fazalar farqini keltirib chiqaradi. To'lqinning ikki qismi bu masofani bosib o'tganidan so'ng, superpozitsiya natijasida yo'nalishi asl to'lqinga nisbatan burilgan chiziqli qutblangan to'lqinga aylanadi.

Burilish burchagi molekulyar strukturaga, eritmada yorug'lik yo'li davomligidagi erigan modda konsentratsiyasiga va yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq. Kuzatuvchi yorug'lik nuri tarqalishi yo'nalishiga qarama-qarshi qaraganida, yorug'likning qutblanish tekisligi soat strelkasi bo'yicha burilsa(o'ng aylanish) unga musbat qiymat beriladi. Aksincha, soat strelkasiga teskari aylanishni chap aylanish deb atashadi va unga manfiy

qiymat beriladi. Asosan har qanday optik aktiv moddada o'ng aylanishli va chap aylanishli modifikasiyalar bo'lishi mumkin. Ikkala 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 polarizatorda kuzatiladi. Konsentrlangan eritma D(+) - suvdagi saxaroza optik aktiv modda sifatida qo'llaniladi. D(+) belgi qutblanish tekisligini modda o'ng tomonga aylantirishini anglatadi.

QURILMANING TAVSIFI



I-rasm. Qutblanish tekisligini shakar eritmasi bilan burilishini kuzatish uchun tajriba qurilmasi

- a Galogen lampa korpusi
- b Yorug'lik filtri (tasvir siljitgichda)
- c Polarizator
- d Shakar eritmasi

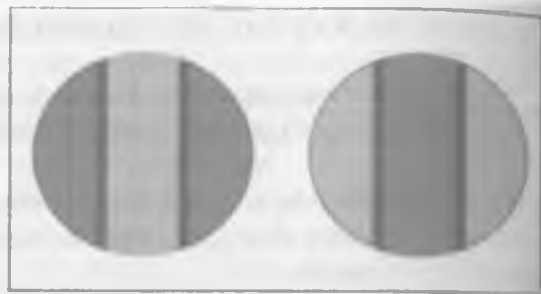
- e Analizator
- f Linza
- g Kuzatish ekrani

O'LGHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1. I-rasmida keltirilganidek, kichik optik kursiga komponentlarni yig'ing. rasmida chapdagi Leybold multiqisqichidan o'rinlar berilgan.
2. Polyarizasiya filtrlarini shunday to'g'rilangki, ularning shkalasidagi belgilar kuzatish ekraniga qaragan bo'lsin va ixkkalasi ham 90° ga o'rnatilsin.
3. Galogen lampani lampa korpusidagi sterjen yordamida (a1) to'g'rilang va optik kursidagi linzani shunday siljitingki, kuzatish ekranidagi ko'rish maydoni bir jinsli yoritilsin.
4. Ko'zgusimon shisha yacheykaga 50 ml suv soling uni prizmal stolga joylashtiring va uni kuzatish maydoniga markazlashtirib to'g'rilang.
5. Galogen lampa korpusining chiqish aperturasidagi tasvir siljitgichga qizil yorug'lik filtni o'rnatib va analizator bilan ko'rish maydonining o'rta qismida maksimal qorong'ulikga erishing.

a) Oq yorug'likni kuzatish:

1. Analizatorni 0° ga o'rnatib va butun ko'rish maydonini kuzating.
2. Chayqash orqali D(+) - saxarozani maksimal to'liq eriting.
3. Ko'zgusimon shisha yacheykani qayta nur yo'lining markaziga joylashtiring va ko'rish maydonini kuzating.
4. Analizatorning qutblash yo'nalishini buring va buning barchasini ko'rish maydonida kuzating.
5. Analizator o'rni qizil yorug'lik uchun eritmaning burish burchagi sifatida qabul qiling.
6. Qizil yorug'lik filtni yashil bilan almashtiring va burishburchagini yana aniqlang.



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

b) Monoxromatik yorug'likni kuzatish:

1. Galogen lampa korpusining chiqish aperturasidagi tasvir siljitgichga qizil yorug'lik filtri o'mating va analizator bilan ko'rish maydonining o'rta qismida maksimal qorong'ulikga erishing.
2. Analizator o'rmini qizil yorug'lik uchun eritmaning burish burchagi sifatida qabul qiling.
3. Qizil yorug'lik filtrini yashil bilan almashtiring va burish burchagini yana aniqlang.
4. Ko'k yorug'lik filtri uchun burish burchagini aniqlang.
5. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

1-jadval. Yorug'likning turli ranglari uchun burish burchagi

№	Yorug'lik filtri	Burish burchagi
1	Qizil	
2	Ko'k	
3	Yashil	

6. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Tabiiy yorug'likning qutublangan yorug'likdan farqini izohlang
2. Malyus qonuniga asosan analizator va polyalizatoridan o'tgan yorug'likning intinsivligini hisoblang.
3. Optikaviy moddalarga qanday moddalar kiradi?
4. Polyarizatsion tizimlar qayerlarda qo'llaniladi?

LABORATORIYA ISHI № 12

FOTOEFFEKT HODISASINI O'RGANISH

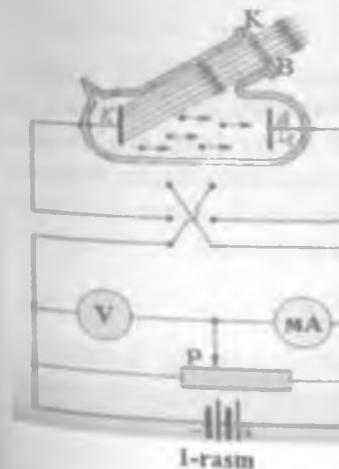
Tajriba maqsadi:

Fotoelementning voltamper xarakteristikasini olish va fotoeffekt qonuniyatlarini o'rganish.

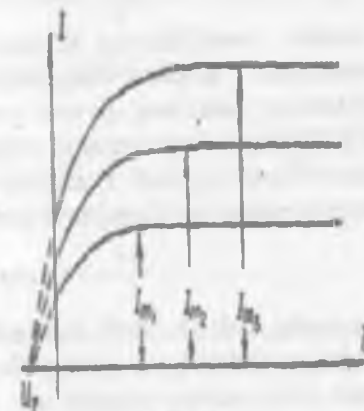
Kerakli jihozlar: Yorug'lik manbai, o'zgarmas tok manbai, o'zgaruvchan va o'zgarmas tokka mo'ljallangan voltmeter va ampermetr, vakuumli fotoelement FEU-2, o'lchov lineykasi.

