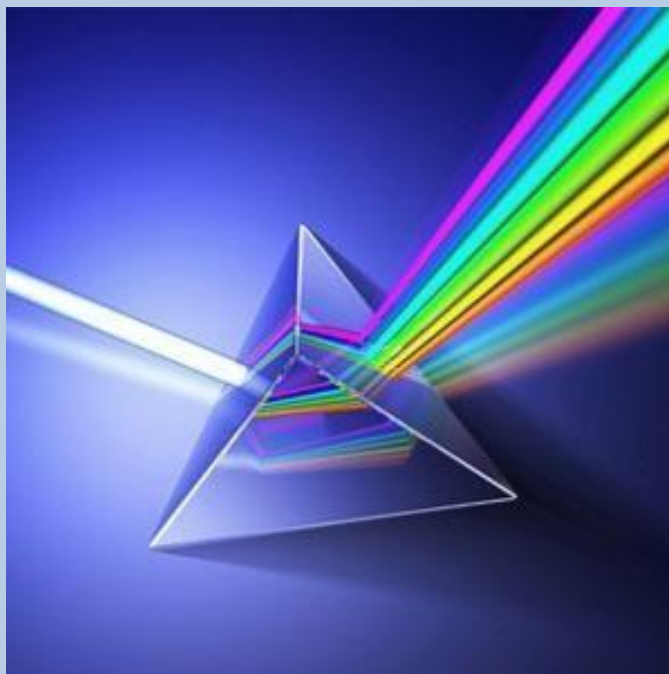


O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI
"FIZIKA" KAFEDRASI



OPTIKADAN
METODIK QO`LLANMA

NAMANGAN 2018

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

"FIZIKA" KAFEDRASI

N. Zokirov, M. Qosimova, Sh. Nazarov

OPTIKADAN
METODIK QO`LLANMA

NAMANGAN 2018

Metodik qo'llanma texnika oliygoxlari "bakalavr" talabalariga, akademik litsey va kasb xunar kollejlari yuqori bosqich talabalari va o'qituvchilariga mo'ljallangan.

Tuzuvchilar:

dots. N. Zokirov

kat.o'q. M. Qosimova

o'q. Sh. Nazarov

Taqrizchi:

prof. G. Gulomov

Fizika kafedrası uslubiy seminarida muhokamadan o'tkazilib, chop etishga tavsiya qilingan. Majlis bayoni №____2018 yil " __ " _____

Namangan muhandislik-qurilish institutining ilmiy medogik kengashida ko`rib chiqilgan va ma'ruza darslarida foydalanishga ruxsat etilgan (yig`in bayoni

№ ____)

MUNDARIJA

1.	So'z boshi.....	5
2.	“Optika” modulini o'qitishning nazariy masalalari	7
3.	“Optika” modulini o'qitishdagi innovatsiyalar va ilg'or xorijiy tajribalar.....	20
4.	Optika	39
5.	Geometrik optika	50
6.	Optik asboblari	65
7.	Fotometriya asoslari	73
8.	Izotrop muhitlarda yorug'likning tarqalishi. Dispersiya.....	86
9.	Yorug'lik interferensiyasi.....	97
10.	Yorug'lik difraktsiyasi	107
11.	Yorug'likning qutblanishi	124
12.	Optik kvant generatorlari (OKG) – lazerlar.....	142
13.	Golografiya asoslari va nochiziqli optika.....	145
14.	“OPTIKA” moduli bo'yicha test topshiriqlari.....	155
15.	Modul bo'yicha nazorat savollari.....	176
16.	Keyslar to'plami.....	177
17.	G l o s s a r i y.....	182

So'z boshi

Hozirgi vaqtda fizikaning asosiy yo'nalishlari, atom va yadro fizikasi, optika ildam rivojlanmoqda. Optika – qisqa elektromagnit to'lqinlarga bog'langan fizik xodisalar to'g'risidagi bilimlar bo'lib, hozirgi zamon fizikasining asosiy yo'nalishi sifatida mustaxkam tasdiqdan o'tgan.

Optikadagi o'sish asosan sifat jixatidan yangi yo'nalishlar hisobiga-chiziqli optika, lazer texnikasi, kogerent optikasini shakllanishi, golografiya va ularning yangi optik sistemalar tamoillari asosida ishlab chiqish va takomillashtirishga borib taqaladi.

Ma'lumki, hozirgi zamon fizikasi to'lqin optikasi yorug'likning tabiati to'g'risidagi va yorug'likning modda bilan ta'siri to'g'risidagi fandır. Fizik optika, yorug'likning to'lqin va kvant xossalarini izotrop va anizotrop muhitlarda energiya nurlanishi, tarqalish qonunlarini o'rganadi.

Ilmiy - texnik rivojlanishda fizik optika chegaralari, optik xodisalar nazariyasining chuqurlashishi va ularning amaliy qo'llanish sohaslarining kengayishi xisobiga rivojlandi. Shuni xisobga olish kerakki, hozirgi zamon optikasining kelgusidagi rivojlanishi – bu nafaqat yorug'likning elektromagnit nazariyasining rivojlanishiga, fotonlar fizikasini rivojlanishidir. Shuning uchun ham, hozirgi zamon optikasi metod va asboblarini ishlashida mutaxassislar yorug'likning to'lqin va foton nazariyalarini birlashtiradilar.

Interferentsiya, qutblanish, difraktsiya kabi fizik optika xodisalariga asoslangan, sanoat va laboratoriya nazorati va ilmiy tadqiqotlar uchun optik asbobsozligida qo'llaniladigan ko'plab qurilmalar yaratiladi. Bunday asboblarga bir nurli va ko'p nurli interferometrlar, qutblovchi asboblar va qurilmalar difraktsion panjaralar, lyuminestsentli, ultrabinafshali va boshqa mikraskoplar, polyariskoplar, saxorametrlar, fotometrlar, spektrograflar, spektrometrlar va boshqalar kiradi.

Qo'llanmada yorug'likning hozirgi zamon nazariyasining shakllanishi, interferentsiya, difraktsiya va qutblanish hodisalarining elementar nazariyalari berilgan. Bundan tashqari, qo'llanmada optik o'lchashlarda qo'llaniladigan spektroskopiya, fotometriya, yorug'lik manbalarining asoslari ko'rib chiqilgan. Talabalar uchun birinchilardan bo'lib, golografiya va nochiziqli optika asoslari kiritilgan. Ba'zi boblar oxirida o'tilgan mavzularni mustaxkamlash uchun savol va misollar keltirilgan.

Ushbu qo'llanma kollejlarning optik mutaxassislik yo'nalishidagi talabalari va oliy o'quv yurti talabalarining mustaqil ishi uchun mo'ljallangan bo'lib, optik hodisalarni fizikaviy ma'nosini hammabop ko'rinishda tushuntirilishiga harakat qilindi. Qo'llanmadan fizika fani o'qituvchilari "optika" bo'limini o'rganish mavzularida foydalanishi yaxshi natija beradi, chunki ko'p adabiyotlarda bu bo'lim nazariyasi batafsil yoritilmagan.

“OPTIKA” MODULINI O’QITISHNING NAZARIY MASALALARI

Fizika fani optika bo’limining ustivor yo’nalishlari.

Yorug’lik hodisalarini o’rganish juda qadimdan boshlangan bo’lib, yorug’likni ko’rish sezgisini uyg’otuvchi hodisa sifatida talqin etishgan.

Yorug’lik hodisalari allomalarimiz bo’lgan Beruniy va Ibn Sinoning ham e’tiborini jalb qilgan. Beruniy o’zining “Qadimgi xalqlardan qolgan yodgorliklar” nomli kitobida: “Quyosh nuridagi mavjud haroratning sababi haqida ba’zilar bunga sabab nur desalar, ba’zilar esa nur aksi – burchaklarining o’tkirligi sabab deganlar. Unday emas, balk inurning o’zida harorat mavjud” deydilar. Beruniyning bu fikri Quyoshdan Yerga issiqlik nurlanish tufayli kelishini isbotlaydi.

Yorug’lik tezligi haqida quyidagicha yozadi: “Ba’zilar u zamonsizdir, chunki jism emas desa, ba’zilar esa unning zamoni tez, lekin undan ham tezroq biror narsa yo’q va nur tezligini sezib bo’lmaydi”. Bu fikrlari bilan tabiatdagi biror jism yoki zarraning tezligi yorug’lik tezligiga teng yoki undan katta bo’la olmasligini ta’kidlagan. Beruniy Oy va Quyosh tutilishining sabablarini quyidagicha izohlaydi: “Oyning tutilishiga sabab uning Yer soyasiga kirishidir. Quyosh tutilishi Oy bilan Quyoshning bizdan tutilishi (ya’ni, Quyosh bilan yerning orasiga oyning kirib qolishi) tufaylidir. Shuning uchun Oyning qorayishi g’arb tomondan va Quyoshning tutilishi esa sharq tomondan boshlanmaydi. Quyosh tutilishi oldidan Oy g’arb tomondan kelib bir parcha bulut berkitgandek Quyoshni to’sadi. Turli joylarda berkitiladigan sathi turlisha bo’ladi. Ammo Quyoshning berkituvchisi (Oy) katta emasdur. Oyni berkituvchisi (Yer) kattadir”. Yorug’lik sinishi haqida Beruniy va Ibn Sinoning bir-biriga yo’llagan savol va javoblarida quyidagilar bor. Beruniy shunday deb so’raydi: - “Oq, yumaloq, tiniq bir shishani tiniq suv bilan to’ldirilsa, kuydirishda bamisoli yumaloq tosh (linza)xizmatini bajaradi. Agar u shisha suvdan bo’shatilib, havo bilan to’ldirilgan bo’lsa, kuydirmaydi va quyosh shulasini to’plamaydi. Nima uchun

shunday bo'ladi?". Savolga Ibn Sino shunday javob beradi: "Albatta suv qalin, vazmin, zich tiniq bir jism bo'lib, uning zotida rang border. Shunday sifatdagi har qanday narsadan yorug'lik akslanadi (sinadi). Shuning uchun suv bilan to'ldirilgan dumaloq shishada yorug'lik akslanadi. Shulaning to'planishidan kuydirish quvvati paydo bo'ladi. Ammo havodagi shula kuchi akslanmaydi. Chunki, havo nozik (siyrak) va tiniqdir".

Ko'rish va uning sabablari haqida Beruniy Ibn Sinoga shunday savol yuboradi: "Ko'z nuri vositasi bilan idrok qilish – ko'rish qanaqa, nima uchun tiniq suvning tagidagi narsa ko'rinib turadi, holbuki, ko'z nurining ravshanligi tiniq jismlarda akslanadi (sinadi)? Suvning sathi silliq va yaltiroq-ku".

Ibn Sino o'zining javoblarini keyinchalik "Fizika", "Tib qonunlari" nomli asarlarida aniqroq tavsiflaydi. "Agar ko'zimizdan nur chiqib, buyumlarni yoritadigan va oqibatida biz buyumlarni ko'radigan bo'lsak, nima uchun kechasi ko'rmaymiz? Nahotki ko'zimizdan chiqqan nur butun olamni yoritishga yetsa?" – deya Aflotunning fikrini rad etadi. Ibn Sino ko'rishning asosiy sababi aksincha, buyumlardan kelayotgan nurlarning ko'zimizga tushishi va ko'z gavharidan o'tib sinishi, so'ngra ko'zdagi to'r pardada tasvirning paydo bo'lishi natijasida deb tushuntiradi.

Yorug'lik haqidagi tushunchalar nima uchun odamzod ko'radi degan savol paydo bo'lishidan, ya'ni yorug'lik nima? qanday tabiatli degan savollarga javob berishdan boshlab paydo bo'la boshlagan. Masalan, qadimgi yunon allomalari Pifagor, Yevklid, Ptolemey asarlarida oddiy kuzatishlarga asoslangan yorug'likka oid ba'zi xulosalar keltirilgan. Ayniqsa, Demokrit, Epikur, Aristotel asarlarida yorug'likni tushuntirishda abstrakt ma'nodagi tushunchalar mavjud bo'lib, jumladan Demokrit mayda zarra-atomlarni ko'zga kelib tushishidan ko'rish sezgisi hosil bo'ladi deb hisoblagan.

Qadimgi yunon olimlari yorug'likning bir jinsli muhitda o'z yo'nalishini o'zgartirmasligini to'g'ri chiziq tushunchasi bilan bog'lab, yorug'likning bir jinsli

muhitda to'g'ri chiziqli tarqalishini uning asosiy xossasi deb tushungan.

Yorug'lik haqidagi tasavvurlar XV asrdan keyin tez rivojlanib bordi. Bu davrga kelib, 1590 yili gollandiyalik olim Yansen mikroskopni ixtiro qildi. 1679 yili frantsiyalik olim Ferma yorug'lik hodisalarida muhim bo'lgan Ferma prinsipini aniqladi. Keyinchalik gollandiyalik Snellius yorug'likning sinish qonuni, Italiya olimi Grimaldi yorug'likning difraksiyasini kashf etdi.

Yorug'lik haqidagi ta'limotning keyingi rivojlanishi Nyutonning korpuskulyar-zarra nazariyasi bilan Gyuygensning to'lqin nazariyasiga asoslanadi. Bu nazariyalarga ko'ra Nyuton yorug'likni korpuskulalar – mayda zarralar deb hisobladi. Gyuygens fikricha yorug'lik butun olamni egallagan alohida muhit – efirda tarqaluvchi to'lqindir.

Keyinchalik yorug'likning to'lqin nazariyasini rivojlanishiga ingliz olimi Yung, fransuz olimi Frenel, nemis olimi Fraungofer va boshqalar katta hissa qo'shdilar.

Bu nazariyalar yorug'likning ko'pgina hodisalarini to'g'ri tushuntirib bersada, ba'zi hodisalarni, masalan, yorug'likning nurlanishi, yutilishi va boshqa hodisalarni izohlab bera olmadi.

Ma'lumki, Maksvell elektr va magnit hodisalarini to'la tavsiflovchi elektromagnit maydon nazariyasini yaratdi. Nazariyaga ko'ra, elektromagnit maydon yorug'likning bo'shliqdagi tezligiga teng tezlik bilan tarqaladi.

XX asr boshlariga kelib yorug'likning elektromagnit nazariyasi yaratildi. Yorug'lik elektromagnit to'lqinlardan iborat ekanligini nazariya va tajribalar to'la tasdiqladi.

Yorug'likning elektromagnit nazariyasi juda ko'p hodisalarni, jumladan, hatto atom va molekullardagi tezlanishli harakat qilayotgan elektronlarning elektromagnit to'lqinlar tarzida nurlanishini ham ko'rsatib berdi.

Kvant fizikani yorug'lik hodisalariga tadbiiq etilishi bilan yorug'likning kvant nazariyasi yaratildi va fotoeffekt, Kompton effekt kabi hodisalar bu nazariya asosida qoniqarli tushuntirildi.

Yorug'lik haqidagi ta'limotni keyingi rivojlanishi optik kvant generator – lazerlar hamda chiziqli bo'lmagan optika kabi juda muhim sohalarni yaratilishiga olib keldi.

Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyasi.

1675 yili ingliz olimi Nyuton yorug'likning korpuskulyar nazariyasiga asos soldi. Korpuskula lotincha jajji jism degan ma'noni bildiradi. Nyuton fikricha, yorug'lik korpuskulalar deb ataluvchi juda mayda zarralar oqimidan iborat. Bu zarralar har xil, ya'ni katta kichikligiga qarab har xil ranglarni, masalan, yirik zarralar qizil ranglarni, mayda zarralar binafsha ranglarni hosil qiladi deb tushuntiriladi. Yorug'likni zarralar oqimi deyilsa, uning to'g'ri chiziqli tarqalishi va qaytish qonunlari hamda ranglarning har xilligi oson tushuniladi. Lekin bu nazariya ba'zi hodisalarni, hatto yorug'likning mustaqil tarqalishini ham tushuntira olmadi.

Nyuton tajribaga asoslanib yorug'likning dispersiyasini, ya'ni oq nur murakkab har xil rangli nurlar to'plami ekanligini aniqladi.

Har qanday jism o'ziga tushgan nurlarni, ya'ni har xil shakldagi korpuskulalarni ma'lum qismini yutadi, ma'lum qismini qaytaradi deb hisoblash bilan jismlar rangi belgilangan. Masalan, jism qaytargan yorug'lik nurlarini rangiga qarab uning rangi aniqlangan, boshqa nurlarni jism yutib qoladi deb hisoblanadi.

Yorug'likning korpuskulyar nazariyasiga asosan, muhitning sindirish ko'rsatgichlarini nisbati yorug'likning muhitlardagi tezliklar nisbati kabi bo'ladi:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{g_1}{g_2}$$

Bu yerda $n_1 = 1, n_2 = n, \vartheta_1 = c, \vartheta_2 = \vartheta$ deb, ya'ni yorug'lik bo'shliqdan biror muhitga tushayotgan bo'lsin deb faraz qilinsa,

$$n = \frac{\vartheta}{c} \quad (1)$$

hosil bo'ladi. Bu yerda c –yorug'likning bo'shliqdagi tezligi, ϑ –yorug'likning muhitdagi tezligi, n –muhitning sindirish koeffisienti. Yorug'likni havodan suvga o'tishida muhitning sindirish koeffisienti 1,33 ga teng bo'lib, formulaga asosan n birdan katta bo'lishi uchun $\vartheta > c$ bo'lishi kerak. Tajribalar $\vartheta < c$ ekanligini ko'rsatadi.

1690 yili Gyuygens yorug'likning to'lqin nazariyasiga asos soldi. Shu yili «Yorug'lik to'g'risida traktat» nomli kitobi chiqqan. U akustik va optik hodisalarni o'xshashligiga asoslanib, yorug'lik butun fazoni to'ldirgan maxsus muhit – efirda tarqaluvchi elastik (sferik) to'lqin deb faraz qildi. U to'lqin nazariyasida muhim bo'lgan Gyuygens printspi deb ataluvchi quyidagi xulosani berdi: to'lqin yetib kelgan har bir nuqta yangi to'lqin manbai bo'lib qoladi. Ya'ni ikkilamchi to'lqinlar markazi bo'lib qoladi. Bu nazariyaning eng muhim nozik tomoni - yorug'likni ko'ndalang mexanik to'lqin deb faraz qilinishidir. Demak, to'lqin nazariyasi yorug'likni ko'ndalang to'lqin sifatida muhitda tarqalishini tushuntirib berishi kerak.

Ma'lumki, suyuq va gazlarda bo'ylama to'lqin, qattiq jismlarda ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqin tarqaladi. Yorug'lik efirda tarqalar ekan, olamni egallagan efirni elastik qattiq jism xossalari ega deb olish kerak. Lekin tajribalar hech qanday efir mavjudligini tasdiqlamadi.

Yorug'likning to'lqin nazariyasiga asosan, ikki muhit singdirish ko'rsatgichlari nisbati ularda to'lqin tarqalish tezliklari nisbatiga teskari mutanosibdir:

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

Bu yerda birinchi muhit bo'shliq, ya'ni $n_1 = 1, \mathcal{G}_1 = c$ va $n_2 = n, \mathcal{G}_2 = \mathcal{G}$ deb belgilab,

$$n = \frac{c}{\mathcal{G}} \quad (3)$$

ifodani hosil qilish mumkin.

(2) va (3) formulalarni taqqoslash, ularni bir-biriga zid ekanligini ko'rsatadi. Endigi vazifa bu nazariyani qay biri to'g'riligini tajribada tekshirishdir. Shulardan biri yorug'likning muhitdagi tezligini aniqlashdir. Shu ma'noda yorug'likni muhitda tarqalish tezligini aniqlash olimlarda katta qiziqish uyg'otgan edi.

Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyasi ko'pgina yorug'lik hodisalarini tushuntirib berdi. XIX asrga kelib to'lqin nazariya katta yutuqlarga erishdi. Lekin nazariyalarni o'zidagi ziddiyatlar, masalan, efir nazariyasidagi qiyinchiliklar, yorug'lik hodisalarini boshqa tabiat hodisalari bilan bog'lanishidagi qiyinchiliklar, xususan, yorug'likning nurlanishi, yutilishini ham tushuntira olmasligi va boshqalar uni rivojlanishiga to'siq bo'ldi. Yorug'likning to'lqin va korpuskulalar nazariyalaridagi bunday qiyinchiliklarni Maksvellning elektromagnit nazariyasi bartaraf etdi.

Yorug'likning elektromagnit nazariyasi. Yorug'likning Gyuygens yaratgan to'lqin nazariyasi bilan Nyuton tomonidan yaratilgan korpuskulyar nazariyasi o'rtasidagi kurash XIX asr boshlariga kelib to'lqin nazariyasi foydasiga hal bo'ldi. Bu davrga kelib ingliz olimi Yung to'lqinlar interferensiyasini, fransuz olimi Frenel yorug'lik difraksiyasini, Arago yorug'likning qutblanishini va boshqa hodisalarni to'lqin nazariya asosida tushuntirib berdilar.

Lekin yorug'likka oid ko'pgina hodisalarni tushuntirish mumkin bo'lsada, qator hodisalarni yorug'likning to'lqin nazariyasi bilan tushuntirish mumkin bo'lmadi. Haqiqatdan ham yorug'lik efiirda tarqaluvchi ko'ndalang to'lqin degan tasavvurga

asoslangan yorug'likning mexanik nazariyasi yorug'lik hodisalarini to'la tushuntirolmas edi.

Maksvell fikricha, yorug'likning elektromagnit nazariyasiga asosan elektromagnit to'lqinlar alohida muhit – elektromagnit maydonda tarqaladi. Boshqacha aytganda, yorug'lik elektromagnit maydonning elektromagnit to'lqin tarzda tarqalishidir.

Bu fikrlar Maksvell tenglamalaridan kelib chiqadi. Haqiqatdan ham Maksvell tenglamalaridan elektromagnit maydonning tarqalish tezligi

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (4)$$

ga tengligi kelib chiqadi. Bu yerda c – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi, ϵ, μ – muhitning dielektrik va magnit singdiruvchanligi. (4) dan quyidagi xulosalarni olish mumkin: Bo'shliq uchun $\epsilon = 1, \mu = 1$ ga teng, demak, (4) dan

$$g = c \quad (5)$$

kelib chiqadi. (5) dan elektromagnit to'lqinlarni tarqalish tezligi yorug'likning bo'shliqdagi tezligiga teng bo'lishi kelib chiqadi. Bu natija yorug'likning elektromagnit to'lqinlar deb atalishiga asos bo'lgan. Yana shuni ta'kidlash kerakki, 1856 yili dastlab Veber va Kolgaushlar c o'zgarmas kattalik yorug'likning bo'shliqdagi tezligiga teng ekanligini tajribada aniqlashgan.

Ikkinchidan, optik tiniq muhitlar uchun dielektrik va magnit doimiyliklar birdan katta bo'ladi. Shunday ekan (4) formuladan g tezlik c tezlikdan kichik bo'lishi ko'rinadi. Yorug'likning elektromagnit nazariyasidan kelib chiquvchi bu xulosa Fizo va Fukolar o'tkazishgan tajribalarda, ya'ni suvda yorug'likning tezligini o'lchash bilan tasdiqlangan.

Uchinchidan, (3) bilan (4)ni taqqoslash ko'rsatadiki,

$$n = \sqrt{\varepsilon\mu} \quad (6)$$

Bu optik hodisalar bilan elektr va magnit hodisalarni o'zaro bog'lanishga ega ekanligini ko'rsatadi.