NAZARIY TUSHUNCHA

Fotoeffekt-yorug'lik ta'sirida jism sirtidan elektronning ajralib chiqishidir. Bu hodisani birinchi bo'lib, 1887 yilda G.Gerts kuzatgan. Rus fizigi A.G. Stolotov fotoeffekt hodissasini chuqurroq o'rgandi. A.G. Stolotov tajribasining sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Havosi so'rib olingan ballon ichidagi katod K ning sirtiga monoxromatik nurlar dastasi kvarts "KB" darcha orqali tushadi. Sxemadagi potensiometr P elektrodlar orasidagi kuchlanishning qiymatlarini hamda ishorasini o'zgartirishga yordam beradi.



1-rasm



2-rasm

Voltmetr yordamida kuchlanish, fototok esa galvanometr bilan o'lchanadi.

2-rasmda Φ_1 , Φ_2 va Φ_3 yorug'lik oqimi uchun fototokning anod va katod orasidagi kuchlanishga bog'liqligini ifodalovchi grafik, ya'ni volt-ampere xarakteristikasi tasvirlangan. Rasmdan ko'rinishicha kuchlanishning biror qiymatidan boshlab fototok o'zarmay qoladi, ya'ni to'yinadi. Boshqacha qilib aytganda, fotoelektronlarning barchasi anodga yetib boradi. Fototokning bu qiymati to'yinish toki deb ataladi. Fotokatodga tushayotgan yorug'lik oqimi o'zgartirilsa, to'yinish tokining qiymati ham o'zgaradi. Bu tajribalardan fotoeffektning birinchi qonuni kelib chiqadi. Muayyan fotokatodga tushayotgan yorug'likning spektral tarkibi o'zgarmas bo'lsa, fototokning to'yinish qiymati yorug'lik oqimiga tug'ri proporsional. Rasmdan ko'rinadiki anod va katod orasidagi kuchlanish nolga teng bo'lgan holda ham fototok mavjud bo'ladi. Bu shuni ko'rsatadiki kinetik energiyasi katta bo'lgan elektronlar maydon kuchlanganligiga qarshi ish bajaradi va anodga etib borib anod tokini hosil qiladi. Agar elektr maydon yetarlicha kuchli bo'lsa fotoelektronlar anodga etib bormasdan o'z energiyalarini sarflab qo'yadilar. Natijada zanjirdagi fototok to'xtab qoladi. Bu holga mos keluvchi tormozlovchi kuchlanishning qiymati " U_1 " to'xtatuvchi kuchlanish deb ataladi. Bu vaqtdagi chegaraviy hol uchun

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = eU_1 \quad (1)$$

bu yerda fotoeffektning ikkinchi qonuni kelib chiqadi: muayyan fotokatoddan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar boshlang'ich tezliklarining maksimal qiymati yorug'lik intensivligiga bog'lik emas. Yorug'likning to'lqin uzunligi o'zgarsa, fotoelektronlarning maksimal tezliklari ham o'zgaradi. Fotoeffekt vujudga kelishi uchun tushayotgan fotonning energiyasi Eynshteyn qonuniga bo'ysunadi.

$$\frac{hc}{\lambda} = h\nu = A + \frac{m\vartheta_{\max}^2}{2} \quad (2)$$

Bu yerda, $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Js Plank doimiysi, ν - yorug'lik chastotasi, λ - sirtiga tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi, A - metall sirtidan elektronning chiqish ishi, ν - fotoelektronlarning maksimal tezligi, m - elektron massasi.

QURULMANING TAVSIFI



3- rasm.

- (1) yorug'lik manbai, (2) voltetr, (3) milliampermetr, (4) fotoelement, (5) potensiometr.

O'LCHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

1. Yorug'lik manbaiga reostat orqali 30 V kuchlanish bering.
2. Fotoelementni yorug'lik manбайдan 15 sm uzoqlikda o'rning.
3. R qarshilik orqali 10 V oralig'ida, fotoelementning anodi va katodi orasidagi kuchlanish tushishini o'zgartirib borib, milliampermetr orqali fototokning qiymati I_f ni o'lchab boring.
4. Fotoelementni yorug'lik manбайдan 30, 45 sm masofaga qo'yib, tajribani takrorlang.
5. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.
- 6.

1- Jadval.

U_a	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I_f											

7. Jadval asosida abtsissa o'qi bo'yicha U_a qiymatini va ordinata o'qi bo'yicha fototokning qiymati I_f ni qo'yib fotoelementning voltamper xarakteristikalarini chizing.
8. Grafikni interpolyasiyalash yo'li bilan U_1 to'xtatuvchi potensialning qiymatini aniqlang.

9. (1)-formuladan foydalanib fotoelektronlarning tezligini aniqlang.
10. (2) foydalanib katod materiali uchun elektronlarning chiqish ishini aniqlang.

SINOV SAVOLLARI

1. Fotoeffekt hodisasi nima va uning qonunlarini tushuntiring.
2. Ichki va tashqi fotoeffekt hodisasini farqi nimada?
3. Eynshteyn tenglamasini yozing va tushuntirib bering.

LABORATORIYA ISHI № 13

PLANK DOIMIYSINI ANIQLASH

Tajriba maqsadi:

Tashqi fotoeffekt hodidasidan foydalanib Plank doimiysini aniqlash.

Kerakli jihozlar: FE-STSV fotoelementi, voltmetr, yoritgich, mikroampermetr, reostat, filtrlar.

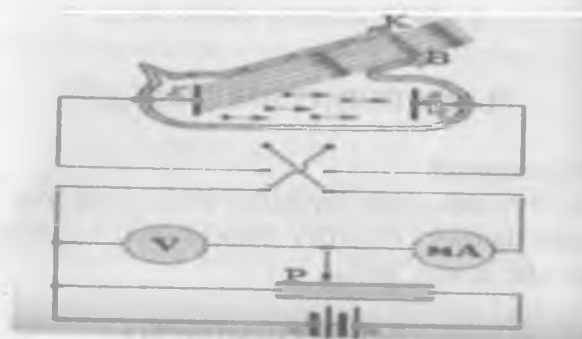
NAZARIY TUSHUNCHA

Kuzatishlar, tajriba va nazariyalar asosida yorug'likning to'liq hamda zarra (kvant) tabiatiga ega ekanligiga ishonch hosil qilindi. Kvant tabiatiga asoslanib, yorug'likni "elementar zarra" - fotonlar oqimi sifatida tasavvur etiladi. Fotonning tinch holatdagi massasi nolga teng, u faqat harakat jarayonida mavjud bo'lib, to'xtasa yo'qoladi, ya'ni yutilish xossasiga ega.

Yorug'lik ta'sirida moddalardan erkin elektronlarning ajralib chiqishi fotoeffekt deyiladi. Ikki xil fotoeffektni kuzatish mumkin: tashqi fotoeffekt yorug'lik ta'sirida metall sirtidan elektronlarning uchib chiqishi va ichki fotoeffekt yorug'lik ta'sirida yarim o'tkazgich va dielektrlarda elektronlarning energetik satrlar bo'yicha qayta taqsimlanish hodisasi. Tashqi fotoeffekt hodisasi

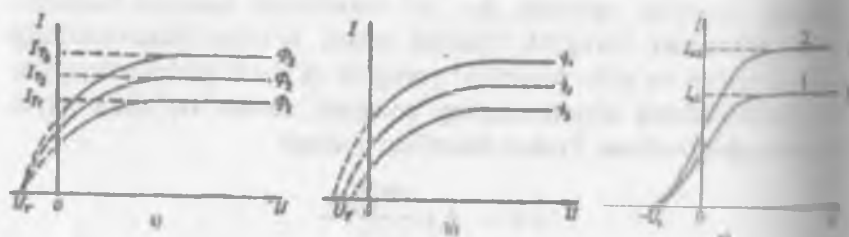
$$h\nu = A + \frac{m\vartheta_{\max}^2}{2}$$

ifoda bilan tushuntiriladi. bu yerda, A - elektronlarning metall sirtidan chiqishi uchun sarflanadigan ish, m - elektron massasi, $\vartheta_{\max}$ - uchib chiqqan elektronlarning maksimal tezligi. Tashqi fotoeffekt hodisasini kuzatish uchun mo'ljallangan qurilmaning sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm

K - katod yorug'lik bilan yoritilganda undan fotoelektronlar ajralib chiqib, K-katod hamda A - anod orasidagi maydon ta'sirida harakatlanadi va fototok hosil qiladi. Bu tokning kuchlanishga bog'liqligi voltamper karakteristikalarini hosil qiladi. Yorug'likning turli oqim va chastota qiymatlari uchun bunday karakteristikalar 2 - a, b, rasmda keltirilgan. Bu yerda I - katoddan chiqayotgan elektronlar soniga proporsional. U anodga borib etgan elektronlar soni bilan xarakterlanadi.



2-rasm

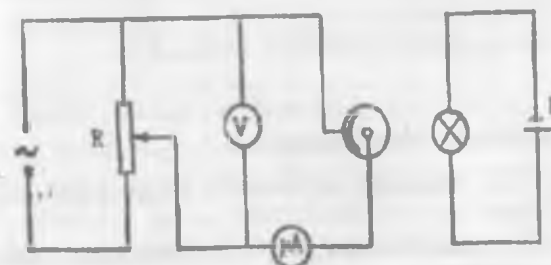
Anod va katod orasidagi kuchlanish nolga teng bo'lganda ham fototok mavjud bo'ladi. Bunda fotoelektronlar kinetik energiyalarini hisobiga maydon kuchlariga qarshi ish bajaradi. Agar manfiy elektr maydoni yetarlicha kuchli bo'lsa, elektronlar anodga etmay energiyalarini yo'qotadi. U holda fototok nolga teng bo'ladi. Ayni shu paytdagi kuchlanish U_T - to'xtatuvchi kuchlanish deyiladi. Tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslangan asboblار fotoelementlar deyiladi va ular ikki xil bo'ladi vakuumli fotoelementlar va gaz to'ldirilgan fotoelementlar. Vakuumli fotoelementlarni tuzilishi (1-rasmda)

quyidagicha: havosi so'rib olingan balon hamda katod va anoddan iborat bo'lib, katod va anod orasida tashqi batareya elektr maydon hosil qiladi.

QURULMANING TAVSIFI



(1) yorug'lik manbai, (2) voltetr, (3) milliampermetr, (4) fotoelement, (5) potentsiometr.



3-rasm

O'LGHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

- 3-rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig'ing.
- Elektr zanjirini tok manbaiga ulang.
- Sirtqi filtr ko'yilgan fotoelementni yorug'lik manбайдan 10 sm uzoqlikda o'rning (λ = 5,8 · 10⁻⁷ m)
- R qarshilik orqali fotoelementning anodi va katodi orasidagi kuchlanish tushishini 10 V oraliqda o'zgartira berib mikroampermetr orqali fototokning qiymatini I_f o'lchab olinadi, keyin fotoelementni yorug'lik manбайдan 15 sm, 20 sm o'rnatiladi va yuqoridagi ko'rsatma bajariladi. Abtsissa o'qi

- bo'yicha U kuchlanishning qiymati ordinata o'qi bo'yicha I_f fototokning qiymati quyib, fotoelementning oqim qiymatini uchun voltametr harakteristikasi chiziladi ($U=f(I_f)$)
5. Yorug'lik chastotasi binafsha ($\lambda_b=4 \cdot 10^{-7}m$), yashil ($\lambda_y=5,8 \cdot 10^{-7}m$), zarg'aldoq ($\lambda_z=6,2 \cdot 10^{-7}m$) filtrlar yordamida o'zgartiriladi ga 3-4 ko'rsatmalar bajariladi. Ranglar nurlanishning chastotasi $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ifodadan aniqlanadi. c - yorug'likning tezligi.
6. Turli chastotali yorug'liklar uchun fotoelementning volt-ampere xarakteristikasi ($U=f(I)$) olinadi.
7. Volt-ampere harakteristikasining to'g'ri chiziqli qismidan foydalanib, har bir chastota uchun to'xatuvchi kuchlanish U_1 aniqlanadi.
8. Olingan natijalarni jadvalga kiritung.

I-jadval

№	I(A)	U(V)	$\nu(Hz)$	$h(J \cdot s)$	$\bar{h}$	Δh	$\Delta \bar{h}$	$\epsilon\%$
1								
2								
3								

9. $U_T=f(I)$ chiziladi. φ burchak tipiladi.
10. $U_1 = \frac{h \cdot \nu}{q_e \cdot e}$ ifodadan $h = \frac{U_1 \cdot q \cdot e}{\nu}$. Plank doimiysi topiladi.
11. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Yorug'likning kvant tabiati qanday hodisalarda namoyon bo'ladi?
2. Foton nima?
3. Fotoeffekt hodisasi nima?
4. Fotoelement va uning qo'llanilish sohalarini ayting.