Elektromagnit to'lqinlarni inson ko'zi qayd qila oladigan sohasi, ya'ni, $\lambda = 3,8 \cdot 10^{-7} \div 7,6 \cdot 10^{-7}$ metr to'lqin uzunlik yoki $\nu = (4 \div 8) \cdot 10^{14}$ Gs chastotalar sohasiga mos kelgan to'lqinlar qisqagina *yorug'lik* deb ataladi.

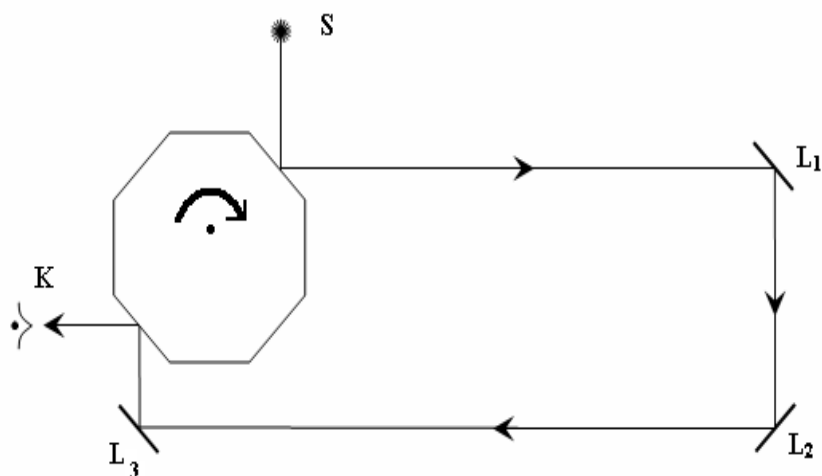
Ko'pgina hodisalarni to'g'ri tushuntirib bera olsada, yorug'likni elektromagnit nazariyasi ba'zi tajriba natijalarini, masalan, fotoeffekt, Kompton effekt kabi hodisalarni tushuntira olmadi.

Bu hodisalarni faqat yorug'likning kvant nazariyasi yordamida to'g'ri tushuntiriladi. Yorug'likning kvant nazariyasiga asosan yorug'lik nurlanishi uzluksiz bo'lmay balki uzlukli, ya'ni fotonlar shaklida tarqaladi deb hisoblanadi.

Yorug'lik tezligi. Yorug'lik hodisalarini o'rganish jarayonida yorug'lik tezligini aniqlash olimlarda juda katta qiziqish uyg'otgan. Shu sababli yorug'lik tezligini o'rganish uchun olimlar juda ko'p tajribalar qilishgan.

Lekin bu tajribalarni ko'pchiligida yorug'lik tezligini aniqlash mumkin bo'lmadi. Bunga sabab yorug'likning katta tezlikda tarqalishidir. Shunday bo'lsada, keyinchalik yorug'lik tezligi chekli ekanligi tajribalarda aniqlandi va katta aniqlikda o'lchashlar o'tkazildi.

Maykelson metodi. 1926 yil amerikalik olim Maykelson aylanma prizma usulidan foydalanib yorug'lik tezligini aniqladi (Maykelson 1907 yil fizika sohasida Nobel mukofotini olgan).



1- rasm

U

o'tkazgan tajriba bevosita havoda yorug'lik tezligini aniq o'lchashga imkon berdi. Lekin u keyinchalik 1932 yil bo'shliqda ham yorug'lik tezligini aniqlashga erishdi. Uning tajribasi quyidagicha bo'lgan. S manbadan chiqayotgan yorug'lik 8 tomonli prizmaning biror tomoniga tushib undan L_1 ko'zguna undan L_2 va L_3 ko'zgularga tushib qaytishidan yana prizmaning boshqa bir tomoniga, undan kuzatuvchi ko'ziga tushadi (1-rasm).

Dastlab kuzatuvchi prizmani tinch holatida yorug'likni aniq tasviri ko'rinadigan holatga keltiradi. Agar prizmani asta aylantirilsa, tasvir yo'qolib borishini va ma'lum bir aylanishlar sonida tasvir aniq ko'rinishini kuzatish mumkin. Bunga sabab yorug'lik ko'zgularga orqali prizmaga yetib borguncha prizma aniq bir tomonga burilib qolishidir. Boshqacha aytganda, prizma aylanishining $1/8$ qismida tasvir o'zgarmaydi, ya'ni t vaqt ichida prizma $1/8$ aylanishga ulguradi, tasvir o'zgarmaydi. n - prizmaning aylanishlar soni deylik. U holda $t=1/8n$ ga teng bo'ladi. Bu vaqt ichida yorug'lik l ga teng masofani (Maykelson tajribasida bu masofa 35373,21 m ga teng bo'lgan) bosib o'tadi. Demak, yorug'lik tezligi

$$c = \frac{l}{t} = \frac{l}{1/8n} = 8n$$

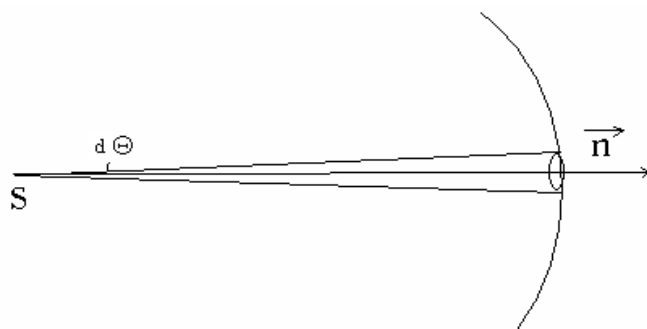
bo'ladi. Bu ifodaga $n = 528 \frac{\text{ayl}}{\text{sek}}$ va l ning qiymatlarini qo'yib, $c = (299796 \pm 4) \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ga tengligini Maykelson aniqlagan.

Keyingi o'tkazilgan tajribalar yorug'lik tezligini aniq o'lchashga imkon berdi. Masalan, 1958 yili Frum o'tkazgan tajribada $c=299792200$ m/s, 1972 yili Invenson o'tkazgan tajribada $c=299792456$ m/s ekanligi aniqlangan.

Geometrik optika to'lqin optikaning chegaraviy holi.

Bizga ma'lumki, yorug'lik hodisalarini tabiatning keng qamrovli rang-barang hodisalarini o'z ichiga oladi.

Yorug'lik hodisalarini o'rganishda optikaning fizik optika, geometrik optika kabi qismlarga shartli ajratilishi uning tabiati, qo'llanishlaridan kelib chiqqan bo'lib, tarixan shunday qarashga olib kelgan.



2-rasm

Yorug'lik hodisalarini nur tushunchasiga asoslanib geometrik yasash usuli bilan o'rganuvchi optikaning bir qismi geometrik optika deyiladi.

Yorug'lik nurini tushunish uchun sferik to'lqin tarqatuvchi nuqtaviy manba berilgan deb hisoblaylik. O'lchamlari manbadan kuzatuvchigacha bo'lgan masofadan juda kichik hisoblangan manbalar yorug'likning nuqtaviy manbalari deyiladi. Nuqtaviy manbadan sochilayotgan sferik to'lqinlar uchi manbada, sochilish burchagi juda kichik ($d\theta \rightarrow 0$) bo'lgan konuslar shaklida tarqaladi. Bu konusning ochilish burchaklarini kichiklashtirib yorug'lik to'lqinlarini ma'lum oqimi hosil qilinadi va uni bir kichik tirqish orqali o'tkazish bilan yorug'likning ingichka dastasi – yorug'lik

nuriga aylantiriladi (2-rasm).

Lekin, konusni istalgancha kichiklashtirish bilan ingichka yorug'lik dastasi – yorug'lik nurini hosil qilish mumkin emas. Bunga difraksiya hodisasi, ya'ni yorug'lik dastasini to'lqin xususiyatiga ega bo'lishidan yuzaga keluvchi

$$\theta \sim \frac{\lambda}{d}$$

difraksiya burchagini kengayishi sabab bo'ladi. λ – yorug'likning to'lqin uzunligi, d – tirqish o'lchami. Difraksiya burchagining kengayishi, ya'ni yorug'lik dastasining yoyilish burchagi faqat $\theta = 0$ bo'lgandagina 0 ga teng bo'lib, bu yorug'likning dastasi to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini ko'rsatadi.

Demak, $\lambda \rightarrow 0$ bo'lgandagina difraksiya kengayish burchagi nolga aylanadi va yorug'lik dastasining intensivligi maksimum bo'lgan to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Bunday to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaluvchi yorug'lik dastasi *yorug'lik nuri* deyiladi.

Masalaga qat'iy qaralganda, yorug'lik nuri abstrakt ma'nodagi matematik tushuncha hisoblanadi. Shu ma'noda elektromagnit maydon tenglamalari asosida geometrik optika to'lqin optikaning to'lqin uzunliknig juda kichik sohalariga mos chegaraviy holi deb qaraladi.

Ma'lum hisoblashlar bilan Maksvellning elektromagnit maydon tenglamalaridan geometrik optikani asosiy tenglamasini hosil qilish, ya'ni geometrik optika masalalarini qarash mumkin.

Ma'lumki, Maksvell tenglamalaridan

$$\Delta E - \mu\mu_0\epsilon\epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0 \quad (7)$$

ko'rinishidagi to'lqin tenglamasini olish mumkin. Tenglama yechimi

$$E = E_0 e^{i(\omega t - kL)} \quad (8)$$

ko'rinishdagi monoxromatik to'lqin shaklida bo'ladi. (7) ni (6) ga qo'yib va to'lqin uzunligini kichik hamda amplituda o'zgarishi kichik degan shartlardan foydalanib, ba'zi hisoblashlarni bajarib

$$(\text{grad}L)^2 = \varepsilon$$

ifodaga ega bo'lamiz. Optik tiniq muhit uchun $n = \sqrt{\varepsilon}$ ekanligidan yuqoridagi ifodani

$$(\text{grad}L)^2 = n^2$$

yoki

$$\text{grad}L = n \quad (9)$$

eykonal, ya'ni geometrik optikaning asosiy tenglamasini hosil qilamiz. Bu yerda L - eykonal funksiya, ya'ni to'lqinning optik yo'li deyiladi. Eykonal yunoncha tasvir degan ma'noni anglatadi. Dastlab Klauzius L funksiyani eykonal deb atagan.

To'lqin tarqalish yo'nalishida birlik vektor \vec{S} ni kiritamiz. Undan foydalanib (8) ni vektor shaklida shunday yozamiz:

$$\text{grad}L = n\vec{S} \quad (10)$$

Gradient ta'rifiga asosan (10) ni

$$\frac{dL}{dS} = n \quad (11)$$

ko'rinishda ifodalash mumkin.

L funksiya o'zgarmas fazali to'lqin sirtini ifodalagani uchun undan olingan gradient vektor kattalik sifatida $L = \text{const}$ sirtga tik yo'nalgan bo'lib, to'lqin (yorug'lik) yo'nalishiga mos keladi. Demak, amplitudaning kichik o'zgarishlarida va kichik to'lqin uzunligidagi elektromagnit to'lqinlarni tarqalishi yorug'lik nuri kabi

bo'lar ekan. Demak, geometrik optikani to'liq optikaning chegaraviy holi sifatida qarash mumkin.

Maksvell tenglamalari asosida to'liq tenglamalari hosil qilinadi. Hosil bo'lgan tenglamaning yechimi:

$$E = E_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

$$H = H_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

birgina tebranish chastotasiga ega bo'lgan yassi elektromagnit to'liq shaklida bo'ladi. Bunda E_0, H_0 —elektromagnit to'liq (yorug'lik) ning amplitudasi, $\varphi = \omega t + \alpha$ - fazasi, $\nu = \frac{1}{T}$ -chastotasi, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ -davri, $\lambda = Tg$ -to'liq uzunligi. To'liq uzunlik elektromagnit to'liqning bir tebranish davrida bosib o'tgan masofasidir.

To'liq fazalari o'zgarmas bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni elektromagnit to'liq sirtini hosil qiladi. Sirtga o'tkazilgan tik to'g'ri chiziq to'liq (yorug'lik) yo'nalishini ko'rsatadi. Bu to'g'ri chiziq yorug'lik nuri deyiladi. Shunday qilib, yorug'lik nuri to'liq optikaning chegaraviy holi sifatida qaraladigan tushunchadir.

Geometrik optika yorug'lik tabiati, masalan uning, tarqalish jarayonini vaqtga bog'lig'ligi bilan qiziqmaydi. Yorug'likning fizik tabiatini hisobga olmagan holda yorug'lik nurlari tushunchasi yordamida ko'pgina optik hodisalarni tavsiflash geometrik optikaning vazifasidir.

“OPTIKA” MODULINI O’QITISHDAGI INNOVATSIYALAR VA ILG’OR XORIJIY TAJRIBALAR

Sanoat va intellektual jihatdan rivojlangan mamlakatlarda (AQSh, Angliya, Germaniya, Frantsiya Yaponiya va boshqalar) kadrlarni tayyorlashda integratsiyaning bir qancha darajasi qo’llaniladi. Misol uchun, AQShda integratsiyaning ikki yillik kollejlarda universitetlar yoki to’rt yillik kollejlarda tarkibiga kiradigan birinchi darajasi (vertikal integratsiya) keng joriy etilgan. Bu holda kichik mutaxassislarni tayyorlash universitetning moddiy texnik bazasi negizida hamda universitetning malakali professor o’qituvchilari ishtirokida amalga oshiriladi. Natijada o’rta bo’g’in mutaxassislarni tayyorlash darajasining yuksak darajasi ta’minlanadi.

Rivojlangan mamlakatlarda yuksak malakali kadrlarni tayyorlashda integratsiyaning talim, ilm fan va ishlab chiqarish o’rtasidagi mustahkam aloqaga asoslangan ikkinchi darajasi (gorizontal integratsiya) keng qo’llaniladi. AQShda 6 oy bilan 2 yil o’rtasida davom etadigan bakalavrlar tayyorlash amalga oshiriladigan korporatsiya va firmalarning o’quv markazlari talim va ishlab chiqarish integratsiyalashuvini amalga oshirishning eng maqbul yo’li hisoblanadi. Ushbu maskanlarda, talim quyidagi ikki dastur bo’yicha amalga oshiriladi:

- Soha bo’yicha to’la ta’surot beradigan korporatsiya faoliyati, uning tuzilmasi, asosiy ishlab chiqarish jarayonlari va boshqa masalalar bilan tanishtiradigan umumiy dastur;

- Bo’lajak mutaxassislarning ish xususiyatiga muvofiq tarzda tashkil etilgan maxsus dastur. Bu dastur bevosita korporatsiya zavodlari va bo’limlarida amalga oshiriladi. Bunda tahsil ko’rayotgan mutaxassislarning almashtirib turish tizimiga asosiy e’tibor qaratiladi.

AQSh universitetlarida magistrlar tayyorlashda ta'lim va ilm fan integratsiyasi keng qo'llaniladi. Universitetlarda keng ko'lamdagi ilmiy tadqiqot ishlari amalga oshirilayotgani tufayli ana shunday integratsiyaga erishilgan.

Germaniyaning an'anaviy va texnika universitetlarida, shuningdek oliy texnika maktablari va ixtisoslashgan oliy o'quv yurtlarida ham ta'lim hamda ilmiy tadqiqot ishlari o'rtasida mustahkam aloqa mavjud. Bu o'quv yurtlari ilmiy daraja va unvonlar berish huquqiga ega. Mutaxassislarni nazariy va amaliy jihatdan tayyorlash o'rtasidagi o'zaro aloqa oliy texnika maktablariga ham xosdir.

Yaponiya ham iqtisodiyot va texnologiyalar sohasidagi muvaffaqiyatlarga ta'lim, ilm fan va ishlab chiqarishning mustahkam integratsiyasi tufayli erishgan. Universitetlarda tabiatshunoslik va texnologiyalar sohasida keng miqyosdagi ilmiy tadqiqot ishlari olib boriladi. Bu Yaponiya sanoatining o'z ilm fani va texnikasi yutuqlarini eksport qilishdan foydalanishga o'tishi bilan chambarchas bog'liqdir. Yaponiya universitetlari va sanoatining hamkorligi quyidagi shaklda amalga oshiriladi:

- Sanoat hamkorlikda tadqiqotlar o'tkazish va ulardan ta'lim maqsadlarida foydalanish;
- Universitetlarning sanoat bilan hamkorlik qilishi hisobiga texno polislarining rivojlantirish.

Texnopolislar ilmiy tadqiqot faoliyatining ilm fan keng qo'llaniladigan sanoat hamda malakali kadrlar tayyorlash bilan uyg'un tarzda qo'shib ketishini tahminlashi lozim bo'lgan ixtisoslashgan ilmiy ishlab chiqarish zonasi demakdir. Ustivor yo'nalishga ega bo'lgan soha va texnologiyalar (aviatsiya kosmik texnikasi, kompozitsion materiallar, hisoblash texnikasi va hokozolarni ishlab chiqarish) texnopolislar uchun tanlab olinadi.

G'arb mamlakatlarida Yaponiyadagi texnologiyalarga o'xshash hamda o'qituvchilar, olimlar va muxandislar jamlangan o'quv ilmiy ishlab chiqarish komplekslari, markazlari, bog'lari mavjud. Bunday birlashmalar yuksak malakali mutaxassislar tayyorlash ilmiy tadqiqot ishlarini amalga oshirish hamda ularning natijasini sanoatda o'zlashtirish ishlarini birlashtiradi.

Davlatimiz mustaqillikka erishgandan so'ng, inson huquqlari va erkinliklariga so'zsiz amal qilinishini ta'minlaydigan demokratik, huquqiy davlat hamda fuqorolik jamiyati qurish, xo'jalik yuritishning bozor munosabatlari shakllari, zamonaviy texnologiyalar, jamiyatning manaviy jihatdan yangilanishi asosida ijtimoiy yo'naltirilgan iqtisodiyotni shakllantirish, jahon hamjamiyatiga integratsiyalashuv orqali kirish yo'lini tanladi va uni amalga oshirmoqda. Respublikada amalga oshirilayotgan o'zgarishlarning bosh maqsadi va harakatlantiruvchi kuchi insonning har tomonlama kamol topishi va uning farovon hayotini ta'minlashdir.

Xorijiy davlatlarning kadrlar tayyorlashdagi tajribasi, ushbu sohadagi kamchilik va muammolarimiz, milliy xususiyatlarimizni inobatga olgan holda, tub ma'noda respublikada kadrlar tayyorlash tizimining yangi modeli ishlab chiqildi.

Kadrlar tayyorlash milliy dasturida ta'kidlanganidek, "Inson, uning har tomonlama uyg'un kamol topishi va farovonligi, shaxs manfaatlarini ro'yobga chiqarishning sharoitlarini va ta'sirchan mexanizmlarini yaratish, eskirgan tafakkur va ijtimoiy hulq atvorning andozalarini o'zgartirish Respublikada amalga oshirilayotgan iqtisodiy islohatlarning asosiy maqsadi va harakatlantiruvchi kuchidir. Xalqning boy intellektual merosi, umumbashariy qadriyatlar asosida, zamonaviy madaniyat, iqtisodiyot, fan, texnika va texnologiyalarning yutuqlari asosida kadrlar tayyorlashning mukammal tizimini shakllantirish O'zbekiston taraqqiyotining muhim shartidir".

XXI asrda O'zbekiston ta'lim tizimini isloh qilish va takomillashtirish ustivor vazifalardan biridir. Bu esa, o'z navbatida fizik olimlarimiz zimmasiga tegishli o'quv fanlari bo'yicha o'quv adabiyotlarini hozirgi davr talabi va ilm-fanning so'nggi yutuqlarini hisobga olgan holda yangilab borish, ta'lim jarayoniga innovatsiya va ta'lim texnologiyalarini joriy etishni taqozo etmoqda.

O'qitishning interfaol usullari yangi pedagogik texnologiyalaridan biri bo'lib, bu texnologiyaning o'ziga xos tomoni o'quv mashg'ulotlarida talabalarning roli asosiy o'ringa ko'tariladi. O'qituvchi bunday mashg'ulot jarayonida shaxs va jamoaning rivojlanishi, shakllanishi, bilim olishi va tarbiyalanishiga, shuningdek erkin fikrlab kursdoshlari bilan o'zaro hamkorlikda ishlash va harakat qilishlariga sharoit yaratadi, shu bilan bir qatorda, boshqaruvchilik, yo'naltiruvchilik vazifasini bajaradi. Interfaol usullarda mashg'ulot tashkil etilganda talaba o'quv jarayonining asosiy ishtirokchisiga aylanadi.

Interfaol metodlardan foydalanib dars jarayoni tashkil qilinganda o'qituvchi tomonidan o'quv materiallari kichik-kichik bo'laklarga bo'linib, ularning mazmunini ochishda aqliy hujum, kichik guruhlarda ishlash, bahs-munozara, muammoli vaziyat, yo'naltiruvchi matn, loyiha, rolli o'yinlar kabi metodlar qo'llaniladi va ta'lim oluvchilarni amaliy mashqlarni mustaqil bajarishlari talab etiladi. Bu metodlarni interaktiv metodlar deb yuritilib, bu metodlar qo'llanilganda ta'lim beruvchi ta'lim oluvchini faol ishtirok etishga chorlaydi. An'anaviy usullarga qiyoslaganda o'qituvchi o'zining funksiyasini bir qismini talabaga ajratib beradi va ta'lim oluvchi jarayonning asosiy ob'ektiga aylanadi. Bunday pedagogik hamkorlik jarayoni o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib ular quyidagilarda namoyon bo'ladi:

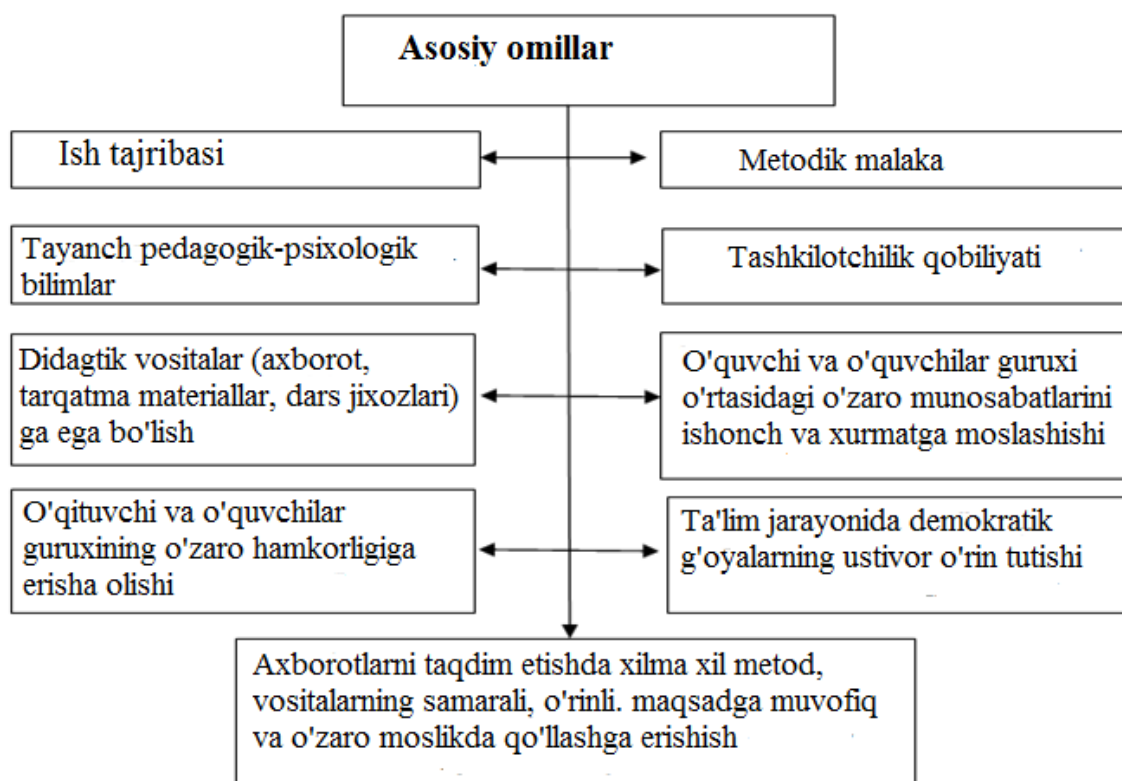
- ta'lim samarasi yuqoriroq bo'lgan o'qish-o'rganishga o'tiladi;
- ta'lim oluvchi yuqori darajada rag'batlantiriladi;
- ilgari orttirilgan bilimlar doimo e'tiborga olinadi;

- o'qish shiddati ta'lim oluvchining ehtiyojiga muvofiqlashtiriladi;
- ta'lim oluvchining tashabbuskorligi va mas'uliyati qo'llab-quvvatlanadi;
- amalda bajarish orqali o'rganiladi;
- ikki taraflama fikr-mulohazalar almashinishga keng imkoniyat yaratiladi.