LABORATORIYA ISHI № 14

STEFAN-BOLSMAN QONUNI: «QORA JISM» NURLANISH INTENSIVLIGINING TEMPERATURAGA BOG'LIQLIGINI O'LGHASH

Tajriba maqsadi:

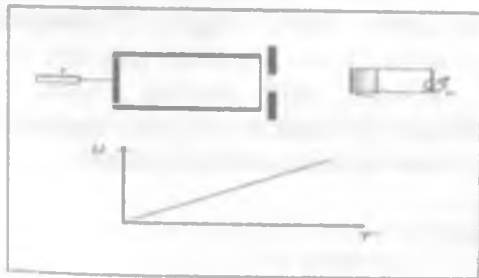
Moll termoclementidan foydalanib, 300-750 K temperaturalar intervalida "qora jism" detallari bor elektr pechdagi nurlanishning nisbiy intensivligini o'lchashni amalga oshirish.

Stefan-Bolsman qonunini tekshirish uchun nurlanish intensivligining absolyut temperaturaga bog'liqligi grafigini tuzish.

Kerakli jihozlar: elektrik pech, absolyut qora jism detallari, raqamli termometr, moll termoclementi, mikrovoltmetr, kichik optik kursi, katta V-shaklsimon shtativ, leybold multiqisqichlari, immersion suyuqlikli nasos, silikon quvurlar, ichki diametrik, suv uchun idish.

NAZARIY TUSHUNCHA

Barcha jismlar issiqlik nurlantiradi. Bu issiqlik elektromagnit nurlanishning intensivligi temperatura ortishi bilan ortadi va hamda shu jismning sirtiga ham bog'liq. Berilgan to'lqin uzunligida, u nurni qanchalik yaxshiroq yutsa, shunchalik ko'proq issiqlik nurlantiradi. Barcha to'lqin uzunlikli issiqlik nurlanishini yutuvchi jism *absolyut qora jism* deb ataladi. Aynan *Kirxgoff* birinchi bo'lib, berk bo'shliqdan virtual absolyut qora jism sifatida foydalanishni taklif qilgan. Absolyut qora jism eng katta yutish koeffitsiyentiga ega va shu bilan, berilgan temperaturada va to'lqin uzunlikda maksimal mumkin bo'lgan nurlantirishga ega.



1-rasm.

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

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

$$\delta = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ (W / m}^2\text{) K}^{-4} \text{ - Stefan-Bolsman doimiysi}$$

Shu vaqtda absolyut qora jism atrof muhitdan nur ham yutadi.

Shunday qilib biz M umumiy nurlanuvchanlikni emas, anig'i absolyut qora jism nurlanishidan olingan M' nurlanish manbasining nurlanuvchanligini o'lchaymiz. Atrof muhitdan yutilgan nurlanishning nurlanuvchanligi quyidagiga teng:

$$M_0 = \delta T_0^4 \quad (2)$$

Shuning uchun, quyidagini yozish mumkin

$$M = \delta(T^4 - T_0^4) \quad (3)$$

Mazkur tajribada «absolyut qora jism» sifatida elektr pechdan foydalaniladi. Absolyut qora jism detallari jilvirlangan mis silindr va ekrandan iborat. Bir uchi izolyasiya qilingan mis silindr, elektr pechga kiritiladi va talab qilingan temperaturagacha qizdiriladi.

Zarur bo'lganda suv bilan sovutiladigan ekran elektr pechning oldiga shunday o'rnatilganki, qaynoq pechkaning tashqi devorlarining nurlanishini emas, faqat jilvirlangan silindrning issiqlik nurlanishini o'lchash mumkin. Temperatura datchigi NiCr- Ni mis silindrdagi temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi.

Issiqlik nurlanishi mikrovolmetrga 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.

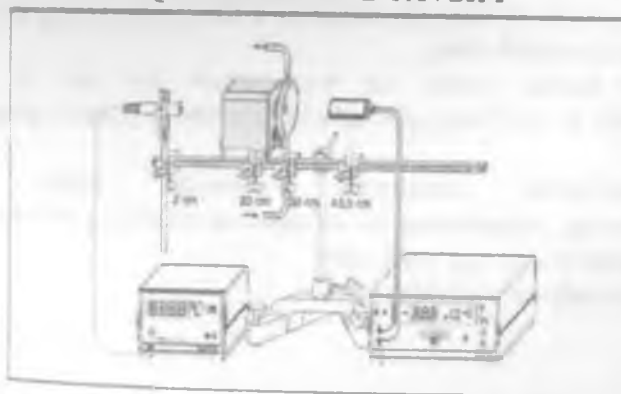


1- rasm.

Suv bilan sovutishdan foydalanilganda:

- Silikon quvumi immersion nasosga va ekranga shunday biriktiringki, ekranga suvning oqib kelishi pastki patrubkadan, chiqishi esa ekranning asosiy patrubkasidan bo'lsin.
- Idishni suv bilan to'ldiring va immersion nasosni suvli idishning gardishiga montaj qisqichdan foydalanib shunday mahkamlangki, kirish teshigi to'liq suvga botsin va maksimal botish chuqurligi 17 sm dan ortiq bo'lmasin (2- rasmga qarang; boshqa imkoni bor montaj uchun foydalanish bo'yicha instruktsiyalarga murojat qiling)

QURULMANING TAVSIFI



2- rasm. Stefan-Bolsmanning issiqlikdan nurlanish qonunini tasdiqlash uchun tajriba qurilmasi.

O'LGHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

1. 2- rasmda tasvirlangadek tajriba jihozlarini yig'ing.
2. Elektrik pechni, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani 2- rasmda keltirilganidek shunday o'rnatishki, termoelektrik batareyaning sterjeni elektr pechning ochiq tarafi oldidan taxminan 15 sm da joylashsin.
3. Absolyut qora jism komplekti ekranini metall tarafi bilan termoelektrik batareyaga qaralgan holda elektr pechning oldida taxminan 5-10 mm da joylashtiring.
4. Joyida temperatura datchigini universal qichqich bilan S montaj qiling va raqamli termometrni ulang (o'lchash diapazoni $> 200^{\circ}\text{C}$).
5. Elektrik pechning ochiq tarafini, absolyut qora jism komplekti ekranini va termoelektrik batareyani shunday to'g'irlangki, issiqlik nuri bevosita ochiq termoelektrik batareyaga tushsin.
6. Suv bilan sovutishdan foydalanilganda, immersion nasosni qo'llang.
7. Termoelektrik batareyani mikrovoltmetr bilan Rasm.1 da keltirilganidek ulang.
8. n mis silindrning temperaturasi va termoelektrik batareyaning boshlang'ich chiqish kuchlanishini o'lchang va bu qiymatlarni o'z tajriba daftaringizga yozib oling.
9. Elektr pechni ulang va temperatura har 5 dan 100°C ga oshganda, n va U ning qiymatlarini o'lchang va ularni o'z tajriba daftaringizga yozib oling.
10. Elektr pechni uzing; va temperatura har bir 5°C ga pasayganda, n va U ning qiymatlarini o'z tajriba jurnalangizga yozib boring.
11. Termoelektrik batareyani qoramtir karton bilan ekranlashtiring. voltmetrning nol ko'rsatishini tekshiring va bu qiymatni o'z tajriba daftaringizga yozib oling.
12. Olingan natijalarni jadvalga kitiring.

No	n($^{\circ}\text{C}$)	T(K)	(T-T ₀) ⁴ (K ⁴)	U _k (V)	U _{ch} (V)
1					
2					
3					

13. $U_k = f((T-T_0)^4)$ va $U_{ch} = f((T-T_0)^4)$ funksiya grafiklarini chizing.
14. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

SINOV SAVOLLARI

1. Absolyut qora jism tushunchasini izohlang.
2. Kirixgof qonunini izohlang.
3. Stefan-Botsiman qonunini tushuntiring.
4. $U_k = f((T-T_0)^4)$ va $U_{ch} = f((T-T_0)^4)$ funksiya grafiklarini izohlang.

LABORATORIYA ISHI № 15

VOLFRAM TOLASI TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASINING ABSOLYUT QORA JISM TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASIGA NISBATINI TANISH

Tajriba maqsadi:

Cho'g'lanma lampaning energetik nurlanishini o'rganish va absolyut qora jism volfram tolasining nur yutish koeffitsientini aniqlash.

Kerakli jihozlar: LATR, o'zgaruvchan yuk kuchi va kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan ampermetr va voltmeter volfram tolali elektr lampasi.

NAZARIY TUSHUNCHA

Termodinamik qonunlardan foydalaniib, Stefan-Boltsman absolyut qora jism nurlanish energiyasini uning temperaturasi bog'liqligini aniqladi. Absolyut qora jism deb tushuvchi nurlanish energiyasini to'liq yutuvchi jismlarga aytiladi. Bunday jismlar uchun yutish koeffitsienti birga teng. Stefan-Boltsman qonuniga ko'ra absolyut qora jismning sirt birligidan bir sekunda nurlanadigan energiya, ya'ni absolyut qora jismning energetik nurlanishi undagi absolyut temperaturaning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir, ya'ni.

$$R_e = \sigma T^4 \quad (1)$$

bu yerda, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{vatt}}{\text{m}^2 \cdot \text{grad}^4}$ Stefan-Boltsman doimiysi.

Agar nurlanayotgan jism absolyut qora jism bo'lmasa, u holda:

$$R_e = k \cdot \sigma T^4 \quad (2)$$

bu yerda k - absolyut qora bo'lmagan jism uchun energetik nurlanishni yutish koeffitsienti. (1) va (2) tenglamalardagi R_e birlik bo'lib, son jihatidan yorug'lik chiqaruvchi jismning yuza birligidan chiqayotgan yorug'lik oqimiga teng.

$$R_e = \frac{\Phi}{S} \quad (3)$$

Yorug'lik oqimi esa yorug'lik to'lqinlarining mazkur yuzadan vaqt birligida olib o'tgan energiyasi bilan aniqlanadi.

$$\Phi = \frac{W}{t}$$

(4)

(4)ni (3)ga qo'ysak

$$R = \frac{W}{I \cdot t}$$

(5)

(5) tenglamadagi $\frac{W}{t} = N$ lampa quvvati. Cho'g'lanma lampaning quvvati to'lqin nurlanish energiyasiga sarf bo'lsa (2) ni hisobga olib (5) ni qo'yidagi ko'rinishda yozamiz:

$$N = J \cdot U = k \cdot \sigma S \cdot T^4$$

(6)

Cho'g'lanma lampa tolasining temperaturasi aniqlash uchun o'tkazgichlar qarshiligining temperaturaga bog'lanishidan foydalanamiz.

$$R_T = R_0(1 + \alpha t)$$

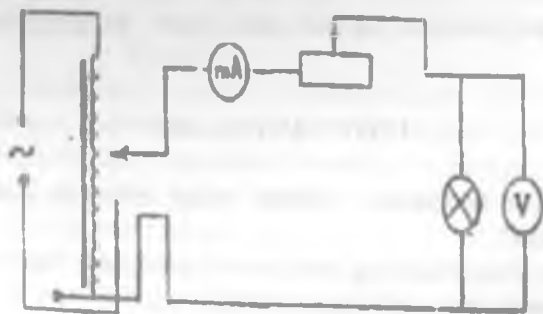
(7)

bu yerda r_0 - volfram tolasining 0°C dagi temperaturasi. Ikkinchi tomondan o'tkazgichning qarshiligi Om qonuniga asosan quyidagi tenglamadan topilishi mumkin:

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

(8)

QURULMANING TAVSIFI



1-rasm

LABORATORIYA ISHI № 15

VOLFRAM TOLASI TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASINING ABSOLYUT QORA JISM TEMPERATURALI NURLANISH ENERGIYASIGA NISBATINI TANISH

Tajriba maqsadi:

Cho'g'lanma lampaning energetik nurlanishini o'rganish va absolyut qora jism volfram tolasining nur yutish koeffitsientini aniqlash.

Kerakli jihozlar: LATR, o'zgaruvchan yuk kuchi va kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan ampermetr va voltmeter, volfram tolali elektr lampasi.

NAZARIY TUSHUNCHA

Termodinamik qonunlardan foydalaniib, Stefan-Boltsman absolyut qora jism nurlanish energiyasini uning temperaturasi bog'liqligini aniqladi. Absolyut qora jism deb tushuvchi nurlanish energiyasini to'liq yutuvchi jismlarga aytiladi. Bunday jismlar uchun yutish koeffitsienti birga teng. Stefan-Boltsman qonuniga ko'ra absolyut qora jismning sirt birligidan bir sekunda nurlanadigan energiya, ya'ni absolyut qora jismning energetik nurlanishi undagi absolyut temperaturaning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir, ya'ni:

$$R_r = \sigma T^4 \quad (1)$$

bu yerda, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{vatt}}{\text{m}^2 \cdot \text{grad}^4}$ Stefan-Boltsman doimiysi.