Interfaol usullardan foydalanilganda ta'limdan kutilayotgan natijalarga erishish kafolatlanishi uchun quyidagilarga e'tibor berilishi lozim;

- o'qituvchi va o'quvchi o'rtasida hamkorlik faoliyatini tashkil eta olishi;
- har ikkalasi ijobiy natijaga erisha olishi;
- o'quv jarayonida o'quvchilar mustaqil fikrlab, ijodiy ishlab, izlanib, taxlil etib, o'zlari xulosa qila olishi;
- o'quvchi o'ziga, guruhga, guruh esa unga baho bera olishi ;
- o'qituvchi esa o'quvchilarning bunday faoliyatlari uchun imkoniyat va sharoit yarata olishi o'qitish jarayonining asosi hisoblanadi;

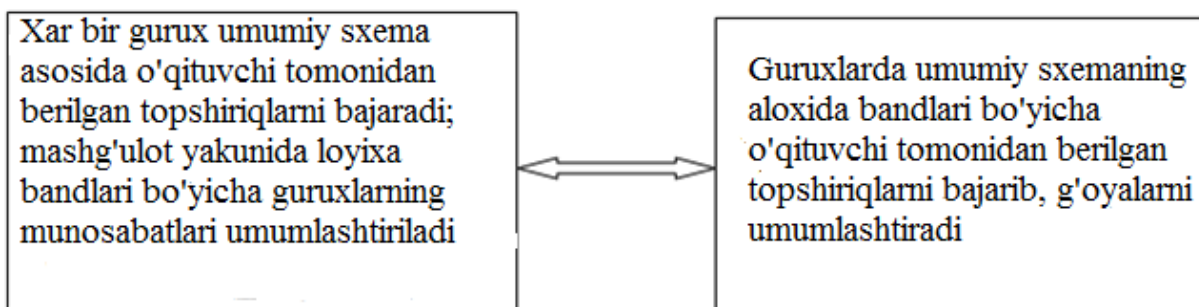
Interfaol metodlar qo'llanilganda o'qituvchi ma'lum darajada quyidagi omillarga ega bo'lishi talab etiladi:



Hozirda pedagoglar taklif etgan interfaol metodlarning soni bir necha yuzdan ortiq bo'lib, ularni shartli ravishda uchta guruhga bo'lish mumkin. Ularni nomlanishida strategiya, grafik organazeyner, metod qo'shimchalari ishlatiladi.

Quyida "Optika" o'quv modulini o'qitish mashg'ulotlarida foydalanilgan interfaol metodlar haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

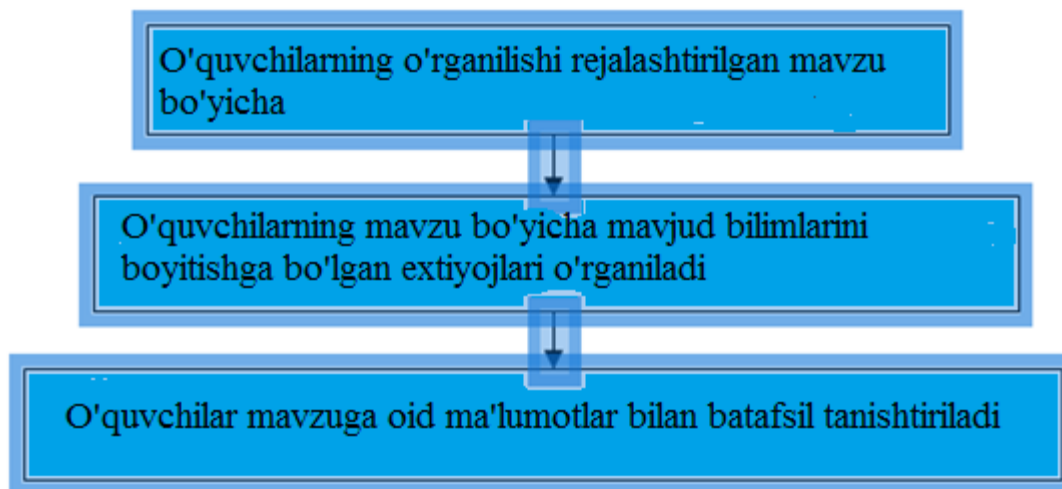
1. "Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bilib oldim"(BBB) grafik organazEyer. Grafik organayzer o'quvchi(talab)larga muayyan mavzular bo'yicha bilimlar darajasini baholay olish imkonini beradi. Uni qo'llashda o'quvchilar guruh yoki jamoada ishlashlari mumkin. Guruhda ishlashda mashg'ulot yakunida guruhlar tomonidan bajarilgan ishlar taxlil etilishi mumkin:



O'quv faoliyati bevosita yozuv taxtasi yoki ish qog'ozida o'z aksini topgan quyidagi sxema asosida tashkil etiladi:

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

Grafik organayzerdan foydalanish uch bosqich asosida amalga oshiriladi:



Bosqichlar bo'yicha amalga oshirilgan harakatlarning tafsiloti quyidagicha:

- 1) O'quvchilar kichik guruhlarga biriktiriladi;
- 2) O'quvchilarning yangi mavzu bo'yicha tushunchalarga egalik darajasi o'rganiladi.

3) O'quvchilar tomonidan qayd etilgan tushunchalar loyihaning 1-bandiga yozib boriladi;

4) O'quvchilarning yangi mavzu bo'yicha mavjud bilimlarini boyitishga bo'lgan ehtiyojlari o'rganiladi;

5) O'quvchilarning ehtiyojlari sifatida bayon etilgan tushunchalar loyihaning 2-bandiga yozib qo'yiladi;

6) O'qituvchi yangi mavzuga oid umumiy ma'lumotlardan o'quvchilarni xabardor qiladi;

7) O'quvchilar tomonidan o'zlashtirilgan yangi tushunchalar aniqlanadi;

8) Bayon etilgan yangi tushunchalar loyihaning 3-bandiga yozib qo'yiladi;

9) Mashg'ulot yakunida yagona loyiha yaratiladi.

“Aqliy hujum” metodi - biror muammo bo'yicha ta'lim oluvchilar tomonidan bildirilgan erkin fikr va mulohazalarni to'plab, ular orqali ma'lum bir yechimga kelinadigan metoddir. “Aqliy hujum” metodining yozma va og'zaki shakllari mavjud. Og'zaki shaklida ta'lim beruvchi tomonidan berilgan savolga ta'lim oluvchilarning har biri o'z fikrini og'zaki bildiradi. Ta'lim oluvchilar o'z javoblarini aniq va qisqa tarzda bayon etadilar. Yozma shaklida esa berilgan savolga ta'lim oluvchilar o'z javoblarini qog'oz kartochkalarga qisqa va barchaga ko'rinarli tarzda yozadilar. “Aqliy hujum” metodining yozma shaklida

javoblarni ma'lum belgilar bo'yicha guruhlab chiqish imkoniyati mavjuddir.

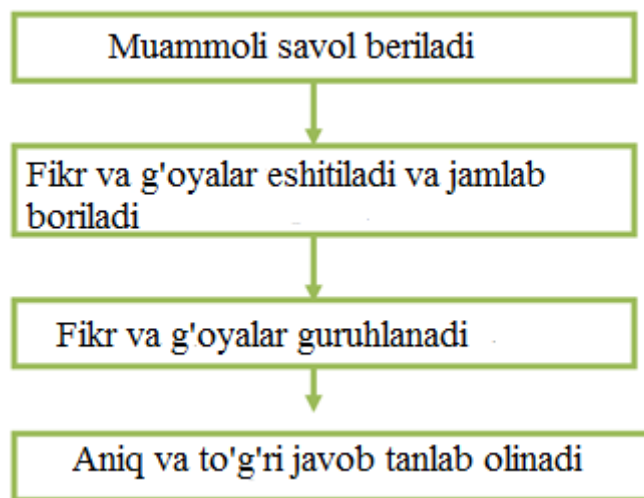
“Aqliy hujum” metodi ta'lim beruvchi tomonidan qo'yilgan maqsadga qarab amalga oshiriladi:

1. Ta'lim oluvchilarning boshlang'ich bilimlarini aniqlash maqsad qilib qo'yilganda, bu metod darsning mavzuga kirish qismida amalga oshiriladi.
2. Mavzuni takrorlash yoki bir mavzuni keyingi mavzu bilan bog'lash maqsad qilib qo'yilganda –yangi mavzuga o'tish qismida amalga oshiriladi.
3. O'tilgan mavzuni mustahkamlash maqsad qilib qo'yilganda mavzudan so'ng, darsning mustahkamlash qismida amalga oshiriladi.

“Aqliy hujum” metodini qo'llashdagi asosiy qoidalar:

1. Bildirilgan fikr g'oyalar muhokama qilinmaydi va baholanmaydi.
2. Bildirilgan har qanday fikr g'oyalar, ular hatto to'g'ri bo'lmasa ham inobatga olinadi.
3. Har bir ta'lim oluvchi qatnashishi shart.

Quyida “Aqliy hujum” metodining tuzilmasi keltirilgan.



“Aqliy hujum” metodining tuzilmasi

“Aqliy hujum” metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. Ta’lim oluvchilarga savol tashlanadi va ularga shu savol bo’yicha o’z javoblarini (fikr, g’oya va mulohaza) bildirishlarini so’raladi;
2. Ta’lim oluvchilar savol bo’yicha o’z fikr mulohazalarini bildirishadi;
3. Ta’lim oluvchilarning fikr-g’oyalari (magnitafonga, videotasmaga, rangli qog’ozlarga yoki doskaga) to’planadi;
4. Fikr g’oyalar ma’lum belgilar bo’yicha guruhlanadi;
5. Yuqorida qo’yilgan savolga aniq va to’g’ri javob tanlab olinadi.

“Aqliy hujum” metodining afzalliklari:

- natijalar baholanmasligi ta’lim oluvchilarda turli fikr g’oyalarning shakllanishiga olib keladi;
- ta’lim oluvchilarning barchasi ishtirok etadi;
- fikr g’oyalar vizuallashtirilib boriladi;
- ta’lim oluvchilarning boshlang’ich bilimlarini tekshirib ko’rish imkoniyati mavjud;
- ta’lim oluvchilarda mavzuga qiziqish uyg’otadi.

“KEYS-STADI” METODI.

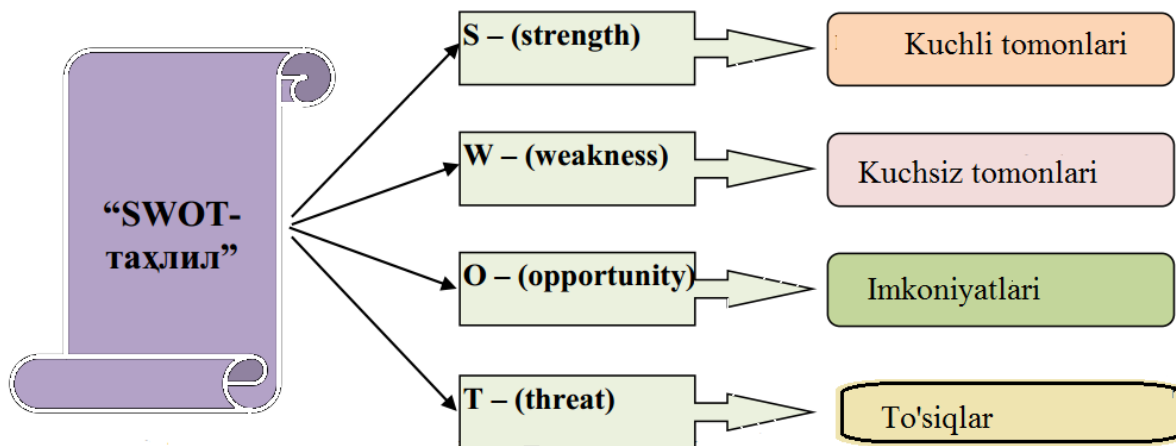
“Keys-stadi” - inglizcha so’z bo’lib, (“case”- aniq vaziyat, hodisa, “stadi” - o’rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o’rganish, tahlil qilish asosida o’qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini o’rganishda foydalanish tartibida qo’llanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari o’z ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim, Qachon, Qaerda, Nima uchun, Qanday, Qanaqa, Nima-natija.

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
<p>1-bosqich: Keys va uning axborot ta’minoti bilan tanishtirish</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash
<p>2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va o’quv topshiriqni belgilash</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik ierarxiasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
<p>3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o’quv topshiriqining echimini izlash, hal etish yo’llarini ishlab chiqish</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil yechim yo’llarini ishlab chiqish; ✓ har bir yechimning imkoniyatlari va to’siqlarni tahlil qilish; ✓ muqobil yechimlarni tanlash
<p>4-bosqich: Keys yechimini chimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qo’llash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish

“SWOT - tahlil” jadvali

“SWOT – tahlil” jadvalining nomi inglizcha so’zlarning bosh harflaridan tuzilgan:



Qoidaga ko’ra, SWOT – tahlil muvaffaqiyati uni tashkillashtirishiga bog’liq bo’lmay, balki muhokamaning natijalari kelgusidagi aniq taklif va loyihalarni ishlab chiqishda hisobga olinishi mumkin. Bunday ketma-ketliklar quyidagicha bo’lishi kerak:

“SWOT – TAHLIL” JADVALI

Alohida muammo yoki loyihani tashkillashtirishdek, vaziyatni tahlil qilish va manbani baholash vositasi. Tizimli fikrlash, solishtirish, taqqoslash, tahlil qilish ko’nikmalarini rivojlantiradi

“SWOT-tahlil” jadvalini tuzish qoidasi bilan tanishadilar. Alohida kichik guruhlarda jadvalni tuzadilar va to’ldiradilar.

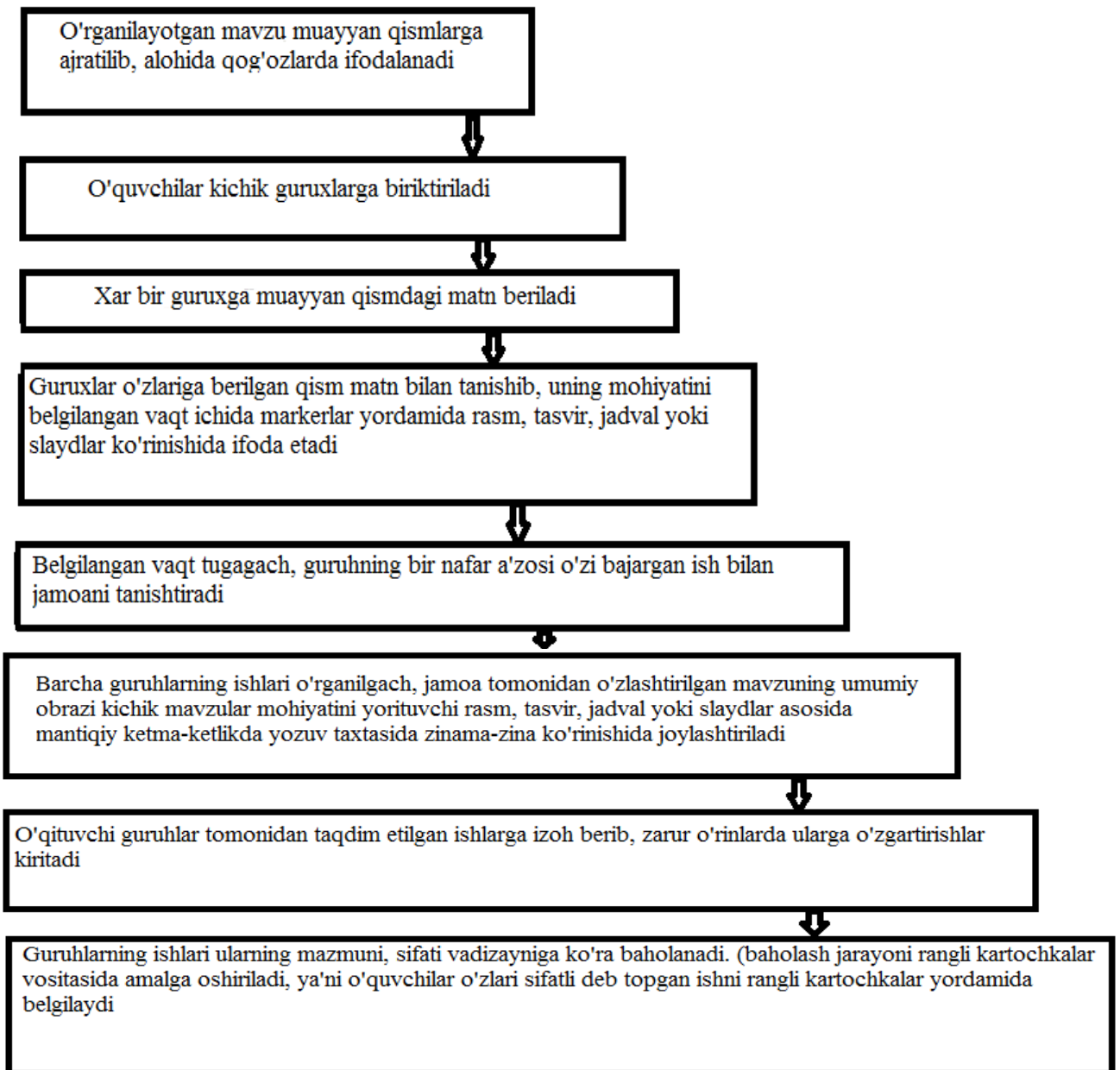
Kichik guruhlariga birlashadilar, taqqoslaydilar, to’ldiradilar, jadvalni o’zgartiradilar. Umumiy jadvalga keltiradilar. Ish natijalarining taqdimoti

	Tahlil tarkiblari	Natijalarni amalga oshirishning xususiyatlari
S	Kuchli tomonlari (tashkillashtirishning ichki manbalari)	<ul style="list-style-type: none"> - barqaror rivojlanishning asosiy mexanizmi bo'lib xizmat qiladi; - yangi loyihalar asosi hisoblanadi; - to'siqlarni yengib o'tishining yo'li bo'lishi mumkin.
W	Kuchsiz tomonlari (tashkillashtirishning ichki muammolari)	<ul style="list-style-type: none"> - tashkillashtirish faoliyati aynan shularni yengib o'tishga yo'naltirilgan bo'lishi lozim; - yangi loyihalar uchun eng muhim maqsad hisoblanadi; - rivojlanish strategiyasini ishlab chiqishda albatta hisobga olinishi zarur
O	Imkoniyatlar (tashqaridan)	<ul style="list-style-type: none"> - moliyalashtirish va qo'llab-quvvatlashning qo'shimcha ko'rsatkichi yoki tashqi manba bo'lib xizmat qiladi, - ular tashkillashtirishning maqsadi bilan yoki qanchalik murosaga kelishishi bilan qanchalik mos kelishini hisobga olish zarur bo'ladi; - yangi loyihalarning asosi yoxud hamkorlikni izlash manbasi bo'lishi mumkin.
T	Xavflar (tashqaridan)	<ul style="list-style-type: none"> - Har bir yangi loyihada hisobga olinishi zarur; - ularni yengib o'tish yoki bartaraf etish yo'llari ishlab chiqilishi kerak; - ba'zida mantiqqa mos kelmaydigan

		“raqiblar” “ittifoqchilarga” aylanishi bo’lishi mumkin.
--	--	---

“ZINAMA-ZINA” STRATEGIYASI

Strategiya o’quvchilarda o’rganilayotgan mavzuni kichik mavzularga ajratilgan holda rasm, tasvir, jadval yoki slaydlar asosida o’rganish ko’nikmalarini shakllantiradi. Shuningdek, u o’quvchilarda mavzuni o’rganishga ijodiy yondashish, shaxsiy fikr, o’zlashtirilgan tushunchalarni tasviriy ko’rinishlarda ifodalash qobiliyatini rivojlantirishga yordam beradi. Jadvaldan foydalanish quyidagi tartibda amalga oshiriladi.



Mashg'ulotlarda strategiyani qo'llashda quyidagi shartlarga amal qilinadi?

- O'quvchi kichik mavzular bo'yicha imkoni boricha mag'lumotlarni to'liq bayon etishi lozim:
- O'quvchi kichik guruhlarning ishlariga xolis baho berishi lozim.

“Bahs-munozara” metodi

“Bahs –munozara” metodi- biror mavzu bo’yicha ta’lim oluvchilar bilan o’zaro bahs-munozara va fikr almashuv tarzida o’tkaziladigan metoddir.

«Baxs munozara» metodining tuzilmasi

Muammoli savol beriladi

Turli fikrlar bildiriladi

Fikr-mulohazalar tinglanadi

Fikr-mulohazalar tahlil qilinadi

Aniq va maqbul yechim tanlab olinadi

«Galereya bo’yicha aylanish» metodi.

Bunday usulni amaliy mashg’ulotlarda o’tkazish quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Alohida varaqlarda masalalar va sodda savollar to’plami.

2. Toza qog`oz varaqlari.
3. Rangli ruchkalar (ko`k, qizil, qora, yashil).
4. Guruhdagi talabalar soniga qarab qur'a tashlash uchun sonlar.

Amaliy mashg'ulotni o`tkazish tartibi:

1. Qur'a tashlash yo`li bilan guruh har bir guruhchada 4 talabadan talabalar kichkina guruhchalarga ajraladilar.
2. Talabalar har biri ikkitadan masala olishadi
3. Talabalar har bittasi bir hil rangli, ya'ni guruhchada talabalar jami to`rt xil rangli ruchkada javob beradilar.
4. Har guruhning varaqlarida sana, guruhning nomeri, pedagogik texnologiya nomi, shu guruhda ishtirok etadigan talabalarning ismi, sharifi yoziladi.
5. Har bir talaba 30 daqiqa davomida o`z savollariga o`zlarining ruchkalarida javob yozadilar, vaqt tugaganda kichkina guruhchani boshqa a'zolari bilan varaqlarni almashtirishadi va ular ham bu savollarga o`z ruchkalarida javob beradilar.
6. Boshqa talaba oldingi talaba javobini baholaydi, agar javob to`la bo`lmasa, javobni o`z ruchkasi bilan to`ldiradi yoki javob noto`g`ri bo`lsa, o`zining o`z variantini taklif etadi. Bu bosqichga ham 10 daqiqa vaqt beriladi.
7. Amaliy mashg'ulot tugagach 40 daqiqadan keyin varaqlarda har xil rang bilan yozilgan javoblar bo`ladi.
8. Ishlar o`qituvchiga topshiriladi.
9. O`qituvchi hamma qatnashchilar natijalarini umumlashtiradi va talabalar ishlarini baholaydi.