Agar nurlanayotgan jism absolyut qora jism bo'lmasa, u holda:

$$R_r = k \cdot \sigma T^4 \quad (2)$$

bu yerda k - absolyut qora bo'lmagan jism uchun energetik nurlanishni yutish koeffitsienti. (1) va (2) tenglamalardagi R erkinlik bo'lib, son jihatidan yorug'lik chiqaruvchi jismning yuza birligidan chiqayotgan yorug'lik oqimiga teng.

$$R = \frac{\Phi}{S} \quad (3)$$

Yorug'lik oqimi esa yorug'lik to'lqinlarining mazkur yuzadan vaqt birligida olib o'tgan energiyasi bilan aniqlanadi.

$$\Phi = \frac{W}{t}$$

(4)

(4)ni (3)ga qo'ysak

$$R = \frac{W}{I \cdot S}$$

(5)

(5) tenglamadagi $\frac{W}{I} = N$ lampa quvvati. Cho'g'lanma lampaning quvvati to'lqin nurlanish energiyasiga sarf bo'lsa (2) ni hisobga olib (5) ni qo'yidagi ko'rinishda yozamiz:

$$N = JU = k \alpha S \cdot T^4$$

(6)

Cho'g'lanma lampa tolasing temperaturasi aniqlash uchun o'tkazgichlar qarshiligining temperaturaga bog'lanishidan foydalanamiz.

$$R_T = R_0(1 + \alpha)$$

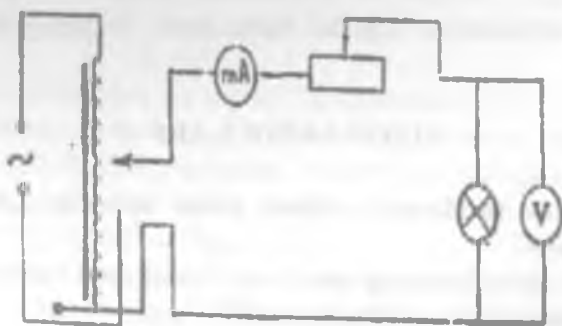
(7)

bu yerda r_0 - volfram tolasing 0°C dagi temperaturasi. Ikkinchi tomondan o'tkazgichning qarshiligi Om qonuniga asosan quyidagi tenglamadan topilishi mumkin:

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

(8)

QURULMANING TAVSIFI



1-rasm

$$N_T = \sigma T_0^4 S \quad (3)$$

bunda, S - tolaniing sirti, T_0 - muhitning harorati. Stasionar rejimda tolaniing nurlanayotgan yorug'lik quvvati

$$N = \sigma T^4 S \quad (4)$$

tola tomonidan iste'mol qilinayotgan to'la quvvatga teng bo'lishi kerak. T - cho'g'langan tolaniing harorati. Demak, (2), (3), (4) formulaga asosan

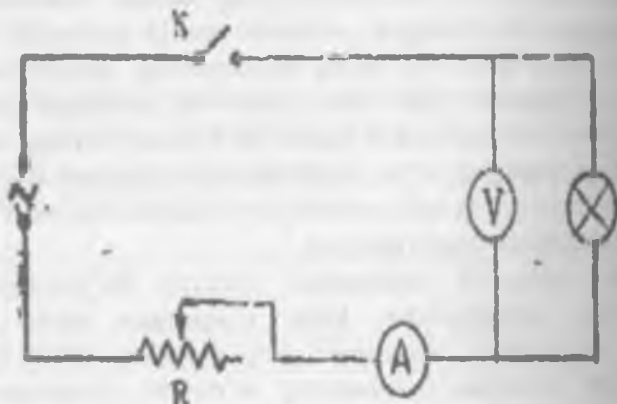
$$\sigma T^4 S = IU + \sigma T_0^4 S$$

tenglikni yozish mumkin.

u holda

$$\sigma = \frac{IU}{(T^4 - T_0^4)S} \quad (5)$$

QURULMANING TAVSIFI



1-rasm

O'LGHASH VA NATIJALARNI HISOBLASH

- 1-rasmida ko'rsatilgan elektr zanjirni tuzing.
- Kalitni ulab, (K) reostat (R) yordamida tolaga turli kuchlanishlar berib, voltmetr va ampermetr ko'rsatishlarini yozib oling.
- O'lchab olingan kattaliklardan foydalanib, tok kuchi I va kuchlanishning U har bir qiymati uchun zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga oid ifodadan $R_x = \frac{U}{I}$ aniqlash mumkin.
- Tolaniing uy haroratidagi qarshiligini (R_{uy}) bilgan holda, uning 0°C haroratdagi qarshiligi quyidagicha topiladi:

$$R_{\text{m}} = R_0(1 + \alpha t), \quad R_0 = \frac{R_{\text{m}}}{(1 + \alpha t)}, \quad R_0 = 18 \Omega, \quad \alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{grad}}$$

5. $T = \frac{R_1(R_2 - 1)}{(a - 273)}$ formuladan tolaniq cho'g'lanish harorati

aniqlanadi.

bu yerda, R_1 tolaniq cho'g'langan paytidagi ya'ni, t °C haroratdagi qarshilash.

6. O'lchab olingan I , U , T_0 , T , S kattaliklardan foydalanib (5) ifodadan Stefan-Boltsman doimiysini hisoblang va uning o'rtacha qiymatini toping

$$(S = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2).$$

7. O'lchashda yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblang.

SINOV SAVOLLARI

1. Jismning nurlanish qobiliyati va nurlanish energiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Absolyut qora jismning nurlanish qonunlarini aytib bering?
3. Nurlanishning yana qanday turlarni bilasiz?

LABORATORIYA ISHI № 17

INERT GAZ VA METAL BUG'LARINING CHIZIQLI SPEKTRLARINI PRIZMALI SPEKTROMETR YORDAMIDA O'LCHASH

Tajriba maqsadi:

Chiziqli spektrlarni prizmalı spektrometrda kuzatish hamda chiziqli spektrlar to'liq uzunligini burchak ko'rsatgichiga bog'liqligini o'rganish.

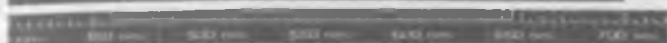
Kerakli jihozlar: prizmalı spektr, goniometr, He, Cd, Na lampalari, universal drosel, transformator.

NAZARIY TUSHUNCHA

Odatda spektrlarni uzluksiz va chiziqli turlarga bo'linadi. Ushbu tushinchalarni ishlatilishi sabab nimadadegan savol tug'iladi. Nurlanishlarni to'liq uzunliklar (ya'ni chastotalar) bo'yicha ajratib ulami ekranda yoki akulyarda tushuruvchi qurilmaga spektrometr deyiladi. Spektrometring asosiy qismini prizma tashkil etadi. Tasmasimon tirqishdan o'tib prizмага tushayotgan turli to'liq uzunlikli (chastotali) nurlanishlar bu prizmada turlicha sinadi. Natijada ekranda spektrometr tirqishining turli chastotali nurlanishlar vujudga keltirgan tasvirlari paydo bo'ladi. Tirqish tasmasimon shaklda bo'lganligi uchun tasvir ham tasmasimon bo'ladi. Lekin spektrometr ajratish qobiliyatini oshirish maqsadida tirqishni nihoyat ensiz qilib olinadiki, natijada ekranda tasvir xuddi chiziqqa o'xshab ketadi. Shuning uchun bunday nurlanish spektri chiziqli yoki uzluksiz deb ataladi. Shuni alohida, qayd qilaylikki, har bir "chiziq" ni ma'lum chastotali nurlanishga mos keladi, deyishimiz mumkin. Misol sifatida rasm 1 da kadmiy, geliy, neon, va natriy atomlarini chiziqli spektrlari keltirilgan.