Optikaning rivojlanishi to'g'risidagi tarixiy ma'lumotlar. Yorug'lik hodisalari nazariyasining shakllanishi.

Uncha uzoq bo'lmagan o'tmishda optikani yorug'lik to'g'risidagi bilimlarni aniqlashda, yorug'likning ko'rish sezgisini uyg'otuvchi sabab sifatida qabul qilinardi. Yorug'likning elektromagnit nazariyasining tasdiqlanishi jptika tushunchasining mazmunini kengaytirishzaruratiga olib keldi. Hamma elektromagnit nurlanishlar – radioto'lqinlar, optik nurlanishlar (infra qizil, ultra binafsha nurlanishlari), roentgen va gamma nurlar xar-xil tabiatga ega va chastotalari bilan farq qiladi (yoki λ to'lqin uzunligi bilan). Elektromagnit to'lqin shkalasida ko'z bilan ko'rindigan $\lambda=380$ dan $\lambda=770\text{nm}$ to'lqin uzunlikdagi uncha katta bo'lmagan sohani egallaydi.

Texnikaning hozirgi zamon rivojining bosqichida spektirni optik sohasi yoki optik nurlanish, shartan to'lqin uzunligi $\lambda=10^{-2}$ nm dan $\lambda=1\text{cm}$ gacha bo'lgan sohalar bilan chegaralanadi. Ayni shu sohada yaxshi ta'svir olinishini ta'minlar uchun elektromagnit to'lqinlar dastasini shakillantiruvchi optik sistemalar tuzilishiga erishiladi.

Optik sistemalar yordamida yetarlicha aniq ta'svirlar hosil bo'lishi optikaga xosdir. Qoniqarli sifatda jisimlarni ta'sviriyu optik sistema yordamida xosil qilish uchun, sistemaga tushayotgan elektromagnit to'lqinlar frontining chiziqli o'lchamlari to'lqin uzunligidan bir necha marta katta bo'lishi kerak.

Hozirgi zamon optikasi fizikani shunday bo'limiki elektromagnit to'lqinlarning tarqalishiga bog'liq bo'lgan hodisalarni, ko'rish sezgisi uyg'otadimi-yo`qmi, o`rganishdir.

Fanning rivojlanishi elektromagnit to'lqin shkalasi alohida sohalariga chegarasi aniq emas- ular bir-biriga kirishib ketadi. Masalan, hozirgi vaqtda kvantomexanik generatorlar yordamida radionurlanishlarni xam, katta quvvatli infira qizil nurlani

ham generatsialash mumkin. Demak, uzun toʻlqin uzunligi infraqizil nurlanish va radio toʻlqinlar spektrlari chegarasi aniq emas.

Yoʻnaltirilgan dastalarni nafaqat optik soxadagi toʻlqinlar uchun, balki radiolakatsiya va radiostansiyada qoʻllaniladigan uzun toʻlqinlar uchun ham shakllantirish mumkin. Ammo, bu holda optik sistemalar tomonida shakllantirilgan toʻlaqonli aniq tasvir olib boʻlmaydi.

Keng maʼnoda “optika” tushunchasiga yorugʻlikning tabiati, uning kvant va toʻlqin xossalari, tarqalish qonunlari, yorugʻlik va modda oʻzaro taʼsir jarayonlari, turli optik sistemalar yordamida jismlarning tasvirini shakllantirish, optik sistemalar tuzish va nazoratning optik metodlari kiradi.

Optika fizikaviy va geometrik qismlarga ajratiladi

Fizikaviy optika, yorugʻlik tabiati, uning toʻlqin va kvant xossalarini, izotrop va anizotrop muhitlarda tarqalish harakterini, moddalar bilan taʼsirini, nurlanish jarayonlarida yutilish va sochilishni oʻrganadi.

Geometrik optika optik sistemaning hisoblashlarning asosiy nazariyasidir; u optik sistemalarni geometriya nuqtai nazaridan koʻrib chiqadi.

Geometrik optika asosan ikki fizik qonunga asoslanadi: yorugʻlikning toʻgʻri chiziq boʻylab tarqalishi va yorugʻlik nurlarining mustaqillik qonuni. Geometrik optikada yorugʻlik nurlanishining tabiati eʼtiborga olinmaydi; interferensiya va difraksiya kabi hodisalar bilan chegaralanadi.

Amaliy optikaning koʻlab masalalarini geometric optika qonunlari yordamida etarlicha qoniqarli yechish mumkin. Ammo bir qator optik hodisalar borki, ularning yorugʻlik nurlanishini toʻlqin tabiati bilangina tushuntirish mumkin. Bu – difraksiya hodisasi (nurlarning toʻgʻri chizikli tarqalishidan ogʻish); interfensiya (yorugʻlik nurlarining oʻzaro taʼsiri); dispersiya (nurlanish va moddaning oʻzaro taʼsiri) va b.q. bu hamma

jarayonlarni, yorug'lik nurlarini qisqa elektromagnit deb qarovchi va optik tasvirlarni tuzilishini o'rganuvchi fizik optika tushunchalari orqali tushuntirish mumkin.

Shuni ta'kidlash zarurki, optik sohadagi elektromagnit to'lqinlar hozirgi fanda ma'lum bo'lganbarcha moddalar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu holat optika bilan modda to'g'risidagi bilimlar orasidagi chambarchas bog'liqligini aniqlanadi va tadqiqot va nazariyaning usullarini keng qo'llanilishini tushuntiradi.

OPTIKA

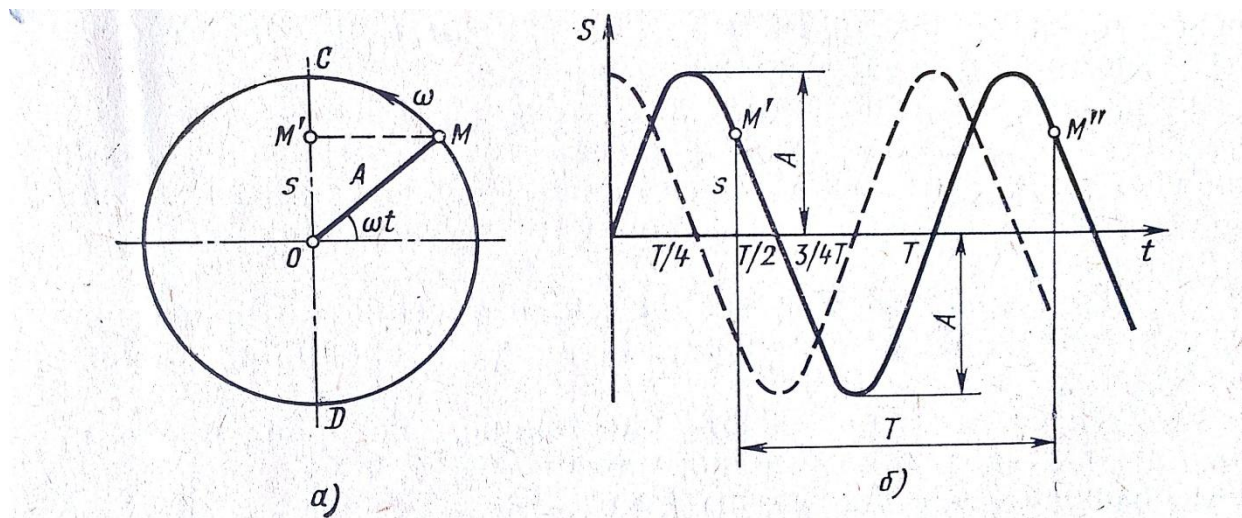
Optika ikkiga ajratiladi: fizik va geometrik

Fizik optika yorug'lik tabiatini, uning to'lqin va kvant xossalarini, izotrop va anizotrop moddalar bilan ta'sirlashuvini va nurlanishini, yutilishi va sochilishida moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

Geometrik optika – optik sistemalarni hisob-kitobida asosiy nazariyadir: u optik sistemani geometrik nuqtai nazaridan qaraydi.

1. To'lqin jarayonlari elementlari

- 1) To'lqin nima.
- 2) Elektromagnit to'lqinlar
- 3) Garmonik tebranishlar



1-rasm. Garmonik tebranma harakat: a) nuqtaning tebranma harakat sxemasi; b) garmonik to'liqlarning sinusoidal tarqalishi.

M nuqtaning $OM=A$ radiusli ω burchak tezlik bilan O nuqta atrofida tekis harakatiga bu nuqtaning M' proeksiyasi CD diametr bo'ylab qaytuvchi – ilgarilanma (tebranma) harakat qiladi (1-rasm,a). M nuqtaning $\varphi = 2\pi$ burchakka aylanishida M' nuqta to'liq tebranadi va oldingi vaziyatiga qaytadi.

t vaqt ichida nuqtaning muvozanat vaziyatidan og'ishini OMM' uchburchakdan aniqlash mumkin (1-rasm, a).

$$S = A \sin \varphi, \quad (1)$$

$\varphi = \omega t$ bo'lgani uchun

$$S = A \sin \omega t \quad (2)$$

4) S-kattalikni siljishi deyiladi. A-amplituda, $\varphi = \omega t$ - tebranishlar fazasi. 5) Garmoniklar tebranishlar 6) Tebranish davri 7) To'liq uzunligi - bir to'liq tebranishda bosib o'tilgan yo'l - $\lambda = \mathcal{G}T$, $M'M''$ - nuqtalar bir xil fazada tebranayotgan nuqtalar orasidagi masofa (1-rasm,b) 8) Aylanaviy chastota

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad 9) \text{ chastota } \nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

10) Umuman garmonik tebranma harakatda tebranish holatini aniqlovchi $t=0$

vaqtdagi boshlang'ich φ_0 fazasini hisobga olish kerak. Unda tebranish fazasi $\varphi = \varphi_0 + \omega t$, φ_0 ni kiritilishi grafikda qanchadir kattalikka siljishini bildiradi. φ_0 ni hisobga olganda

$$S = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (3)$$

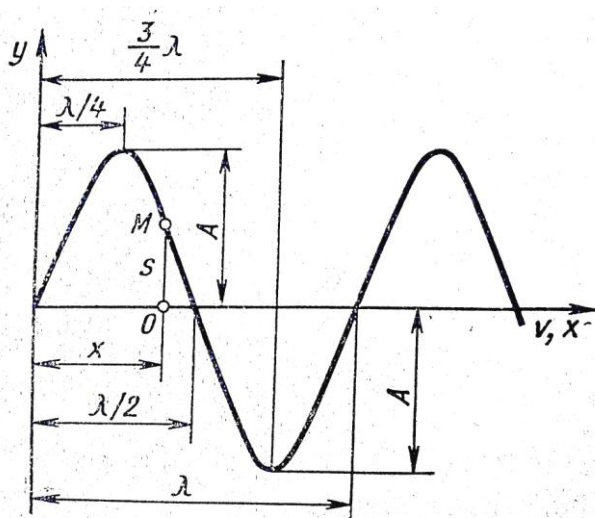
(3) formula garmonik tebranish harakatining asosiy tenglamasi. Berilgan vaqt ichida bir xil tebranish fazasiga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni sirtiy to'lqin yoki to'lqinli sirt deb ataladi.

2) To'lqin tarqalish tezligi: $c=300000$ km/s, $\lambda = \mathcal{G}T$, $\mathcal{G} = \frac{\lambda}{T}$, $\mathcal{G} = \lambda\nu$

2. Vaqt va fazo bo'yicha to'lqin harakatining uzatilishi. To'lqin tenglamasi.

Fazoning biror bir nuqtasidagi paydo bo'lgan yorug'lik to'lqini boshqa nuqtada yana qaytariladi, yani to'lqin vaqt o'tishi bilan fazoning bir nuqtasidan boshqa nuqtasiga uzatiladi. S ning qo'zg'alishini x koordinata va t vaqt funksiyasi kabi ko'rib chiqish mumkin, yani $S = f(x, t)$

Faraz qilamiz, garmonik tebranma harakat y manbadan x yo'nalishda \mathcal{G} tezlik bilan tarqalayotgan bo'lsin (2-rasm).



2-rasm. To'lqin xarakatining vaqt bo'yicha va fazoda uzatilishi.

Bunday to'lqinni
$$S = f\left(t - \frac{x}{\mathcal{G}}\right) \quad (4)$$

Agar x ning qiymati mavhum bo'lsa, f funksiya to'liqin paydo bo'lishini xarakterlovchi S kattalikni vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi.

Qo'zg'alish joyidan x masofada (nurlanish manbasidan) M nuqtadagi tebranish fazasi manba tebranish fazasidan $\Delta t = \frac{x}{g}$ vaqtga orqaga qoladi. M nuqtaga g tezlik bilan, boshlang'ich tebranishdan x masofaga uzoqlashgan garmonik tebranishlar xolati quyidagicha ifodalanadi:

$$S = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right) \quad (5)$$

Bu yerda A - amplituda; T - tebranish davri; t - vaqt; g - to'liqin tarqalish tezligi

Sinus yoki kosinus ostidagi $\varphi = \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right)$ kattalik tebranish fazasi deyiladi.

S – kattalik vaqt sanoq boshini tanlanishiga va x koordinataga bog'liq, shuning uchun (5) garmonik to'liqin uchun umumiy ko'rinishda yozish qulay, ya'ni:

$$S = A \sin \left[\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right) + \varphi_0 \right] \quad (6)$$

Agar φ_0 bo'lsa (5) ifoda saqlanib qoladi. (5) ko'rinishdagi funksiya T – davrga ega, ya'ni davriy, undan tashqari y x argument bo'yicha ham davriydir.

(5) ni boshqa ko'rinishda yozsak.

$$S = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{gT} \right); \quad \lambda = gT \quad \text{ligidan} \quad S = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (7)$$

Bu ifoda t – vaqt momentida to'liqinning har qanday nuqtasi siljish kattaligini aniqlaydi va to'liqin jarayon tenglamasi yoki **to'liqin tenglamasi** deyiladi. (7) dan ko'rinadiki, garmonik tebranma harakatdan har qanday nuqtaning xolatini nurlanish

to'liq uzunligi λ dan to'liq tarqalish joyidan shu nuqtagacha bo'lgan x masofa, ya'ni nurlanish manbaidan aniqlash mumkin.

Agar $\frac{2\pi}{\lambda}$ ni k deb belgilasak (k - to'liq soni), unda (7) ni quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$S = A \sin(\omega t - kx) \quad (8)$$

yoki

$$v = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \text{ ni xisobga olib,}$$

$$S = A \sin(2\pi vt - kx) \quad (9)$$

Garmonik tebranishlarni qo'shish.

Faraz qilaylik, qandaydir nuqtada bir xil davrga ega bo'lgan, amplitudalari a_1 va a_2 va fazalari farqi $\delta = \varphi_1 - \varphi_2$, bir tomonga yo'nalgan tebranishlar uchrashishsin.

Demak,

$$S_1 = a_1 \sin \omega t \quad \text{va} \quad S_2 = a_2 \sin(\omega t + \delta)$$

Bu tebranishlarni qo'shish natijasida A amplitudali o'sha davrdagi garmonik tebranishlar yuzaga keladi.

$$S = A \sin(\omega t + \gamma) \quad (10)$$

bunda

$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = a_2 \sin \frac{\delta}{a_1 + a_2 \cos \delta} \quad (12)$$

Natijalovchi tebranish intensivligini aniqlash uchun ba'zi asosiy tushunchalar bilan tanishamiz.

Tebranish J – intensivligi deb, amplituda kvadratiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi. $J = a^2$. Tebranish energiya intensivligiga proporsional.

Ikki nurning Δ - optik yo'llar farqi deb, bu nurlar o'tgan optik uzunliklar farqiga aytiladi.

$$\Delta = n_1 x_1 - n_2 x_2$$

Bu yerda $n_1 x_1$ va $n_2 x_2$ -optik yo'l uzunligi – nurning bir nuqtadagi o'tgan masofasi bilan bu muhit sindirish ko'rsatkichi ko'paytmasiga aytiladi.

Ikki I va II tebranishlarning fazalari farqi δ va yo'llari farqi σ orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz:

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x_1}{g} \right) \quad \text{va} \quad \varphi_2 = \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x_2}{g} \right)$$

Bu yerda φ_1 va φ_2 lar fazalar farqi.

(7) ni hisobga olib,

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{T} \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) \quad \text{va} \quad \varphi_2 = \frac{2\pi}{T} \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right)$$

Shunday qilib, fazalar farqi

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right) - 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right) = \frac{2\pi(x_2 - x_1)}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda} \quad (13)$$

bu yerda $x_1, x_2 - n_1 = n_2 = 1$ ga optik yo'l uzunligi.

Natijaviy tebranishlar J – intensivligi bilan qo'shiluvchi tebranishlar J_1 va J_2 intensivliklari orasidagi bog'lanish.

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos \delta \quad (14)$$

(13) va (14) formulalardan J kattalik $\delta = 0, \pm 2\pi; \pm 4\pi$ fazalar farqida yoki $\Delta = 0$; $\pm \lambda; \pm 2\lambda \dots$ larda J_{\max} - qiymatni, $\delta = \pm\pi; \pm 3\pi;$ yoki $\Delta = \frac{\lambda}{2}; \frac{3\lambda}{2} + \dots J_{\min}$ qiymatni oladi. Bunda

$$J_{\max} = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} = (a_1 + a_2)^2$$

$$J_{\min} = J_1 + J_2 - 2\sqrt{J_1 J_2} = (a_1 - a_2)^2$$

Agr qo'shilayotgan tebranishlar intensivligi teng bo'lsa, yani $J_1 = J_2 = J'$ undan

$$J = 4J' \cos^2 \frac{\pi\Delta}{\lambda} = 4J' \cos^2 \frac{\delta}{2} \quad (15)$$

Bunda $J_{\max} = 4J'$ $J_{\min} = 0$

(15) dan ko'rinadiki, fazalar farqi δ ning o'zgarishi bilan J intensivlik sinusoidal qonuni bo'yicha o'zgaradi.

3. Elektromagnit to'lqin olib kelgan energiya

Elektromagnit to'lqin fazoda tarqalar ekan, o'zi elektromagnit energiyasini olib o'tadi, uning zichligi (hajmiga to'g'ri keladigan energiya) elektr maydoni uchun $(\epsilon / 8\pi) E^2$ magnit maydoni uchun $(\mu / 8\pi) H^2$ dir .

Monoxramatik to'lqin uchun $E = E_0(\omega t - \kappa x)$ va $H = H_0(\omega t - \kappa x)$ bo'lgani uchun, aytish mumkinki, to'lqin energiyasi amplituda kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Elektromagnit to'lqinda energiya harakatini Umov – Pating vektori deb ataluvchi P

vektor bilan harakterlash mumkin. Bu \mathbf{P} vektorni yana energiya oqimi zichligi vektori deb atash ham mumkin, u vaqt birligi 1s da energiya o'tish yo'nalishiga tik bo'lgan 1m^2 yuzadan o'tayotgan elektromagnit energiya miqdorini ko'rsatadi.

Umov - Pating vektori son jihatidan

$$\boxed{\mathbf{P} = \mathbf{E} \mathbf{H} (c / 4\pi)}$$
 ga teng.

Bu \mathbf{P} vektorning yo'nalishi elektromagnit to'lqin o'tish yo'nalishini aniqlaydi va optik jihatidan bir jinsli muhitlarda yorug'lik nurlarining tarqalish yo'nalishidir. Umov – Pating vektori elektr va magnit maydonlari o'tayotgan tekislikka tik bo'ladi. \mathbf{E} va \mathbf{H} vektorlari doimo o'zaro tik va to'lqin yo'nalishi tik yo'nalishda tarqaladi. Demak, elektromagnit to'lqin ko'ndalang to'lqindir .

4. Elektromagnit to'lqinning muhitda tarqalish tezligi

Gerts tajribasidan va uni Maksvell nazariyasida tasdiqlanishidan ma'lum bo'ldiki, yorug'lik tezligi $c = 3 * 10^8 \text{ m / s}$

Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'lqin tezligi muhitning elektr va magnit xossalari bog'liq va quyidagi formula orqali ifodalanadi.

$$g = \frac{c}{\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (16)$$

Bo'shliqda $\mu = \epsilon = 1$ unda $g = c$ dielektrikda $\mu = 1$ demak,

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}} \quad (17)$$

Muhitning mutloq sindirish ko'rsatkichi

$$n = c / g \quad (18)$$

(16) va (18) dan

$$n = \sqrt{\varepsilon\mu} \quad (19)$$

Dielektrik uchun $\mu = 1$; $n = \sqrt{\varepsilon}$

Sindirish ko'rsatkichini fizik ma'nosi muhit tarqalayotgan yorug'lik to'lqinlarini elektron va ionli , tebranishiga ta'siri bilan bog'langan .

$$C = \lambda_0\nu$$

5. Maksvell nazariyasidan kelib chiqadigan asosiy hulosalar

Hozirgi vaqtda Maksvellning yorug'likning elektromagnit nazariyasi (1865y) va Gers va Lebedev tomonidan tajribada tasdiqlanishicha hamma optika qonunlari: qaytish va sinish , interferensiya, difraktsiya, qutblanish va boshqalar . elektromagnit to'lqin uchun qo'llaniladi.

Maksvell nazariyasidan kelib chiqadigan muxim xulosalar quyidagilardir :

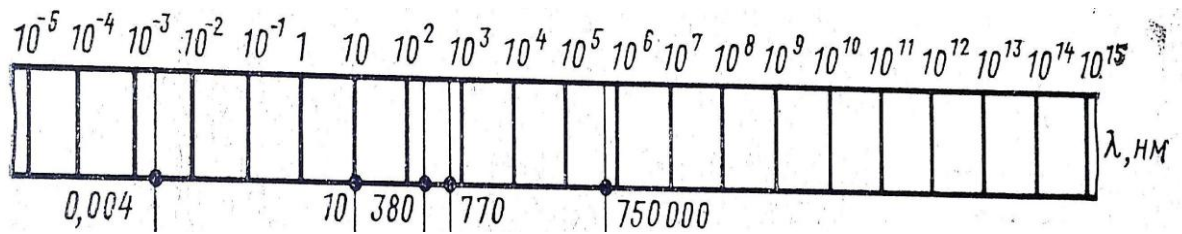
1. Monoxramatik elektromagnit to'lqin quyidagi elektromagnit maydonni ifodalaydi.

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{\varepsilon}} \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right) \quad \text{va} \quad H = \frac{H_0}{\sqrt{\mu}} \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{g} \right)$$

U fazoda $g = \frac{c}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$ tezlik bilan tarqaladi. Bo'shliq uchun $\varepsilon=\mu= 1$, unda $g = c$, ya'ni elektromagnit to'lqinning bo'shliqdagi tezligi yorug'lik tezligiga mos tushadi. Yorug'lik to'lqinlarini elektromagnit to'lqinlari bir ko'rinishi deb qarash mumkin .

2. Elektromagnit to'lqinlar ko'ndalangdir, chunki, E va H vektorlar o'zaro tik yo'nalishda tarqaladi.

Elektromagnit to'lqinlar shkalasi yoki spektri.



3-rasm.

Elektromagnit to'liqin tabiati bir xil, ammo to'liqinning λ to'liqin uzunligi o'zgarishi bilan ularning xossalari sifatiiy o'zgaradi. To'liqin uzunligi katta kenglikda o'zgaradi.

Ma'lumki, $\lambda = \frac{c}{\nu}$; demak, har bir to'liqin uzunligiga ν chastota to'ri keladi.

Elektromagnit tebranishlar katta sohadagi 1 dan 10^{35} Gs gacha chastotaga ega bo'ladi. Radioteknikada to'liqin chastotasi bilan, optikada to'liqin uzunlik bilan harakterlanadi.

Umumiy spektrdan optik soha ajratiladi, unga to'liqin uzunligi 10^{-3} nm dan 1mm bo'lgan elektromagnit tebranishlar kiradi:

1. Yorug'likning ko'rinuvchi nurlari yoki spektrining ko'rinish sohasi: 380-770nm
2. Infraqizil nurlar: 770 nm – 750mkm
3. Ultrabinafsha nurlar: 10 – 380 nm

7. Integral va monohromatik nurlanish

Yorug'lik nurlanishi uyg'otish uchun quyidagi fizik jarayonlardan foydalaniladi: qizigan qattiq jismning yoritilishi, temir elektrodlar orasidagi elektr yoy razryadi, metallar gazlari va bug'larining yoritilishi, nurlanish ta'sirida jismlar yoritilishi (lyuminstsentsiya), lazerlar va boshqalar.

Yorug'lik nurlanishining integral (to'liq) va monorahmatik turlari mavjud.

Keng sohada to'liqin uzunligidagi yig'indi nurlanishni integral yoki to'liq nurlanish deyiladi.

Qandaydir to'liqin uzunligidagi yoki juda yaqin sohadagi nurlanishni monohramatik nurlanish deyiladi.

Geometrik optika qonunlari juda qadimdan yorug'lik tabiatini aniqlashga qadar tajribaga asoslangan holda topilgan qonunlardir. Quyidagilar optikada juda muhim bo'lgan va qadimdan ma'lum bo'lgan qonunlar hisoblanadi: Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni – yorug'lik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi; yorug'likning mustaqilligi –biror muhitda bir necha manbalardan tarqalayotgan yorug'lik dastalari (nur) ning harakati bir-biriga mutlaqo bog'liq emas; yorug'likning qaytish qonuni–tushuvchi nur, qaytuvchi nur va qaytaruvchi sirtning tushish nuqtasiga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi, qaytish burchagi tushish burchagiga teng; yorug'likning sinish qonuni–tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chegarasidagi tushish nuqtasiga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi; tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir.

Linza, ko'zgu, prizma va boshqa optik sistemalar optik asboblarni asosiy qismlaridir. Ko'pincha optik asboblarni ichida, mikroskop, teleskop, ayniqsa murakkab optik sistema hisoblangan ko'z katta amaliy ahamiyatga ega.

Ferma prinsipi. Yorug'likning elektromagnit nazariyasidan kelib chiquvchi tushunchalar asosida yorug'lik hodisalarida muhim bo'lgan Ferma prinsipini izohlaymiz va bu asosida yorug'likning qaytishi va sinish qonunarini bayon etamiz. Bu bilan Ferma prinsipi geometrik optikaning umumiy shakldagi matematik ifodasi ekanligini ko'rsatgan bo'lamiz.

Ma'lumki, yorug'lik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Bir jinsli bo'lmagan muhitda esa, yorug'lik egiladi, ya'ni sinadi. Bunday muhitda yorug'likni tarqalish yo'lini aniqlash muhimdir. Aytaylik, yorug'lik bir jinsli bo'lmagan muhitni ds qismini \mathcal{G} tezlik bilan $dt = \frac{ds}{g}$ vaqtda bosib o'tsin. To'liqin nazariyasiga asosan

$n = \frac{c}{g}$ ga tengligidan foydalanib, quyidagi ifodani yozamiz:

$$dt = \frac{ds}{g} = \frac{ds}{\frac{c}{n}} = \frac{nds}{c}$$

yoki

$$dL = cdt = nds$$

ko'rinishga keltiramiz. Buni ham quyidagicha yozamiz:

$$L = \int nds \quad (20)$$

Biror egri chiziq bo'yicha olingan (1) integral elektromagnit to'lqinning (yorug'likning) optik yo'li deyiladi. Ikkinchi tomondan yorug'likning optik yo'li

$$L = \int cdt \quad (21)$$

shaklda ham ifodalanadi. Bir jinsli muhit uchun yorug'likning optik yo'li (1) dan

$$L = ns \quad (22)$$

ko'rinishda bo'lib, yo'lning geometrik uzunligi bilan sindirish ko'rsatkichi ko'paytmasiga teng bo'ladi.

(2) formuladan ko'rinadiki, ikki nuqta oralig'idagi yorug'likning optik yo'li yorug'likning bo'shliqdagi tezligini uning bir nuqtasidan ikkinchisiga o'tish vaqtiga ko'paytmasiga teng bo'lar ekan.

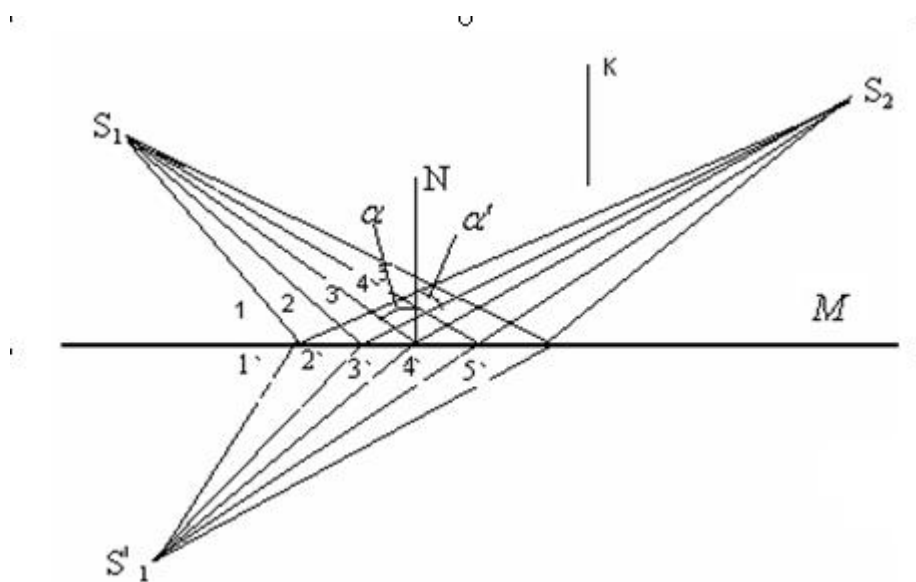
Geometrik optika

Yorug'likning ixtiyoriy ikki nuqta oralig'idagi mumkin bo'lgan yo'llari ichida eng qisqasi uning haqiqiy optik yo'li hisoblanadi. Yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalar ekan, eng qisqa optik yo'lni o'tish uchun eng kam vaqt sarflanadi. Boshqacha aytganda, yorug'lik optik yo'li deb ataluvchi shunday yo'l bo'ylab tarqaladiki, bu yo'lni bosib o'tish uchun eng kam vaqt sarflaydi. Bunday xulosani yorug'lik

tarqalishini umumiy qonuni sifatida fransuz olimi Ferma 1679 yili ko'rsatib bergan edi. Shuning uchun ham bu natija Ferma prinsipi deb ataladi. Ko'pincha, Ferma prinsipi umumiy holda yorug'likning bir jinsli bo'lmagan muhitdagi optik yo'l uzunligi ekstremaldir (minimal, maksimal yoki statsionar) deb ta'riflanadi:

$$\delta \int_1^2 n ds = \delta \int_1^2 c dt = 0$$

Ferma prinsipidan foydalanib, optikaning asosiy qonunlaridan bo'lgan yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni, qaytish va sinish qonunlarini tushuntiraylik. Bu bilan yorug'likning to'lqin nazariyasi asosida yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi va qaytish, sinish qonunlarini izohlagan bo'lamiz.



4 - rasm

Yorug'lik bir jinsli muhitda tarqalayotgan bo'lsin. Biz yuqorida ikki nuqta oralig'ida yorug'likning eng qisqa yo'lini optik yo'l deb atagan edik.

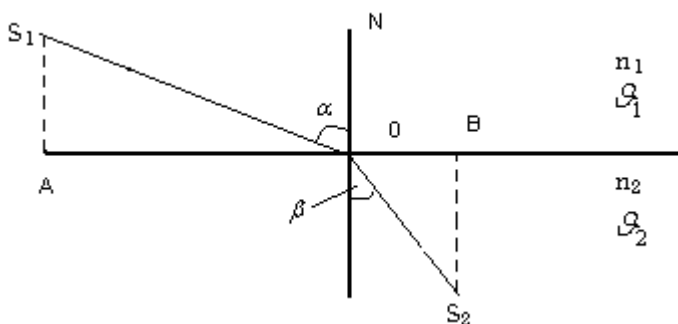
Geometriyada ikki nuqta oralig'idagi eng qisqa masofa to'g'ri chiziq degan aksiomaga asosan yorug'lik bir jinsli muhitda eng qisqa masofani to'g'ri chiziq bo'ylab bosib o'tadi degan xulosa kelib chiqadi. Bu yorug'likni to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonunini o'zidir.

S_1 manbadan tarqalayotgan nurlar biror M sirtidan qaytib S_2 nuqtada uchrashsin. Manbadan nuqtaga to'g'ridan-to'g'ri nur tarqalmasligi uchun K to'siq qo'yilgan (1-rasm).

Mumkin bo'lgan 1, 2, 3, 4, 5 nurlar sirtidan qaytib, S_2 nuqtada uchrashguncha har-xil yo'llar bosib o'tadi. Agar tasvirni mavhum manba hosil qiladi desak, simmetriya qonunlariga asosan 1, 2, 3, 4, 5 nur yo'llari o'zaro $1', 2', 3', 4', 5'$ nur yo'llariga teng bo'ladi. $1', 2', 3', 4', 5'$ nurlar mos holda 1, 2, 3, 4, 5 nurlarga teng ekan, 3 nur mumkin bo'lgan 1, 2, 3, 4, 5 nurlar ichida eng qisqasi hisoblanadi. Bu shart faqat nurning sirtga o'tkazilgan tik chizig'i bilan hosil qilgan tushish burchagi va qaytish burchaklari o'zaro teng bo'lgandagina o'rinli bo'ladi. Demak, yorug'likning optik yo'li eng qisqa bo'lganda qaytgan nur (qaytish burchagi) tushgan nurga (tushish burchagiga) teng bo'ladi. Aytilganlardan xulosa qilib qaytish qonunini quyidagicha ta'riflaymiz: Optik yo'li eng qisqa bo'lgan yorug'likning qaytish burchagi tushish burchagiga teng: $\angle \alpha = \angle \alpha'$

Tushuvchi nur, qaytgan nur va sirtga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi.

S_1 manbadan tarqalayotgan yorug'lik nurlari ikki muhit chegarasida sinib, ikkinchi muhitga o'tgach S_2 nuqtadan o'tadi. Faraz qilaylik, tushuvchi nur, singan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotsin. Bu tekislikdan boshqa har



5-rasm

qanday nur yo'li bu tekislik bo'yicha tarqaluvchi nur yo'llariga qaraganda uzun bo'ladi (5-rasm)

Shuning uchun bu tekislik bo'yicha eng qisqa nur yo'lini aniqlash yetarli. Yorug'lik bu yo'lni birinchi muhitda \mathcal{G}_1 tezlik bilan, ikkinchi muhitda \mathcal{G}_2 tezlik

bilan bosib o'tsin. Yo'lni bosib o'tish uchun ketgan eng qisqa vaqt

$$t = t_1 + t_2 = \frac{S_1 O}{g_1} + \frac{S_2 O}{g_2}$$

ga teng. Ikkinchi tomondan, bu vaqt

$$t = \frac{\sqrt{(S_1 A)^2 + (AO)^2}}{g_1} + \frac{\sqrt{(OB)^2 + (BS_2)^2}}{g_2}$$

ga tengdir. Bu vaqtning eng qisqa bo'lish sharti, $\frac{dt}{dx} = 0$ ga teng bo'lganda bajariladi, ya'ni ixtiyoriy nurning optik yo'lining ekstremal bo'lish shartidan topiladi. Optik yo'lining ekstremallik shartidan, ko'rsatish mumkin, quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Bu sinish qonunidir. Formulaga asosan sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Yorug'likning tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati, ikkinchi va birinchi muhit sindirish ko'rsatkichlarining nisbatiga teng. Tushgan nur singan nur va sirtga o'tkazilgan tik bir tekislikda yotadi. Demak, Ferma printspidan yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish, qaytish va sinish qonunlari kelib chiqadi.

Tolali optika. Yorug'lik optik zichligi kattaroq bo'lgan moddadan optik zichligi kamroq bo'lgan moddaga o'tganda sirtga o'tkazilgan tikdan uzoqlasha boradi. Buni yuqoridagi formula asosida tushuntirish mumkin, tushush burchagi kattalashgan sari tushush burchagining shunday bir qiymatida singan nur muhitlarni chegaralovchi sirtga sirg'anuvchi nurga aylanadi. Bunda tushush burchagi $\alpha_{cheg} = \arcsin \frac{n_1}{n_2}$ qiymatga yetganda β burchak $\frac{\pi}{2}$ ga teng bo'ladi. α_{cheg} -chegaraviy burchak deyiladi. Boshqacha aytganda, tushush burchagining qiymati uni biror chegaraviy qiymati bilan $\frac{\pi}{2}$ oralig'ida o'zgarsa, singan nur bo'lmaydi, tushgan nur butunlay qaytadi. Bu hodisa

to'la ichki qaytish deyiladi.

Bu hodisadan nurlarni 90^0 ga burishda, tasvirlarni o'nglashda, nurlarni qaytarish maqsadida optik asboblarda keng qo'llaniladi, masalan, tolali optika ana shu hodisaga asoslangan.

Svetovod (svetoprovod) - yorug'lik uzatgich ma'nosidagi, yorug'lik energiyasini uzatuvchi qurilmadir.

Tolali optikada svetovod orqali yorug'lik tarqalishi va informatsiya uzatilishi o'rganiladi. Kvars shisha tolali svetovod keng tarqalgan bo'lib, u ingichka ipdan iborat. Kvars tola ipining o'zagi (markazi) ning yorug'lik sindirish ko'rsatkichi uni o'rab turgan qobiqning sindirish ko'rsatkichidan katta bo'ladi. Agar tola o'zagida yorug'likning sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lsa, uning qobig'ida sindirish ko'rsatkichi n_2 ga teng bo'lib, $n_2 < n_1$ bo'ladi. Shu sababli, svetovodda yorug'lik tarqalganda svetovodning chegarasida yorug'lik to'la ichki qaytishi sodir bo'ladi va demak, yorug'lik shu tola (svetovod) ichida tarqalib, tasvir, informatsiyani o'zi bilan uzatadi.

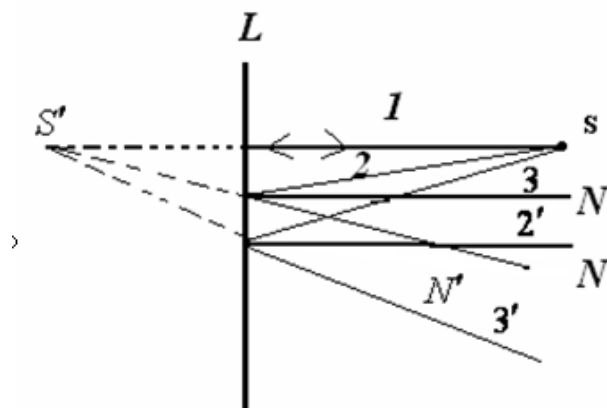
Yorug'lik svetovodda ko'p marta qaytishiga qaramay, maxsus o'ta toza materiallardan yasalgani uchun u juda kam yutiladi, deyarli kuchsizlanmaydi. Svetovodning muhim xususiyatlari unda yorug'likning kam yutilishi va sochilishidir.

Svetovod diametri yorug'lik to'lqin uzunligidan ko'p marta katta bo'lgani uchun yorug'lik geometrik optika qonunlari asosida tarqaladi.

Tolali optika ilmiy tadqiqotlarda, texnikada, optik aloqada, tibbiyotda va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Ko'zgular.

Bir jinsli bo'lmagan muhitlar bir- biri bilan ma'lum sirtlar bilan ajraladi. Bu sirtlar yassi, sferik shaklda bo'lib, qaytaruvchi, sindiruvchi sirtlar hisoblanadi.



6 - rasm

Sirtlarning markazlari bir to'g'ri chiziqda yotsa, markazlashgan optik sistema deyiladi sirt markazidan o'tgan to'g'ri chiziq uning optik o'qi deyiladi. Optik o'q sirt markazidan o'tuvchi simmetrik to'g'ri chiziqdir. Optik o'qdan kam farqlanuvchi, ya'ni optik o'q bilan kichik burchak hosil qiluvchi nurlar paraksial nurlar deyiladi. Agar nurlar davomi bir nuqtada kesishsa, bunday nurlarni gomosentrik (umumiy markazga ega bo'lgan) deyiladi. Nuqtaviy manbadan chiquvchi umumiy markazga ega bo'lgan nurlar ham gomosentrikdir. Nurlarni umumiy markazga ega bo'lishi buzilmasa stigmatik (nuqtaviy) buzilsa, astigmatik nurlar deyiladi.

Endi geometrik optikada juda muhim bo'lgan yorug'likning yassi sferik sirtlardan qaytish va sinish hodisalarini ko'rib o'taylik. Dastlab yassi va sferik sirtlarda yorug'likni qaytishini yassi va sferik ko'zgular misolida ko'rib chiqamiz.

Ko'zgular qaytarish koeffisenti yuqori bo'lgan metallardan, ma'lum usullar yordamida sirtlarda qaytaruvchi yupqa qatlam hosil qilish bilan tayyorlanadi. Yorug'likni qaytaruvchi yupqa qatlamga ega bo'lgan sirt ko'zgu deyiladi.

Ko'zgu sirti tekislikdan iborat bo'lsa, yassi (tekis) ko'zgu, sferik shaklda, ya'ni botiq yoki qavariq bo'lsa, bunday ko'zgular sferik ko'zgular deyiladi. Yassi ko'zgular

tasvir hosil bo'lishini yorug'likning qaytish qonuniga asosan oson tushuntiriladi.

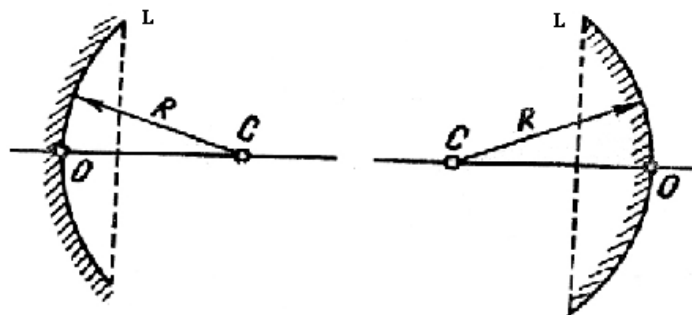
S nuqtaviy manbadan tarqalayotgan 1, 2, 3 nurlarni sirtga tushib qaytishi 4-rasmda ko'rsatilgan.

Qaytgan nurlar ko'zgu orqasida davom ettirib, bir nuqtada birlashtirilsa, ya'ni ular S' nuqtadan tarqalayotgandek ko'rinadi va mavxum tasvir hosil qiladi. Xuddi shunday buyum oyna oldida turganda buyumning tasviri ko'zgu orqasida turgandek bo'ladi. Bunda buyum tasviri uni hosil qilgan nuqtalar tasvirlarining to'lam shaklida namoyon bo'ladi. Buyumning bunday tasviri mavhum, tuyulma tasvirdir. Yassi ko'zgularda buyumning tasviri mavhum, to'g'ri o'lchamlari teng va simmetrik ko'rinishga ega bo'ladi.

Yorug'lik faqat yassi ko'zgulardan qaytmay, balki barcha jismlardan qaytishi mumkin. Lekin bu jism sirtlari g'adir-budur, noteks bo'lganligi uchun undan qaytuvchi nurlar har tomonga sochilib tarqaladi. Bunday hodisa yorug'likning tarqoq yoki diffuz sochilishi deyiladi.

Botiq ko'zgularda nur ko'zguning ichki sirtidan qaytsa, qavariq ko'zgularda sferaning tashqi sirti qaytaruvchi sirt hisoblanadi. (7-rasm).

Sfera markazidan ko'zgu markazi tomon o'tkazilgan to'g'ri chiziq ko'zguning bosh optik o'qi

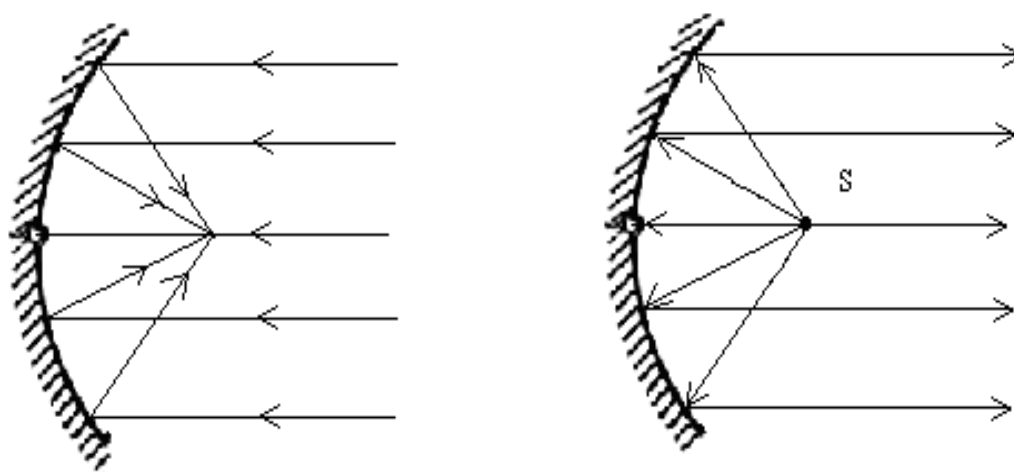


a) 7-rasm b)

deyiladi. Botiq ko'zgularda manbadan chiqqan nurlar ko'zudan qaytib optik o'qning ma'lum nuqtasida to'lanadi. Bu nuqta ko'zguning bosh fokusi, undan ko'zgunigacha bo'lgan masofa bosh fokus masofasi deyiladi.

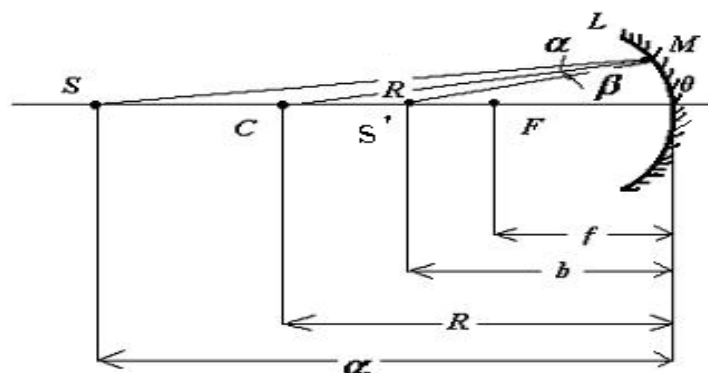
Demak, ko'zguning bosh optik o'qiga parallel nurlar tushsa, ko'zgudan qaytib bosh fokusdan o'tadi. Agar manba botiq ko'zguning fokusiga joylashtirilsa, qaytuvchi parallel nurlar dastasi hosil bo'ladi. (8-rasm).