Kadmuy



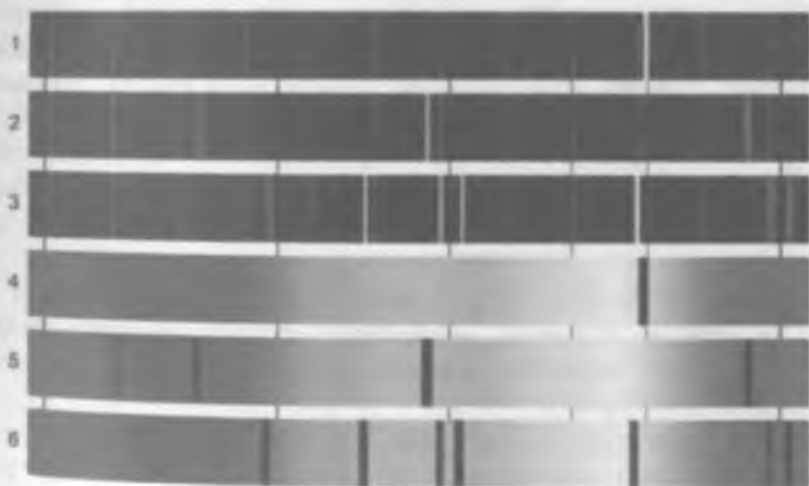
Geliy



Neon



Natriy



Спектры испускания: 1 - натрия, 2 - водорода, 3 - гелия.
Спектры поглощения: 4 - натрия, 5 - водорода, 6 - гелия.

1-расм.

1-rasmdan ko'rinicha 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'plamli chiziqlaridan iborat. Bu to'lqin uzunliklarni aniq o'lchash orqali, biz yorug'lik

manbaining xarakteri haqida asosli xulosalar qilishimiz mumkin. Bu spektral chiziqlarni ajratish uchun biz prizma foydalanishimiz mumkin. Bu ishda sindirish ko'rsatgichi materialiga bog'liqligidan foydalaniladi (mazkur holda rangsiz shisha).

Yorug'lik nurlari prizmada sinib, to'liq uzunliklariga bog'liq ravishda prizmada turli darajada og'adi. Spektarning ko'rinish diapazonidagi qisqa to'liqlik yorug'lik uzun to'liqligi yorug'lik qaraganda ko'proq og'adi.

QURULMANING TAVSIFI

Prizmalı spektrometrda kengligi va balandligini o'zgartirish mumkin bo'lgan vertikal S tirqishdan chiqqan yorug'lik sochilgan holda tarqaladi va O_1 obyektiv orqali linzaga tushadi: tirqishdan linzagacha bo'lgan masofa uning fokus masofasiga ekvivalent bo'ladi (2-rasm ga qarang). Tirqish va linza birgalikda kollimatorni tashkil qiladi. Obyektivdan keyin, yorug'lik parallel dasta sifatida prizмага tushadi, ya'ni prizмага barcha nurlar bitta burchak ostida tushadi. Prizma yorug'likni sindiradi va har bir to'liq uzunlikli nur turli burchakka og'adi. Va nihoyat, ikkinchi O_2 obyektivning linzasida ma'lum to'liq uzunlikli barcha parallel nurlar fokuslanib, obyektivning fokal tekisligida S tirqishning obrazini hosil qiladi.

Shunday qilib, toza spektr fokal tekislikda shakllanadi va biz uni O' okulyar yordamida kuzatishimiz mumkin. O_2 obyektiv linza va O' okulyar birgalikda fokuslanishi cheksiz bo'lgan astronomik teleskopni tashkil qiladi.

Prizma shunday o'rnatiladiki, spektarning o'rta to'liq uzunliklari (500 - 600 nm ga yaqin) uchun nurning yo'nalish simmetrik va og'ish minimal bo'lsin. Bu o'z navbatida spektral ajratishni oshiradi.

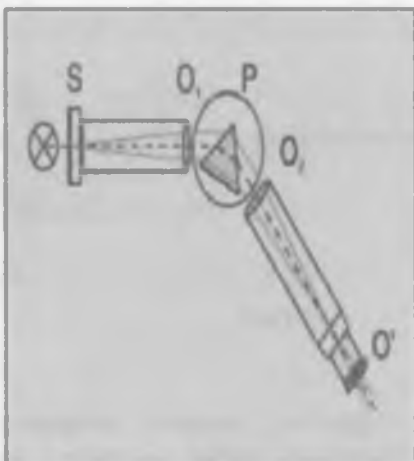
Spektrometrni sozlash.

Teleskopni (a), prizma stolini (c), va trubka tirqishini (kollimator) (c) gorizontallik yo'nalishda ko'z bilan chamalab to'g'rilang (Rasm.3 ga qarang).

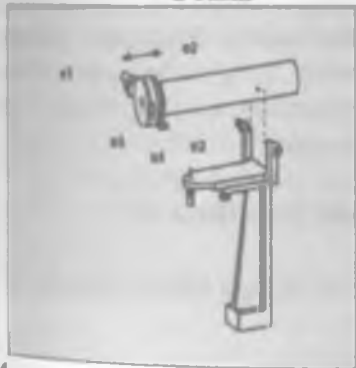
Teleskop va kollimatorni yon tomonga sozlash vintlari (b), (d), yordamida markazlashtiring va keyin vintlarni qotiring. Sozlash vintlariini juda ko'p ochib yubormang, chunki ular teleskopni va kollimatorni tutib turadi.



2-rasm

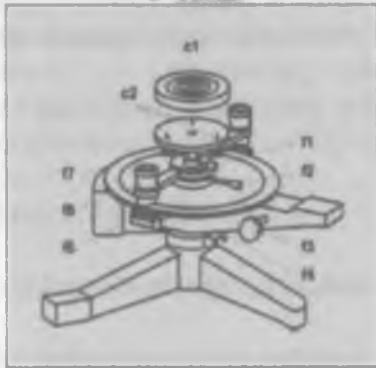


3-rasm.