Sferik ko'zgularda ham tasvirlar xuddi yassi ko'zgulardagi kabi yasaladi. Buning uchun, albatta, ikkita nurdan foydalaniladi, ya'ni sferik ko'zgularda tasvir yasash uchun ko'zguning egrilik markazidan o'tuvchi va fokusdan o'tuvchi nurlar berilishi kerak.



8-rasm

Optik o'qda joylashgan S nuqtaviy manbadan chiqqan nur L ko'zguning M nuqtasiga tushib, ma'lum burchak ostida qaytsin. Bunda sferik ko'zguning egrilik radiusi sirtga o'tkazilgan tik vazifasini bajaradi. Qaytish qonuniga asosan α va β burchaklar teng. Tasvir optik o'qning S' nuqtasida hosil bo'ladi. Boshqacha aytganda, S manbadan chiqqan nur ko'zgudan qaytib optik o'q bo'ylab sirtidan qaytgan nur bilan optik o'qning S' nuqtasida kesishadi. Bu nuqta S nuqtaviy manbaning tasviridir (9-rasm).



9-rasm

Rasmdan ma'lum bir taqribiylikda quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{CS'}{CS} = \frac{MS'}{MS}$$

Endi quyidagi belgilashlar kiritaylik. Ko'zgudan manbagacha bo'lgan masofa $a = OS$, ko'zgudan tasvirgacha bo'lgan masofa $b = OS'$, ko'zguning egrilik radiusi $R = CM$, fokus masofasi $f = OF$ ga teng bo'lsin. U xolda yuqoridagi ifodani

$$\frac{R-b}{a-R} = \frac{b}{a}$$

ko'rinishga keltiramiz. Bundan

$$a = \frac{bR}{2b-R}$$

ni to'amiz. Topilgan kattalikni yuqoridagi ifodani chap tomoniga qo'yib,

$$\frac{R-b}{a-R} = \frac{2b-R}{R}$$

tenglikni hosil qilamiz. Yoki bu tenglikni

$$\frac{2b-R}{R} = \frac{b}{a}$$

shaklida qayta yozib,

$$2ab - aR = bR$$

tenglikni olish mumkin. Tenglikni har ikki tomonini $R \times a \times b$ ga bo'lib,

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$$

ifodaga ega bo'lamiz.

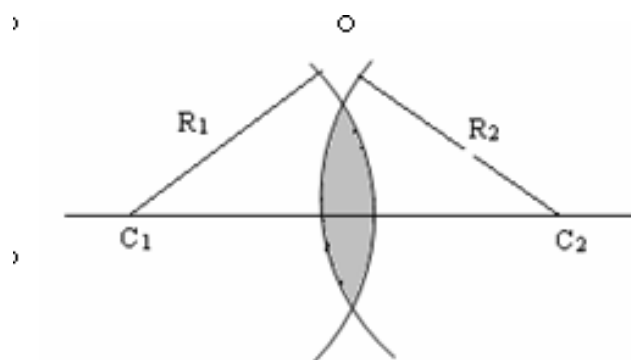
Formuladan $a \rightarrow \infty$ bo'lganda $b = \frac{R}{2}$ ga teng bo'lib, tasvir fokusda, ya'ni $f = \frac{R}{2}$ ga teng masofada hosil bo'ladi. Buni hisobga olib, oxirgi ifodani shunday yoza olamiz:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

Bu tenglama botiq va qavariq ko'zgular uchun o'rinli bo'lib, ko'zgularda tasvirlar hosil bo'lishini to'g'ri ifodalaydi.

Linzalar.

Biz yuqorida yorug'likning sferik ko'zgular yordamida sirtlardan qaytishini qisqacha tavsifladik. Lekin yorug'likning sferik sirtlarda sinish hodisalari ham amaliyotda keng qo'llanishga ega. Sferik sirtlarda yorug'likning sinishini, ya'ni optik sistemalarda tasvirlar hosil qilishni linzalar yordamida ko'rib o'tamiz. Ikkita sindiruvchi sferik sirt bilan chegaralangan optik tiniq muhitga linza deyiladi. Har qanday, sindirish ko'rsatkichli linza ma'lum egrilik radiuslarga ega bo'lgan sferik sirtlar bilan chegaralangan optik tiniq muhit hisoblanadi (10-rasm).



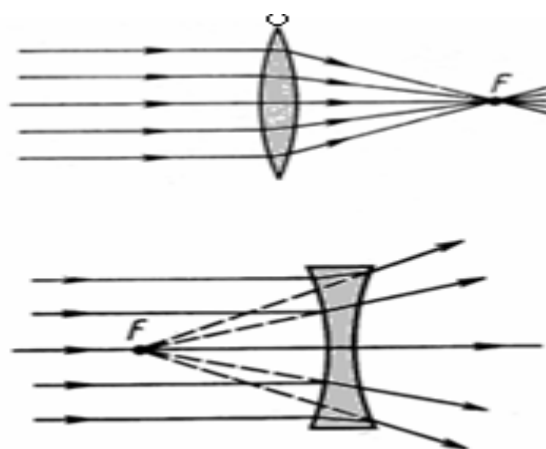
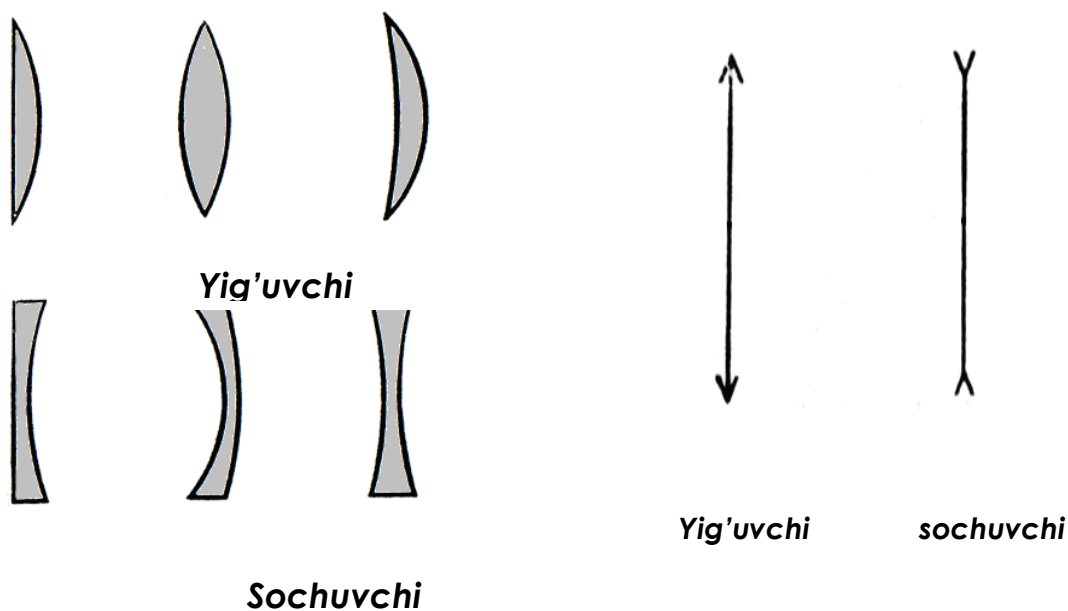
10-rasm

Bunda ikki sirtning egrilik markazlaridan o'tgan to'g'ri chiziq linzaning optik o'qi deyiladi. Optik o'qning linza markazi bilan kesishgan nuqtasi uning optik markazi deyiladi. Linza qalinligi sferik sirtlarni egrilik radiuslariga nisbatan kichik bo'lsa, yupqa linza deyiladi. Linzaning optik markazidan o'tgan nur sinmaydi.

Odatda linzalarni o'rtasi chetlariga nisbatan qalinroq bo'lsa, qavariq, ya'ni yig'yuvchi linzalar deyiladi. Agar linzalar qalinligi chetlariga nisbatan torayib borsa, botiq, ya'ni sochuvchi linzalar deyiladi. Qavariq linzalarni yig'uvchi linzalar deyilishiga nurlarni bir nuqtaga to'rlashi, botiq linzalarda nurlarni sochib yuborishi sababdir.

Yig'uvchi linzalar ikki yoqlama qavariq, yassi qavariq, botiq qavariq ko'rinishda, sochuvchi linzalar ikki yoqlama botiq, yassi botiq, qavariq botiq ko'rinishda bo'ladi. Qavariq va botiq linzalarni shartli belgilanishi 9- rasmida ko'rsatilgan.

Qavariq linzaning bosh optik o'qiga parallel nurlar linzadan sinib o'tib optik o'qning ma'lum nuqtasida to'planadi (10-rasm). Xuddi shunday botiq linzalarda parallel nurlar linzada sinib, tarqalib ketadi. Lekin ularni tarqalish yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga davom ettirsak, ular ham bosh optik o'qning ma'lum nuqtasida uchrashadi (10-rasm).

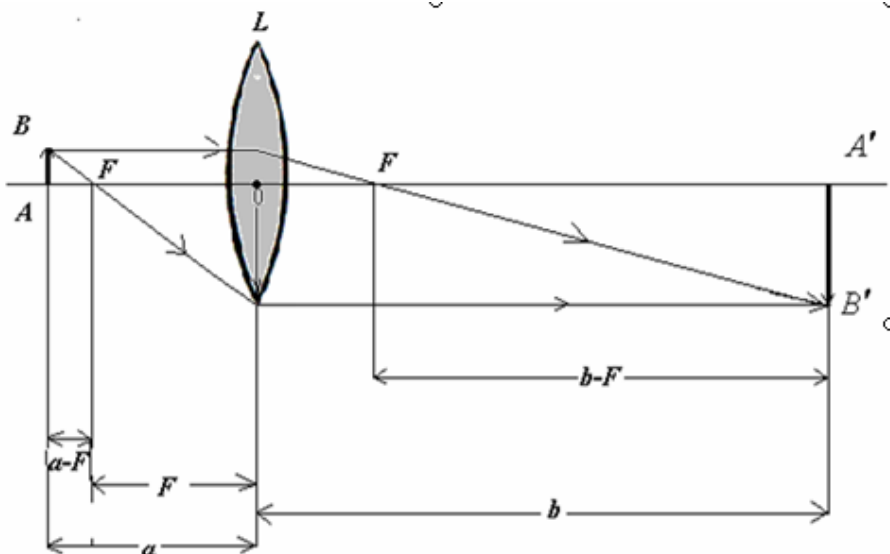


11 - rasm

Odatda bu nuqtalar linzaning bosh fokuslari, bu nuqtadan linzaning optik markazigacha bo'lgan masofa linzaning bosh fokus masofasi deyiladi.

Agar bosh fokus xaqiqiy bo'lsa F musbat, agar bosh fokus mavhum bo'lsa, F manfiy hisoblanadi. Linzalarda tasvirgacha bo'lgan masofa manbadan buyumgacha va fokus masofalarga bog'liq bo'ladi. Bu bog'lanish juda sodda ifodalanadi va linza formulasi deyiladi.

Linza formulasini hosil qilish uchun



12-rasm

tasvirlar yasashda umumiy bo'lgan uchta nurlardan foydalanamiz. Boshqacha aytganda, tasvirlar yasashda linzaning optik markazidan o'tuvchi va fokusdan o'tuvchi hamda optik o'qqa parallel nurlar berilishi yetarlidir.

Aytaylik, L qavariq linza berilgan bo'lsin. Buyum bosh fokusdan tashqarida joylashgan deylik. Bunday holda tasvir kattalashgan, haqiqiy to'ntarilgan bo'ladi (12-rasm). Rasmda ABF va $A'B'F$ uchburchaklarni o'xshashligidan foydalanib,

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{F}{b-F}$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{a-F}{F}$$

tengliklarni hosil qilish mumkin. Ularni o'zaro tenglashtirib

$$\frac{F}{b-F} = \frac{a-F}{F}$$

ifodaga ega bo'lamiz. Oddiy hisoblashlar bilan

$$ab = aF + bF$$

yoki buni ham har ikki tomonini abF ga bo'lib,

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

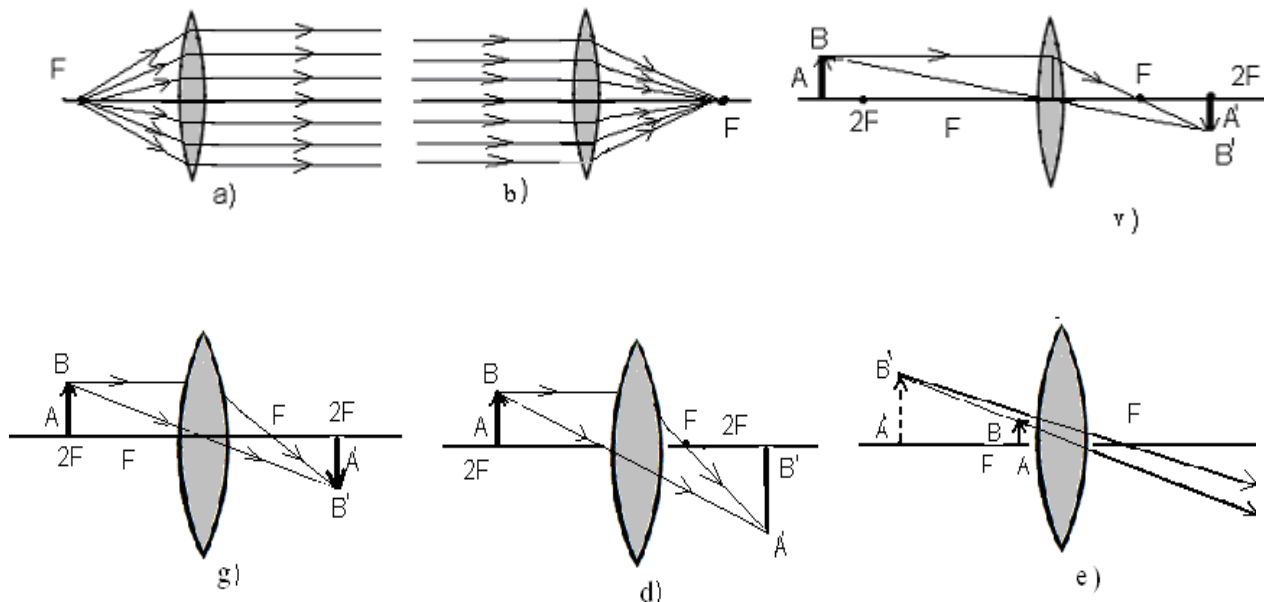
tenglamani hosil qilamiz. Bu tenglik linzadan manbagacha a va linzadan tasvirgacha bo'lgan b masofalar bilan fokus macofa F orasidagi bog'lanishni ifodalaydi va linza formulasi deyiladi.

Endi linzalar yordamida tasvirlar hosil qilinishiga to'xtalaylik va manba linzaning cha' tomonida joylashgan deb hisoblaymiz.

Chekli o'lchamga ega bo'lgan buyumlarning linza yordamida hosil qilingan tasvirlarini quyidagi usullar bilan olish mumkin.

Bu yerda shuni ta'kidlash kerakki, buyumning linza hosil qilgan tasviri buyumning alohida nuqtalari tasvirlarining to'lamini ko'rinishida namoyon bo'ladi.

1. Buyum fokusda, tasvir cheksizlikda (13a-rasm).
2. Buyum cheksizlikda, tasvir fokusda (13b-rasm).
3. Buyum ikkilangan fokusdan tashqarida, tasvir birlamchi va ikkilamchi fokuslar oralig'ida, xaqiqiy, teskari, kichiklashgan (13v- rasm).
4. Buyum ikkilangan fokusda, tasvir o'ziga teng, teskari, xaqiqiy, ikkilangan fokusda (13g-rasm).
5. Buyum birlamchi va ikkilamchi fokuslar oralig'ida, tasvir ikkilangan, fokusdan tashqarida, xaqiqiy, teskari, kattalashgan (13d- rasm).
6. Buyum fokus bilan optik markaz oralig'ida, tasvir mavxum, to'g'ri, kattalashgan (13e- rasm).



13-rasm

Botiq linzalarda tasvir haqiqiy bo'lmay, mavhumdir. Bunga sabab linzadan o'tgan nurlarning sochilib ketishidir.

Tajribalar botiq linzalarda buyumning doimo mavhum, kichiklashgan va to'g'ri tasvirini linzaning buyum yotgan tomonida joylashishini ko'rsatadi (13-rasm).

Katta linzaning fokus masofasi ularning shakliga bog'liq. Sirt egrilik radiuslari bilan bosh fokus masofasi quyidagi formula bilan bog'lanishga ega:

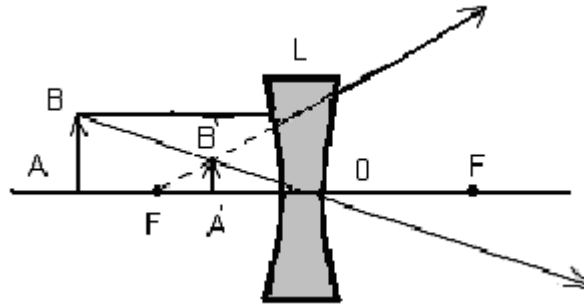
$$\frac{1}{F} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Linzaning sindirish qobiliyatlarini tavsiflash uchun linzaning optik kuchi tushunchasi ishlatiladi.

Linzaning fokus masofasiga teskari bo'lgan kattalik linzaning optik kuchi deyiladi:

$$D = \frac{1}{F}$$

Xalqaro birliklar sistemasida linza optik kuchining birligi qilib dio'triya, fokus masofasi 1 m bo'lgan linzaning optik kuchi qabul qilingan.



14-rasm

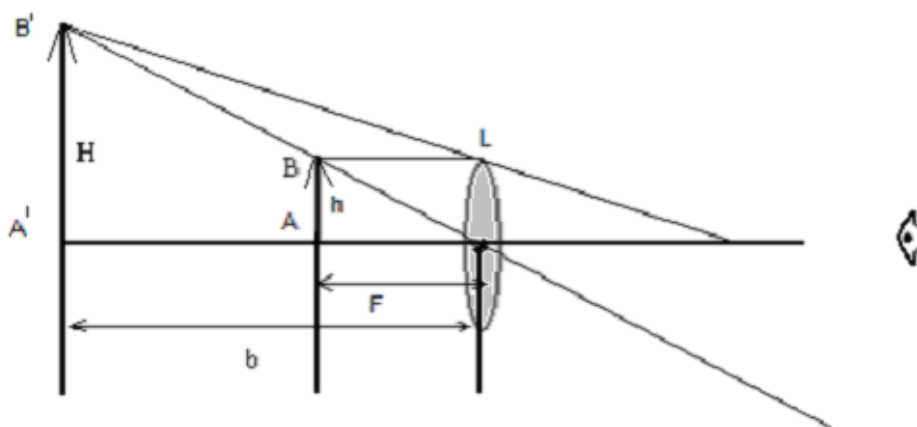
Optik asboblari.

Yorug'lik hodisalari hamda yorug'lik nurlariga asoslangan linza, ko'zgu, prizma kabi optik sistemalardan tuzilgan qurilmalar optik asboblari deyiladi. Ularni amaliyotda turli maqsadlarda qo'llaniladigan juda ko'p turlari mavjud. Masalan, spektroskop, spektrograf, interferometr, refraktometrlar yorug'lik spektrlarini–tabiatini o'rganishda; projektor, fara, svetafor va kemalarga yo'l ko'rsatgich chiroqlari (mayak)-yoritgich asboblari sifatida; teodolit, nivelir, burchak o'lchagich, optik lokatorlar-geodiziya ishlarida; lupa, mikroskop, qutblovchi va interferonion mikroskop, ko'zoynaklar-mayda buyumlarni kattalashtirishda; teleskop, refraktor, geliograf, spektrogelioskoplar-astronomik kuzatishlarda; episkop, diaskop va har xil tasvir hosil qiluvchi (proektsion) qurilmalar-buyum va chizma kabilarni ekranlarda kattalashgan tasvirlarini hosil qilishda; fotometr, lyuksometr, spektrofotometrlar fotometrik o'lchashlarda; periskop, qorong'ida ko'rish qurilmalar, optik telefonlar, boshqariladigan raketalar harbiy maqsadlarda; kino, televidenie, avtomatika va h.k juda ko'p sohalarda ishlatiladi.

Bu yerda etarli ko'p qo'llanishga ega bo'lgan har xil optik asboblarni tavsiflash imkoniyatiga ega emasmiz. Ularni ba'zilariga qisqacha to'xtalamiz. Eng sodda optik asbob qisqa fokusli yig'uvchi linza – lupadir. Lupaning ko'z va buyum oralig'iga shunday joylashtirish kerakki, ko'zda buyumning kattalashgan tasviri hosil bo'lsin. Buning uchun buyumni linza va uning fokus oralig'idagi masofada joylashtiriladi. Bunda kattalashgan to'g'ri tasvir hosil bo'ladi va ko'z bilan tasvir oralig'i aniq ko'rish masofasi deb ataladi. Odatda aniq ko'rish masofasi 25 sm ga teng deb olinadi.

Ma'lumki, buyumni linzaga nisbatan joylashishiga qarab tasvirning chiziqli o'lchamlari o'zgaradi. Odatda tasvirning chiziqli o'lchamini buyum chiziqli o'lchamiga nisbati chiziqli kattalashtirish deyiladi. Linza formulasiga asosan yig'uvchi linzalarda $F < d < 2F$ shartda tasvir haqiqiy kattalashgan bo'ladi (14-rasm).

Lupa yig'uvchi linza bo'lgani uchun Lupaning kattalashtirishi



15-rasm

$N = \frac{H}{h}$ ga teng. Bu yerda h, H lar buyum va tasvirning o'lchamlari. Rasmdan buyum fokus yaqinida joylashgan deb,

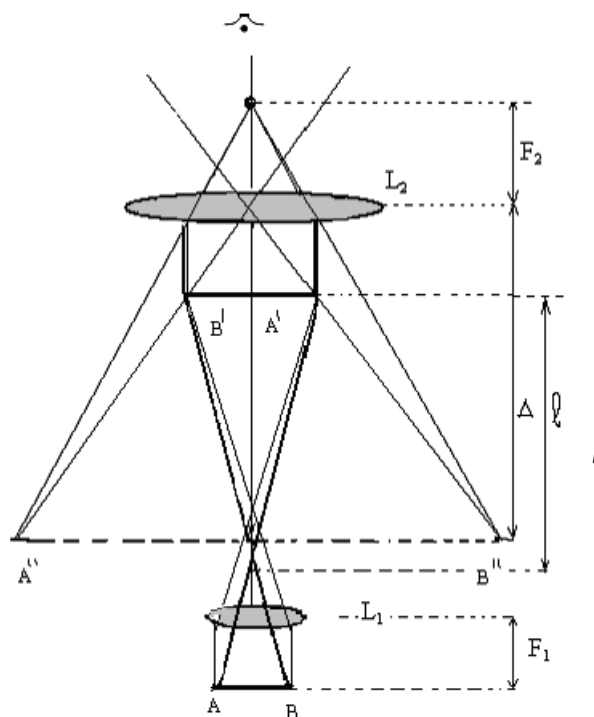
$$\frac{H}{h} = \frac{b}{F}$$

yoki buyumni eng aniq ko'rish masofasiga joylashtirilganda Lupaning kattalashtirishi $N = \frac{25sm}{F}$ ga tengligini to'amiz. Agar $F=1-5$ sm atrofida bo'ladi desak, Lupaning kattalashtirishi 20-25 martadan ortiq bo'lmaydi.

Umuman olganda mikroskop va teleskoplar tuzilishi jixatidan bir xil, ob'ektiv va okulyardan iborat bo'lgan optik asboblari hisoblanadi. Juda mayda jismlarni, xatto mayda zarralarni kuchli kattalashtirishga mo'ljallangan optik asbob mikroskop deyiladi. Eng oddiy mikroskop ob'ektiv va okulyar vazifasini bajaruvchi ikkita L_1 , L_2 linzalardan iborat bo'ladi.

Mikroskopni buyumga qaragan tomondagi L_1 linzani obyektiv, kuzatuvchi, ya'ni ko'z bilan qaralayotgan tomondagi L_2 linza okulyar deyiladi.

Mikroskopda nur yo'lini taqriban quyidagicha tasvirlash mumkin (15-rasm).



16-rasm

Buyum ob'ektivni bosh fokusi yaqinida joylashgan bo'lsin. L_1 yig'uvchi linza hosil qilgan tasviri L_2 linzani bosh fokusi atrofida hosil bo'lib, L_2 uni Lupa kabi kattalashtiradi. Natijada buyumning okulyardan Δ masofada mavhum, teskari kattalashgan tasviri hosil bo'ladi. L_1 linza, ya'ni ob'ektivning kattalashtirishi

$$N_1 = \frac{l}{F_1}$$

ga teng bo'lib, bu yerda F -ob'ektivni fokus masofasi, l -ob'ektiv va okulyar fokuslari oralig'idagi masofa.

L_2 linza, ya'ni okulyarning kattalashtirishi

$$N_2 = \frac{\Delta}{F_2}$$

ga teng. Bu yerda Δ - okulyardan tasvirgacha bo'lgan masofa bo'lib, eng aniq ko'rish masofasiga teng. F_2 – okulyarning fokus masofasi.

Mikroskopning umumiy kattalashtirishi ob'ektiv va okulyar kattalashtirishlarining ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$N = N_1 N_2 = \frac{l\Delta}{F_1 F_2}$$

Bunday usul bilan mikroskoplarda kattalashtirish 2500-3000 dan ortiq bo'lmaydi. Bunga sabab, ob'ektiv va okulyarni fokus masofalarini kichiklashtirib, formulaga qarang, hamda ularning fokuslari oralig'ini uzoqlashtirish bilan istalgancha kattalashtirish mumkin bo'lsada, yorug'likning to'lqin xususiyati bunga yo'l qo'ymasligidir.

Teleskop ham mikroskop kabi ob'ektiv va okulyar vazifasini bajaruvchi L_1 va L_2 linzalarga ega. Lekin uni vazifasi uzoqdagi narsalarni kuzatishga xizmat qiladi. Buyum yetarli uzoqlikda bo'lgani uchun parallel nurlar L_1 linza (ob'ektiv) dan sinib

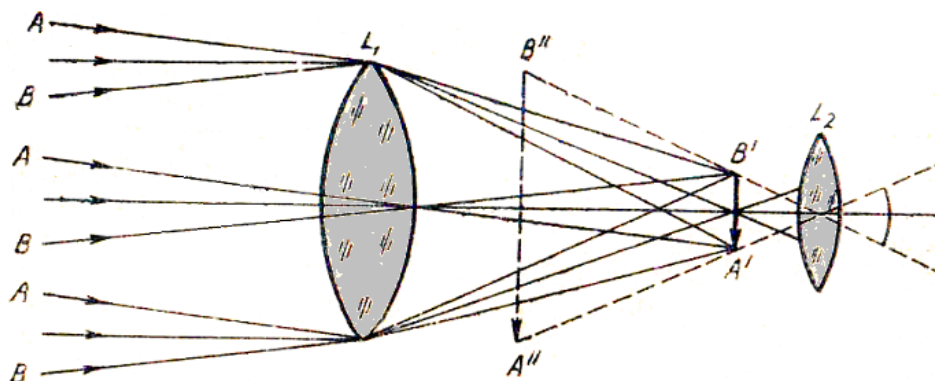
o'tib uning ikkilamchi fokus oralig'ida buyumning haqiqiy, teskari tasvirini hosil qiladi. Bunda okulyar shunday joylashgan bo'ladiki, uning oldingi fokusi ob'ektivning keyingi fokusiga mos keladi, ya'ni okulyarni Lupa sifatida tasvirni kattalashtiradigan qilib joylashtiriladi. Boshqacha aytganda, Teleskopda katta fokusli ob'ektiv va qisqa fokusli okulyar bir-biridan $F_1 + F_2$ masofada joylashgan bo'ladi (16-rasm). Bunday teleskoplarni kattalashtirishi ob'ektiv fokus masofasining okulyar fokus masofasiga nisbatidan iborat bo'ladi:

$$N = \frac{F_1}{F_2}$$

Formuladan ko'rinadiki, Teleskopni kattalashtirishi katta fokusli ob'ektiv va kichik fokusli okulyar bilan amalga oshiriladi.

Teleskoplarda ob'ektiv linzalardan iborat bo'lsa, refraktorda ob'ektiv sifatida ko'zgu olinadi. Bunda linzada nurni sinishi, ko'zgularda nurni qaytishi asos qilib olingan.

Teleskop ob'ektivini tayyorlash ancha murakkab bo'lib, hozir masalan, AQSh dagi Ierks observatoriyasida diametri 1 metrli obe'ktivga ega bo'lgan refraktorlarli Teleskoplar yaratilgan.



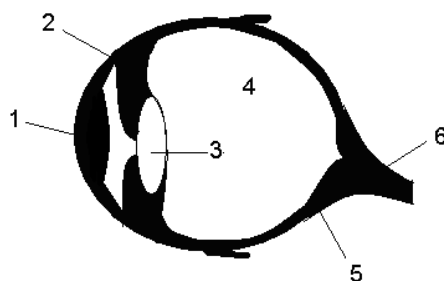
17-rasm

Ko'zgular tayyorlash linzalar tayyorlashga qaraganda oson. Hozir diametri 6 metrli ko'zguli Teleskoplar (reflektorlar) bilan murakkab kosmik tadqiqotlar olib borilmoqda.

Ko'z – optik sistema

Ko'z tabiat in'om etgan noyob optik asbobdir. Shuningdek, uning tuzilishi ishlash prinsipi murakkab bo'lgan biologik qurilmadir. Yorug'lik ko'zda fiziologik ta'sirga ega bo'lib, sezish xissini uyg'otadi. Bu jarayon yorug'lik energiyasi ta'sirida ko'zdagi yorug'lik sezuvchi to'r parda tomonidan fotokimyoviy o'zgarishlarni hosil qilish bilan bog'liqdir.

Ko'rish jarayoni juda ham murakkab bo'lib, yorug'lik nurlarini ko'zga ta'siri bilan belgilanadi. Tashqaridan kelayotgan yorug'lik ko'zdagi shoxparda, gavhar, shishasimon modda orqali sinib o'tib to'r'ardaga tushadi va unda fotokimyoviy reaksiyalar natijasida yorug'lik energiyasi nerv im'ulslari (qo'zg'alishlar) ga aylanadi.



18-rasm

Bu qo'zg'alishlar to'rpardadan miya po'stlog'idagi ko'ruv markazlariga uzatiladi. Markazlar yorug'likni bunday qo'zg'alishlarini bosh miyada tasavvurlar sifatida idrok qilish bilan tashqi dunyo haqida ma'lumot beradi, tashqi dunyoni aks ettiradi.

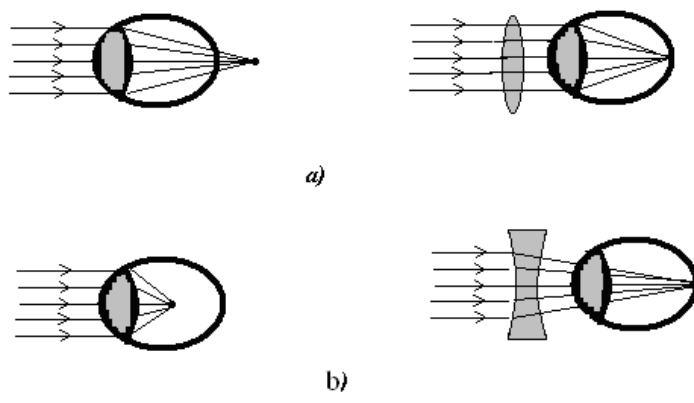
Bu jarayonni tushunish uchun ko'zni umumiy tuzilishiga qisqacha to'xtalamiz.

Ko'z bosh qismining ko'z kosalari deb ataluvchi chuqurliklarida joylashgan bo'lib, ko'z soqqasi, ya'ni ko'z ko'ruv nervlari orqali bosh miya bilan bog'lanishga ega. Ko'z shoxparda-1, qorachiq-2, gavhar-3, shaffof shishasimon jism-4, to'rparda-5, ko'rish nervlari-6 ga ega bo'lgan bir butun optik sistema sifatida to'rpardada buyum tasvirini hosil qiladi. 18-rasmda ko'z optik sistema sifatida tasvirlangan.

Ko'zning old qismida yoysimon tiniq shoxparda joylashgan. Undan keyin gavhar bilan yopishgan kamalak parda bo'lib, kamalak parda bilan shox parda shishasimon muhit bilan ajralib turadi. Shuningdek gavhar va to'r parda oralig'i ham shishasimon jism bilan to'lgan. Kamalak pardaning o'rtasida doiraviy tirqish shaklida ko'z qorachig'i joylashgan. Uning o'lchami doimo o'zgarib turadi, ya'ni ko'zga tushayotgan yorug'likka bog'liq holda qorachiq kattalashishi yoki kichiklashishi mumkin. Yoritilganlik ortishi bilan qorachiq o'lchami torayadi, yoritilganlik kamaysa, qorachiq kattalashadi. Ko'z yoritilganlikning juda keng sohalarida faoliyat ko'rsatadi. Bunda qorachiq to'r pardaga tushayotgan yorug'lik miqdorini o'zgartirib sozlab turadi.

Ko'z gavhari ikki tomonlama qabariq linzaga o'xshash tiniq rangsiz moddadir.

Uni o'rab turgan mushaklar ta'sirida uning optik kuchi o'zgarishi mumkin. Ko'z gavharining optik kuchini o'zgarishi bilan turli masofalardagi buyumlarni aniq ko'rishga moslashuvi, ya'ni ko'zda turli masofalardagi buyumlarni aniq tasvirini hosil qilish qobilyati akkomodatsiya deyiladi. Ko'zdagi yorug'likni seza oladigan qatlam to'r parda hisoblanadi. Shunday qilib, yorug'lik shox parda, qorachiq, gavhar va shishasimon jismlardan o'tib ko'zning to'r pardasini yoritishda ko'rish nervlariga ta'sir etish bilan miyada sub`ektiv ko'rish sezgisini hosil qiladi.



19 rasm

Agar uzoqdagi buyumlarning tasviri toʻr pardaning old tomonida hosil boʻlsa, bunday koʻz yaqindan koʻrar, agar tasvir toʻr pardani orqa tomonida hosil boʻlsa, uzoqdan koʻrar koʻz deyiladi (18 rasm). Yaqindan koʻradigan odamlar uzoqdagi buyumlarni aniq koʻra olmaydi. Ulardagi bunday kamchilaklar koʻzoynaklardan foydalanish bilan hal etiladi. Masalan, yaqindan koʻradigan koʻzlar uchun sochuvchi linzali koʻzoynaklar, uzoqdan koʻradigan koʻzlar uchun yigʻuvchi linzali koʻzoynaklar ishlatiladi.

Tajribalar koʻrish sezgisini hosil boʻlishi uchun maʼlum bir vaqt, odatda 0,1-0,25 s kerak boʻlishini koʻrsatadi. Xuddi shunday koʻrish sezgisi birdan yoʻqolmaydi, balki koʻrish sezgisi 0,1 s gacha davom etadi. Boshqacha aytganda, koʻrish sezgisi inertsiyaga ega.

Manbadan chiqqan yorugʻlik davriy takrorlanuvchi chaqnashlar bilan nurlansa, koʻrish sezgisi chaqnashlar chastotasiga bogʻliq boʻlib, chastota ortishi bilan chaqnashlar doimiy nurlanishlarga aylanadi, chastota kamaysa, «miltillab» chaqnashlar sezila boshlaydi. Kechasi kichkina choʻgʻ parchasini qoʻlingiz bilan doira shaklida aylantirsangiz, uni kuzatib turgan kishi shuʼlalanuvchi halqa shaklini koʻradi. Yoki tomashabin kino koʻrish jarayonida ekranda har sekunda 20 ga yaqin alohida-alohida tasvirlar oʻtishidan hosil boʻlgan harakat manzarasini oddiy hol

sifatida tasavvur qiladi. Demak, sekundiga 10 martadan ortiq takrorlanuvchi shu'lalanishlar doimiy nurlanishdek ko'rinadi.

Ravshanligi kuchli bo'lgan nurlanishlar ko'zga kuchli ta'sir qiladi. Agar yorug'lik oqimi $\sim 10^{-17} - 10^{-5}$ J atrofida bo'lsa, ko'zga zararli ta'sir qilmaydi. Lekin undan ortsa ko'zni himoyalash kerak. Buning uchun, masalan quyosh tutilishini kuzatishda, muzliklar, oppoq daladagi qorlarda, tog'larda maxsus ko'zoynaklar taqish kerak bo'ladi.

Xulosa o'nida shuni aytish mumkinki,

- geometrik optika asosida tavsiflanuvchi yorug'lik hodisalarida nur tushunchasi asosiy tushunchadir.
- Fizik optikaning chegaraviy xoli bo'lgan geometrik optika yorug'likning shaffof muhitlarda tarqalishini nur tushunchasiga asoslanib o'rganadi.
- Geometrik optika yorug'lik tabiati, masalan uning, tarqalish jarayonini vaqtga bog'lig'ligi bilan qiziqmaydi. Yorug'likning fizik tabiatini hisobga olmagan holda yorug'lik nurlari tushunchasi yordamida ko'pgina optik hodisalarni tavsiflash geometrik optikaning vazifasidir.
- Geometrik optikaning asosiy prinsipi bo'lgan, yorug'likning elektromagnit nazariyasi asosida qa'tiy isbotlanadigan Ferma prinsipi ko'pgina yorug'lik hodisalarini to'g'ri tushuntiradi: Yorug'lik optik yo'l deb ataluvchi ikki nuqta oralig'idagi biror masofani o'tish uchun eng kam vaqt sarflaydi.

Fotometriya asoslari.

1. Nurlanish energiyasi. Nurlanish oqimi.

Absolyut harorati noldan katta bo'lgan har qanday moddiy jism nurlanish energiyasi deb ataluvchi energiya nurlantiradi. Bir nuqtadan ikkinchisiga yoki bir jismdan ikkinchisiga energiya uzatilishi elektromagnit to'lqinlar yordamida

amalga oshiriladi. Fazoda tarqalayotgan nurlanish maydonini yuzaga keltiradi. Fizik optikada nurlanish energiyalari ko'rinishlaridan 0.01 dan 1mm to'lqin uzunligi sohasidagi nurlanish ko'rib chiqiladi. Bu nurlanish sohasi spektrning optik sohasi yoki spektrning optik diapazoni deb ataladi. Ko'z bilan qabul qilinadigan ko'rish nurlanish 380 dan 770 nm ni to'lqin uzunligi oralig'ida yotadi.

Nurlanish va yutish energiyasi alohida porsiyalar, kvantlar ko'rinishida amalga oshadi. Nurlanish energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylanishida (issiqlik, kimyoviy, mexanik, elektr va boshqalar), yoki bunga teskari jarayonlarda tabiatning asosiy qonuni-energiyaning saqlanish qonuni asos bo'ladi, unga asosan, spektrning optik sohasida nurlanish energiyasining miqdoriga yoki yorug'lik energiyasiga boshqa turdagi energiya miqdori to'g'ri keladi. Shuning uchun nurlanish energiyasi ham joullarda (J) o'lchanadi.

Nurlanish energiyasining o'lchashlarini metod va usullari o'rganuvchi fizikaviy optika bo'limi **fotometriya** deb ataladi. Aniqroq ma'noda fotometriya deganda odam ko'ziga mos keluvchi ko'rinma nurlanishlarni harakterlovchi miqdorlar to'plami tushuniladi.

Fotometriyada yorug'lik tebranishlari davridan katta bo'lgan vaqt ichida nurlanish olib o'tgan w energiya o'lchanadi. Agar nurlanish manbaidan qandaydir masofada turgan tekislikdan to'lqinlar o'tayotgan bo'lsa, unda bu to'lqinlar tomonidan vaqt birligi ichida tekislikdan olib o'tgan nurlanishning o'rtacha quvvati nurlanish oqimi yoki nurli oqim deb ataladi.

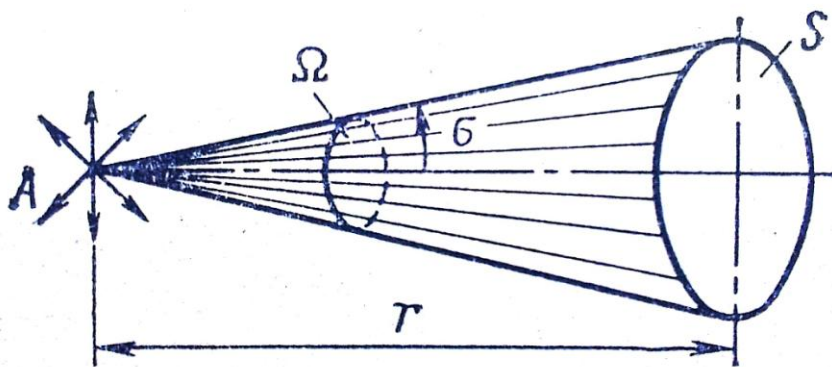
$$\Phi_e = \frac{W}{t}$$

Bu yerda w -nurlanish energiyasi, t -vaqt HBS da nurlanish oqimi vatlarda o'lchanadi ($1Vt=1J/s$).

Fotometrik kattaliklarni aniqlashga bog'langan hamma savollarni ikkiga ajratiladi: energetik va yorug'likli. Agar yorug'lik manbai hamma tomonga bir hil nurlanish tarqatsa, bu savollarga javob berish osonlashadi.

Ko'pincha nurlanish oqimi ta'sirini nurlanish manbai o'lchamidan katta bo'lgan masofalarda o'rganiladi. Bu holda nurlanishni bir nuqtadan tarqalayotgan deb olish mumkin. Bunday nurlanish manbalari nuqtaviy deyiladi. Nuqtaviy manbalarga yulduzlarni olish mumkin. Sharton nuqtaviy manbalaridan tarqalayotgan nurlanish yo'nalishiga bog'liq emas va hamma tomonga tekis tarqaladi deb olinadi.

Qandaydir yuzaga tushayotgan nurlanish oqimi bu tekislik yuzasiga, fazoda joylashishiga va nurlanish manbaigacha bo'lgan masofaga bog'liq. Ko'pincha fazoning bir - bir qismida tarqaluvchi nurlanish oqimi ko'rib chiqiladi. Masalan, agar nurlanishga tik bo'lgan S yuzali tekislikga yorug'lik oqimi tushayotgan bo'lsa, unda A nuqtaviy manbadan chiqayotgan oqim S asosli yuzaga ega bo'lgan konus hosil qiladi (29-rasm).



20-rasm. Ω fazaviy burchak ichidagi A manbadan nurlanayotgan energiya oqimi.

Ko'pincha konusli tekislik bilan chegaralangan fazani Ω fazaviy burchak deyiladi.

$$\Omega = \frac{S}{r^2}$$

Bu nisbat r ga bog'liq emas, chunki r ning ortishi bilan konus yuzasi r^2 ga proporsional holda ortadi.

Fazaviy burchak o'lchov birligi steradiandir

$$\Omega = 1m^2 / 1m^2 = 1sr$$

1. Sferik sirt yuzasi $4\pi r^2$ bolgani uchun sharning yuzasi 4π sirt ga teng, ya'ni:

$$\Omega = 4\pi sr$$

burchak bilan quyidagicha bog'langan:

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \delta) = 4\pi \sin^2 \frac{\sigma}{2} \approx \pi \sin^2 \sigma$$

Shunday qilib, qandaydir manbasi to'liq nurlanishi 4π sr o'lchamli fazoviy burchakda tarqaladi.

2. Yorug'lik oqimi. Fotometrik kattaliklar va ularning o'lchov birliklari.

Yorug'lik oqimi. Ko'z sezgirligidan nurlanish oqimini yorug'lik oqimi deyiladi. Bir jinsli nurlanish Φ_λ nurlanish oqimi ko'z sezgirligidan nurlanish energiyasi quvvati sifatida aniqlanadi.

$$\Phi_\lambda = c \Phi_{e\lambda} K_\lambda$$

Bu yerda $\Phi_{e\lambda}$ -berilgan to'lqin uzunlikdagi bir jinsli nurlanish oqimi; K_λ -shu to'lqin uzunlikdagi urinma nurlanish koefisienti; S-yorug'lik oqimini o'lchov birligiga bog'liq bo'lgan koefitsienti;

XBS da o'g'irlik oqimining o'lchov birligi moment (M) dir. O'lchamlardan to'lqin uzunligi $\lambda = 555$ ni ($K_\lambda = 1$) bo'lgan 1vt quvvatli nurlanish oqimiga 683 li yorug'lik oqimi to'g'ri keladi, ya'ni: $\Phi_\lambda = 683 K_\lambda \Phi_{e\lambda}$

Masalan, agar $\lambda = 440$ nm to'lqin uzunlik uchun 9,0 Vt nurlanish oqimi va $K_\lambda = 0,023$ bo'lsa, unda yorug'lik oqimi $\Phi = 683 * 0,023 * 9 = 141,4$ li ga teng bo'ladi.

Yorug'lik oqimi va manba quvvati orasida bog'lanish uchun yorug'lik uzatish tushunchasi kiritilgan - yorug'lik oqimining manba iste'mol qilgan quvvatga bo'lgan nisbati:

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

Yorug'lik kuchi. Birlik fazoviy burchakga to'g'ri keladigan nurlanish oqimiga yorug'likning energetik kuchi deb ataladi.

$$J_e = \frac{\Phi_e}{\Omega}$$

Uning o'lchov birligi $J_e = 1B_T/1cp$

Yorug'likning energetik kuchi yo'nalishiga ega bo'lgan kattalikdir. Yorug'lik kuchi yo'nalishi sifatida yorug'lik oqimi tarqalayotgan fazoviy burchak o'q qa'bul qilinadi.