4-rasm. Kollimator

- e1 Mikrometer dastazi
- e2 Kollimator trubasi
- e3 Kollimator trubkasini qotirish vinti
- e4 Kollimator balandligini korrekcirovka qilish vinti
- e5 Tirqish balandligini pasaytirgich



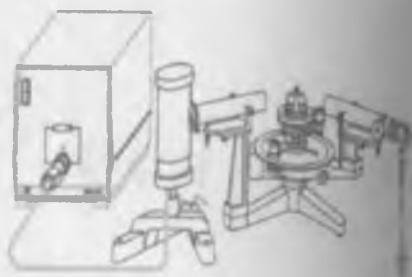
5-rasm. Spektrometrning asosiy qurilmasi va prizma stoli

- c1 Prisma stoli
- c2 Prisma stolini to'g'rilash vintlari
- f1 Prisma stolini qotirish vinti
- f2 Graduirovka qilingan aylanani qotirish vinti
- f3 Teleskopni burish uchun nozik sozlash vinti

- 14 Teleskopni qotirish vinti (ko'rinmagan)
- 15 Noniuslar
- 16 Lupa
- 17 Graduirovka qilingan aylana



6-rasm



7-rasm

Spektral lampani korpusga mahkamlang, uni 5-rasm da keltirilganidek taglikka o'rning, uni universal drosselga ulab yoqing. He-spektral lampa bilan tirqishni yoritng. Lampa kollimatorning ko'rish o'qida joylashganiga ishonch hosil qiling. Prizmani prizma stoliga joylashtiring va teleskopni shunday to'g'rilangki, tirqishdan o'tgan yorug'lik prizmag'a tushsin (agar yuqoridan qaralsa, Rasm.1 ga qarang) va spektrni teleskopda kuzatish mumkin bo'lsin.

O'LCHASH VA NATIJALARI HISOBLASH

I-topshiriq. Spektrometrni He - spektral lampa bilan kalibrlash:

1. 7- rasmdagidek tajriba jihozlarini yig'ing.
2. Tirqish (ϵ) kengligini o'zgartiruvchi mikrometrik yordamida, munosib tirqish kengligini o'rning.
3. 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.
4. Prizma stolini minimal holatda, mos vintlarni (f1) va (f2) mahkamlashdan foydalanib qotiring.
5. Goniometrni 0° va 180° konnuius chizig'iga kelishini ta'minlang.

6. Kadmiyni chiziqli spektrni teleskop okulyarida hosil bo'lishini ta'minlang.
7. Hosil bo'lgan spektrni 1-rasm dagi spektrlar bilan taqqoslang.
8. Har bir spektral chizig'iga mos keladigan goniometr burchak ko'rsatgichini oling.
9. Tajribani kamida 3 marta takrorlab goniometr ko'rsatgichini absolyut va nisbiy xatoligini aniqlang.
10. Goniometr o'rtacha qiymatidan foydalanib $\lambda = f(\alpha)$ bog'liq grafisini chizing. Buning uchun nurlar to'lqin uzunligini tegishli jadvaldan oling.
11. Olingan tajriba qiymatlarini quyidagi jadvalga qo'ying.

1-jadval.

No	$\alpha(\text{rad})$	$\lambda_{\text{tajriba}}(10^{-7})\text{m}$	$\lambda_{\text{adabiyot}}(10^{-7})\text{m}$
1			
2			
3			

12. Tajriba natijalaridan tegishli xulosalarni chiqaring va daftarga qayd qiling.

2- topshiriq. Boshqa yorug'lik manbailarining spektral chiziqlarini, masalan Cd spektral lampaning o'lchash.

1. He- lampa va korpusning sovushini kuting, keyin lampani almashtirib tirqishni yoriting.
2. Teleskopning to'r chizig'ini, yuqorida bayon qilinganidek, nozik sozlash (f3) dastasi yordamida, ketma-ket har bir spektral chiziq bilan to'g'rilang.
3. 1- topshiriqdagi 5-12 bandlarni takrorlang.

SINOV SAVOLLAR

1. Spektrometr qanday asbob?
2. Ishni bajarish uchun mo'ljallangan qurilma qanday asosiy qismlardan iborat?
3. Uzlukli yoki chiziqli spektrlar qaysi vaqtda kuzatiladi?
4. Goniometr qanday asbob?
5. Kadmiy chiziqli spektr nuriga mos keluvchi burchak qanday qilib o'lchanadi?
6. Nurlarkuzatish burchagi va ular to'qin uzunligi orasidagi bog'lanish qanday qonuniyatga bo'ysunadi?

FIZIK KATTALIKLAR JADVALI

1. Neon spektridagi chiziqlarning to'liq uzunliklari

Chiziqlarning rangi va vavaziyati	To'liq uzunligi; A
Ravshan qizil	6400
Qirmizigizil, bir-biriga	
Yaqin ikki chiziqning	6140
Sariq	5250
Ravshan yashil	5760
Yashil	5400
Yashil bir xil uzoqlikdagi bitta chiziqning o'ngdagisi	5080
Ko'k yashil	4340

2. Elektronlarning metallar va qotishmalardan chiqish ishi, eV.

Volfram	4,5	Kumush	4,74
W+C _B	1,6	Litiy	2,4
W+Th	2,63	Natriy	2,3
Pt+ C _B	1,40	Kaliy	2,0
Platina	5,3	Seziy	1,9

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmadjonov O.I. Fizika kursi. T., O'qituvchi 1981, 1984, 1985.
2. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. T., O'qituvchi 1973, 1975.
3. Трофимов Т.И: Курс физики. М., Высшая школа, 1990.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. М., Наука, 1980.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М., М., Высшая школа, 1978-1979.
6. Абдуллаев Физика Т., Ўқитувчи 1989
7. Гершензон Е.М. и др. Курс общий физики. М., Просвещение. 1980-1982
8. Иверонова В.И. Физический практикум. М., Наука, 1979.
9. Nazirov E. N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T., O'qituvchi, 1979.
10. Сальтыков А.И. Семашко Г.И. Программирование для всех М, Наука. 1984.

FIZIKA
fanining "Optika" bo'limidan
TAJIRIBA ISHLARI TO'PLAMI

Muharrir:
Texnik muharrir:
Musahhih:
Sahifalovchi:

G'.Murodov
G.Samiyeva
A.Qalandarov
M.Ortiqova

Nashriyot litsenziyasi AI № 178. 08.12.2010. Original-maketdan bosishga ruxsat etildi: 18.06.2020. Bichimi 60x84. Kegli 16 shponli. «Cambria» garn. Ofset bosma usulida bosildi. Ofset bosma qog'ozli. Bosma tobog'i 6.5. Adadi 100. Buyurtma №83.

Buxoro viloyat Matbuot va axborot boshqarmasi
"Durdona" nashriyoti: Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.
Bahosi kelishilgan narxda.

"Sadriddin Salim Buxoriy" MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy. Tel.: 0(365) 221-26-45