Yorug'lik oqimining fazoviy zichligiga yorug'lik J kuchi deyiladi ya'ni Φ yorug'lik oqimining fazoviy burchakga bo'lgan nisbati

$$J = \frac{\Phi}{\Omega}$$

Ko'pchilik real yorug'lik manba'lari uchun yorug'lik kuchi fazoviy burchak ichida notekis taqsimlanadi, ya'ni yorug'lik kuchi yo'nalishga bog'liq tahminiy hisoblashlarda o'rtacha yorug'lik kuchidan foydalaniladi

$$J_{o'rt} = \frac{\Phi_t}{4\pi}$$

Bu yerda Φ_t yorug'lik manbasini to'liq yorug'lik oqimi XBC da yorug'lik oqimining o'lchov birligi kondela (kd) dir (lot. Kondela-sham).

yorug'lik oqimi:

$$\Phi = J\Omega$$

Demak, $\Phi = 1kd \cdot 1cp = 1mm$

Yoritilganlik. Yuzaga tushayotgan sirtiy nurlanish oqimi energetik yoritilganlik deb ataladi. Nurlanish oqimini tekis taqsimlanishdagi energetik yoritilganlik:

$$E_e = \frac{\Phi_e}{S}$$

Bu yerda S - nurlanish oqimi tushayotgan sirt yuzasi. O'lchov birligi:

$$E_e = 1vt / 1m^2 = 1 \text{ Vt} \cdot m^{-2} = 1Lk$$

Impulsi yorug'lik manba'larining ta'sirini xarakterlash uchun energetik yoritilgan miqdori – energetik yoritilganlik bilan yoritilganlik vaqtining ko'paytmasi

Yuzaga tushayotgan yorug'lik oqimining sirtiy zichligiga yoritilganlik deyiladi

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

O'lchov birligi Max(ek) $E = 1mm / 1m^2 = 1lm \cdot m^{-2} = 1lk$

Impulsi yorug'lik manba'larining ta'sirini xarakterlash uchun energetik yoritilganlik miqdori - energetik yoritilganlik bilan yoritilganlik vaqtining ko'paytmasi tushunchasidan foydalaniladi.

$$H_e = E_e t$$

O'lchamligini $Vt \cdot m^{-2} \cdot c$

Spektrning ko'rinma sohasi uchun yoritilganlik oqimi $H=Et$

formulalardan yorug'lik kuchi va yoritilganlik quyidagicha bog'langan

$$E = \frac{I\Omega}{S} \quad \text{ammo fazoviy burchak } \Omega = \frac{S}{r^2}, \quad \text{shuning uchun} \quad E = \frac{J}{r^2}$$

Yorituvchanlik. O'ziga tushuvchi yorug'lik oqimini o'tkazadigan va qaytaradigan o'zinurlanuvchi manba'lar (ikkilamchi nurlanish manba'lari) ni xarakterlash uchun nurlanish oqimi sirtiy zichligi tushunchasi kiritilgan.

Nurlanayotgan oqim sirtiy zichligini energetik yorituvchanlik deb ataladi. Nurlanayotgan oqim tekis taqsimlanganda energetik yorituvchanlik:

$$R_e = \Phi_e / S$$

O'lchamliligi: $R_e = 1 \text{ Vt} / 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ Vt} \cdot \text{m}^{-2}$

Masalan, quyosh sirti nurlanish zichligi $6.1 \cdot 10^7 \text{ Vt} \cdot \text{m}^{-2}$, cho'g'lanish lampasidiki $\approx 2 \cdot 10^5 \text{ Vt} \cdot \text{m}^{-2}$ ni tashkil etadi.

Birlik yuzadan nurlanayotgan yorug'lik oqimi yorituvchanlik deyiladi.

$$R = \frac{\Phi}{S}$$

O'lchamliligi $R = 1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$.

Nurlanish kattaligi yoritilganlikka o'xshaydi, ammo yoritilganlik sirtga tushayotgan yorug'lik oqimini sirtiy zichlikni xarakterlasa, yorituvchanlik nurlanayotgan yorug'lik oqimining sirtiy zichligini xarakterlaydi.

Ravshanlik. Turli narsalarni yo'qotganda ularni yoritilganligi bir xil bo'lsa ham ular oq yorug'lik tushayotgan nurlanish oqimini har xil qaytarilishi bilan tushuntiriladi. Boshqacha aytganda yorug'likni qaytaruvchi jismlar ikkilamchi nurlanish manbalaridir. Birlamchini ham ikkillamchi yorug'lik manbalarini yorug'lik kuchi bilan harakterlanadi. Oq sirt kulrang yoki qorong'u sirlarga qaraganda yorug'roq ko'rinadi, shuning uchun birinchi xolda yuza birligida yorug'lik kuchi katta bo'ladi. Shunday qilib, turli jismlar yoki birlamchi va ikkilamchi nurlanish manbalari sirtlarini turli qismlari ravshanligi bilan farq qiladi.

Nurlantiruvchi sirt energetik yorug'lik kuchini, kuzatish yo'nalishiga tik bo'lgan tekislik yuzasiga bo'lgan nisbati B_e energetik ravshanlik deyiladi.

$$B_e = \frac{I_e}{S}$$

O'lchamligi: $B_e = \frac{1Vt}{1sr} \frac{1}{m^2} = 1Vt * m^{-2} * sr^{-1}$

Agar nurlantiruvchi sirt yassi bo'lsa, unda uning har qanday yo'nalishidan proektsiyasi E burchak bilan aniqlanadi. $S = S_0 \cos E$, unda

$$B_e = \frac{J_e}{S_0 \cos E}$$

Yorug'lik kuchini nurlanish sirti yuzasiga bo'lgan nisbati ravshanlik deyiladi.

$$B = \frac{I}{S} = \frac{I}{S_0 \cos E}$$

O'lchamligi $B = \frac{1kd}{1m^2} = 1kd * m^{-2}$

dagi yorug'lik nuri yorug'lik oqimi bilan almashtirsak:

$$B = \frac{\Phi}{\Omega S} = \text{лк} * \text{ст}^{-1} * \text{м}^{-2}$$

Ravshanlikni o'lchov birligi stilb (sb); $1\text{сб} = 10^4 \text{кд м}^{-2}$

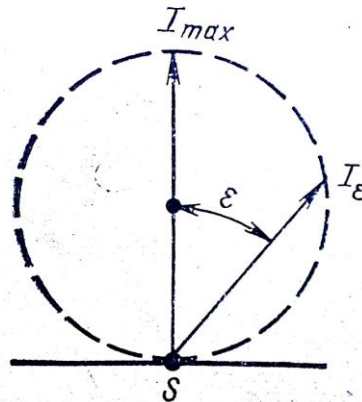
Lambert qonuni. Agar nurlantiruvchi sirt ravshanligi hamma yo'nalishiga bog'liq bo'lmasa, unda

$$B = \frac{I}{S_0 \cos E} = \frac{I_{\max}}{S} = \text{const}$$

bunda $I = I_{\max} \cos E$ (89)

bu yerda, I_{\max} - sirtga tik yo'nalishdagi yorug'lik kuchi, E - normal va yo'nalishi orasidagi burchak.

shart **Lambert qonuni** deb atalib, unga asosan hamma yo'nalish bo'yicha ravshanligi bir hil bo'lgan yassi sirt kuchi kosinus qonuni bo'yicha o'zgaradigan yo'rug'lik chiqaradi (30-rasm).



21-rasm. Lambert qonuniga bo'ysinuvchi yorug'lik kuchini taqsimlanishi.

Bu holda yorug'lik kuchini taqsimlanishi egriligi aylana ko'rinishini oladi.

Lambert qonuniga bo'ysinuvchi sirtni diffuziyali sochuvchi yoki diffuziyali o'tkazuvchi deyiladi. Yorug'lik maydoni tekis ravshanlangan nurlatgich deyiladi.

(84) va (88) lardan

$$\Phi = BS_0 \Omega \cos E \quad (90)$$

Agar yoritilgan yuza fazoviy burchak o'qiga tik bo'lsa, unda

$$\Phi = BS\Omega \quad (91)$$

(90) va (91) formulalardan S yuzadan nurlanayotgan yorug'lik oqimi hisoblanadi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan fotometrik kattaliklar jadvalda keltirilgan.

Asosiy formulalar

Fotometrik kattaliklar			
Energetik		Yorug'lik	
Nomi va formulasi	O'lchov birligi	Nomi va formulasi	O'lchov birligi
Nurlanish oqimi $\Phi_e = \frac{W}{t}$	Vt	Yorug'lik oqimi Φ	lm
Yorug'lik energetik kuchi $J_e = \frac{\Phi_e}{\Omega}$	Vt/sr	Yorug'lik kuchi $I = \frac{\Phi}{\Omega}$	kd
Energetik yoritilganlik $E_e = \frac{\Phi_e}{S}$	Vt/m ²	Yoritilganlik $E = \frac{\Phi}{S}$	lk
Energetik yorituvchanlik $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$	Vt/m ²	Yorituvchanlik $R = \frac{\Phi}{S}$	lm/m ²
Energetik ravshanlik $B_e = \frac{J_e}{S \cos E}$	Vt/(sr*m ²)	Ravshanlik $B = \frac{I}{S \cos E}$	kd/m ²

Takrorlash savollari.

- 1.Nurlanish energiyasi nima?
- 2.Spektrning optik diapazoni qanday to'liqin uzunliklarda bo'ladi?
- 3.Fotometriya nima?
- 4.Nurlanish oqimi nima va uning o'lchov birligi qanday?
- 5.Nuqtaviy yorug'lik manba'lari deb nimaga aytiladi?
- 6.Fazoviy burchak nima va uning o'lchov birligi qanday?
- 7.Nisbiy ko'rish koeffisienti deb nimaga aytiladi?
- 8.Yorug'lik oqimi nima va uning o'lchov birligi qanday?
- 9.Energetik kattaliklarni aytib o'ting, ular qanday birliklarda o'lchanadi?
- 10.Yorug'lik kattaliklarini aytib o'ting va ularni formulalarini yozing. Ularni o'lchov birliklari qanday?
- 11.Lambert qonunini yozib tushuntiring?
- 12.Jismning yorug'lik xossalari qanday koeffisientlar bilan xarakterlanadi?
- 13.Diffuziyali qaytaruvchi va diffuziyali o'tkazuvchi sirtlar uchun ravshanlik va yoritilganlik orasidagi bog'lanish formulasini yozing?
- 14.Yoritilganlik koeffisienti nima va u qanday qiymatlarni olishi mumkin?

Masala yechish na'munalari:

- 1.Yorug'lik kuchi $J=100\text{kd}$ bo'lgan nuqtaviy manbaadan yorug'lik diametri 50mm bo'lgan yuzaga 75mm masofadan tushayotgan bo'lsa, yorug'lik oqimini aniqlang?

Yechish:

Hamma fazoviy burchak bo'yicha $J = \text{const}$ deb hisoblaymiz.

Unda $\Phi = I\Omega$, bu yerda fazoviy burchak $\Omega = 2\pi(1 - \cos\sigma)$.

$$\text{tg } \sigma = \frac{50}{2 * 75} = 0,3333, \sigma = 18,43^\circ$$

bo'lgani uchun $\sigma = 0,9487$ va $\Omega = 2 * 3,14(1 - 0,9487) = 0,3223 \text{sr}$

Yorug'lik oqimi $\Phi = I\Omega = 100 * 0,3223 = 32,23 \text{lm}$

2. Agar yuzaga normal og'ish bilan $E = 30^\circ$ burchak hosil qilsa, manbaning yorug'lik kuchi $I = 2000 \text{kd}$ ga teng bo'lsa, nuqtaviy yorug'lik manbaidan $r = 2000 \text{mm}$ masofada yuzaning yoritilganligini hisoblang.

Yechish: formuladan
$$E = \frac{J \cos E}{r^2}$$

Qiymatlarni qo'yib
$$E = \frac{2000 * 0,866}{2} = 433 \text{lk}$$

3. Yorug'lik kuchlari $I_1 = 50 \text{kd}$ va $I_2 = 225 \text{kd}$ bo'lgan ikki yoritish chiroqlari bir-biridan $d = 2 \text{m}$ masofada joylashgan. Fotometrning har ikki tomoni bir xil yoritish uchun uni qayerga joylashtirish kerak.

Yechish: Fotometrning ekranini, chiroqlar joylashgan o'qqa tik o'rnatiladi. Shuning uchun quyidagi tenglamalardan,

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2}, \quad E_2 = \frac{I_2}{r_2^2}$$

$$E_1 = E_2 \quad \text{bo'lganda} \quad \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2,$$

ammo $r_2 = d - r_1$, shuning uchun
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{(d - r_1)^2},$$

Bu ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz

$$\frac{\sqrt{I_1}}{\sqrt{I_2}} = \frac{r_1}{d - r_1}, \quad \text{bundan} \quad r_1 = \frac{\sqrt{I_1} d}{\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}} = \frac{7.07 * 2}{7.07 + 15} = 0.64m$$

$$r_2 = 2 - 0.64 = 1.36$$

4. Agar linza normal bo'yicha $\lambda = 576 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikni yorug'lik bilan yoritilgan va to'rtinchi qorong'i halqasining radiusi $r_4 = 2.4 \text{ mm}$ bo'lgan Nyuton xalqalarini hosil qilsa qabariq tomoni bilan yassi parallel shisha plastinkaga joylashtirilgan yassi qavariq linzaning sferik sirtining R radiusini aniqlang.

Yechilishi: Berilgan $\varepsilon = 0; \lambda = 576 \text{ nm}; k = 4; \rho = 2.4 \text{ mm}$ hosil bo'lgan qorong'u Nyuton halqalari (minimumlari) kogerent nurlarini linza bilan plastinka orasidagi havo qatlamidagi interferensiyasidan yuzaga keladi, bunda yo'llar farqi

$$\Delta = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{bu yerda } k=0,1,2,\dots$$

Bu yo'llar farqini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\Delta = 2dn \cos \varepsilon^1 + \frac{\lambda}{2}$$

Masala shartidan $n = 1; \varepsilon = 0; \varepsilon^1 = 0$ bo'lgani uchun $\cos \varepsilon^1 = \cos 0^0 = 1$, unda optik yo'l farqi:

$$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2}$$

bu yerda d - to'rtinchi qorong'u Nyuton halqasi bilan plastinka yuqori sirti orasidagi xavo qatlami qalinligi.

Δ uchun ifodalarni o'ng tomonlarini tenglab $2d + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2}$ hosil qilamiz yoki

$$2d = k \lambda$$

Pifogor teoremasidan foydalanib va d ni R dan ko'p marta kichik deb olib (17-rasm) quyidagini xosil qilamiz:

$$R^2 = \rho_k^2 + (R-d)^2; R^2 = \rho_k^2 + R^2 - 2Rd + d^2 = \rho_k^2 + R^2 - 2Rd$$

bundan $d = \rho_k^2 / 2R$

$2d = k\lambda$ ligidan $2\rho_k^2 / 2R = k\lambda$, bundan

$$R = \frac{\rho_k^2}{k\lambda} = \frac{2 \cdot 4^2}{4 \cdot 576 \cdot 10^{-6}} = 2500 \text{ mm} = 2.5 \text{ m}$$

Izotrop muhitlarda yorug'likning tarqalishi. Dispersiya

1. Izotrop va anizotrop muxitlar

Elektromagnit nurlanish teng holatda bo'la olmaydi. Yorug'lik nurlanish manбайдan hamma elektromagnit to'lqin qo'shilishida tarqaladi.

Yorug'lik tarqalish yo'nalishi va tezligi muhit xossalariga bog'liq: uning bir jinsligiga, optik zichligiga, shaffofligiga va b.q.

To'lqin tekisligiga tik bo'ylab yo'nalgan tarqalgan yorug'likni nurlar deb ataladi. Shaffof ammo zichligi bo'yicha bir jinsli bo'lmagan muhitlarda nurlar egri chiziqli bo'lishi mumkin.

Hamma yo'nalishi bo'yicha va hamma nuqtalarida fizik hossalari bir xil bo'lgan moddalar izotron muhitlar deyiladi. Bir jinsli va shaffof muhitda yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Izotrop muhitda yorug'likning tarqalish tezligi ham yo'nalishga bog'liq bo'lmaydi.

Turli yo'nalishlarda xossalari har xil bo'lgan moddalar anizotrop muhitlar deyiladi. Tabiiy anizotropli tuzilmaga ega bo'lgan jismlar mavjud; ularga turli kristallar: kvars, island shpati, turmalin va boshqalar, ular ikkilangan nur sindirish

xususiyatiga ega. Muhitga tashqi elektr yoki magnit maydoni ta'sir qilish, mexanik kuch qo'yib yoki boshqa usullar bilan sun'iy anizotroplikni hosil qilish mumkin.

Shaffof ammo bir jinsli bo'lmagan muhit sifatida yer atmosferasini olish mumkin. Quyosh va yulduzlardan atmosferaga kirib keladigan nurlar sezilarli og'adi. Ammo unga katta bo'lmagan balandliklarda havoni bir jinsli deb olish mumkin. Optik asboblarni asosiy qismi - shaffof shisha yuqori shaffofligi va bir jinsligi bilan izotronlikni ta'minlaydi. Shuning uchun nur o'tadigan optik sistemalar tarkibi (linza, prizma, plastin va b.q.) bir jinsli va shaffof bo'ladi, ularning har biridan o'tgan nurlar to'g'ri chiziqlar bo'ladi.

2. Sindirish ko'rsatkichi

Zichligi havo zichligidan katta bo'lgan har qanday muhitda yorug'lik unga nisbatan kichik tezlik bilan tarqaladi. Turli muhitlarda yorug'lik har xil tezlikda tarqaladi. Muhitning optik xossasi mutloq sindirish ko'rsatkichi n , yoki oddiy sindirish ko'rsatkichi bilan harakterlanadi.

Normal atmosfera bosimida va 20°C haroratda havoning sindirish ko'rsatkichi **1,000274** ga teng bo'lib, bo'shliqning sindirish ko'rsatkichi ($n=1,0$) dan ham farq qilgani uchun havoning sindirish ko'rsatkichini **1** ga teng deb olinadi. Ammo aniq o'lchamlarda sindirish ko'rsatkichini bosimga, haroratga, namlikga bog'liqligi hisobga olinadi. Ko'plab qattiq va suyuq shaffof jismlar uchun sindirish ko'rsatkichi **1,3** dan **1,9** gacha oraliqda bo'ladi.

Agar yorug'lik ikki turli muhitlarda \mathcal{G}_1 va \mathcal{G}_2 tezlik bilan tarqalayotgan bo'lsa, ularning sindirish ko'rsatkichlari

$$n_1 = \frac{c}{\mathcal{G}_1} \quad \text{va} \quad n_2 = \frac{c}{\mathcal{G}_2}$$

ga teng bo'ladi, bunda
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}$$

ya'ni, ikki muhit sindirish ko'rsatkichlarining nisbati yorug'likning bu muhitlarga tarqalish tezliklari nisbatiga teskari proporsional.

Ikki muhitni mutloq sindirish ko'rsatkichlari

$n_1 = \frac{c}{\mathcal{G}_1}$ va $n_2 = \frac{c}{\mathcal{G}_2}$ larni bilgan holda nisbiy sindirish

ko'rsatkichini topish mumkin.

$$n_{21} = \frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Qaysi bir muhitning mutloq sindirish ko'rsatkichi katta bo'lsa uning optik jihatidan katta muhit deyiladi.

3. Yorug'lik dispersiyasi

Yorug'lik nurlanishini uyg'otish uchun quyidagi fizik jarayonlardan foydalaniladi: cho'g'langan qattiq jism yoritilishi, ko'mir elektrodlar orasidagi elektr yoy razryadi, gaz va metall bug'larining yoritilishi, nurlanish ta'sirida (lyuminestsensiya), lazerlar yoritilishi va b.q.

Yorug'lik nurlanishi integral (to'liq) va monoxromatik turlarga ajratiladi.

Keng sohadagi to'lqin uzunlikdagi yig'indi nurlanish integral yoki to'liq nurlanish deyiladi. Qandaydir bitta to'lqin uzunlikda yoki $\lambda + d\lambda$ ingichka sohadagi to'lqin uzunlikdagi nurlanishni monoxromatik nurlanish deyiladi.

Monoxromatik nurlanishni bir-biri bilan $\lambda_0 = c/\nu$ munosabat bilan bog'langan elektromagnit tebranishlarning to'lqin uzunligi va chastotasi bilan harakterlanish

mumkin, bu yerda C – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi. Har qanday n sindirish ko'rsatkichi uchun $\lambda = \lambda_0/n$ bo'ladi.

Integral nurlanish “oq nurlanish manbai” deb ataluvchi murakkab nurlanish beradi. Ular tabiiy (masalan, quyosh yorug'ligi yoki kunduzgi yorug'lik tarqalishi) va sun'iy (yoritish lampasi va b.q.) bo'lishi mumkin. Eng quvvatli “oq “ manbai quyosh bo'lib, uning nurlanishi **200** dan **1800 nm** to'lqin uzunligi sohasida yotadi. Monoxromatik nurlanish olish uchun faqat sun'iy nurlanish manbailaridan foydalaniladi (gazorazryad lampalari – simob - kvarsli, argon – simobli, ksenonli va b.q.)

Muxitda yorug'lik nurlarining tarqalish tezligi, demak, muxitning sindirish ko'rsatkichi o'tuvchi nur to'lqin uzunligi (nur rangiga) bog'liq. Sindirish ko'rsatkichi to'lqin uzunligi funksiyasidir, ya'ni, $n=f(\lambda)$. Turli to'lqin uzunlikdagi nurlar bir xil sinmaydi. Sindirish ko'rsatkichini tushuvchi nur to'lqin uzunligiga bog'liqligi yorug'lik dispersiyasi deb ataladi. Agar sindirish ko'rsatkichi to'lqin uzunligi ortishi bilan kamaysa normal hisoblanadi.

Hamma shaffof moddalar, shu jumladan hamma turdagi shishalar uchun normal dispersiya o'rinli. To'lqin uzunligini kamayishi bilan optik shishalar sindirish ko'rsatkichi ortadi, shuning uchun to'lqin uzunligi qisqa bo'lgan binafsha nur yashil va qizil nurlarda kuchliroq sinadi.

Normal dispersiyada n ning λ bo'lganishi Koshi formulasida ifolanadi:

$$n=a+\frac{b}{\lambda^2}+\frac{c}{\lambda^4}+\dots,$$

bu yerda a, b, c - har bir moddaga xos bo'lgan doimiylar.

Sektorning ko'rinma sohadagi optik shishalar uchun turli to'lqin uzunliklarga n_λ sindirish ko'rsatkichi Gartmonning empirik formulasi bo'yicha hisoblanadi.

$$n_{\lambda} = n_0 + \frac{c}{(\lambda - \lambda_0)\alpha}$$

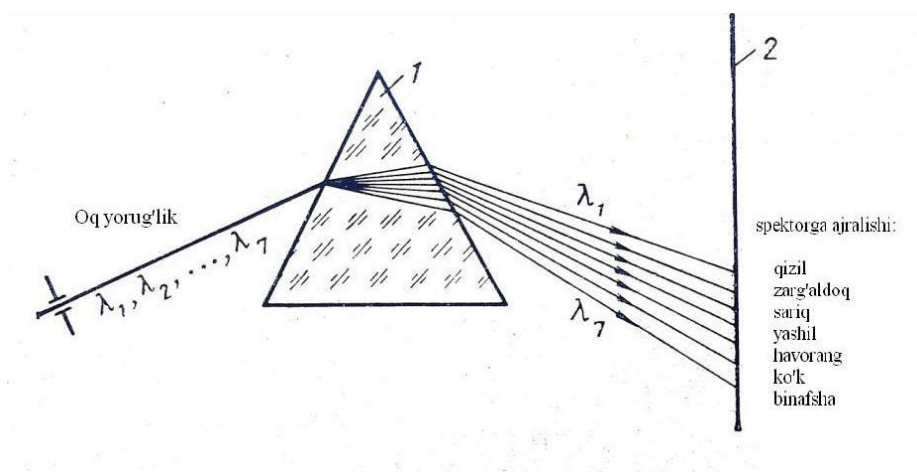
Bu yerda n_0 , c , λ_0 va α - ayni shisha uchun uzgarmaslar bo'lib, α son jixatdan birga yaqin.

Agar modda nurning bir qismini yutsa unda yutilish soxasida yoki uning yaqinida anomal dispersiya kuzatiladi, ya'ni sindirish ko'rsatkichi to'liqin uzunligi kamayishi bilan kamayadi.

Xar hil to'liqin uzunlikdagi nurlarning xar hil sinishi, ya'ni murakkab nomonoxromatik nurlanish spektri taqsimlanishga asoslangan, masalan, oq yorug'likning spektri.

Spektr olish uchun dispersion (singdiruvchi) yoki difraksion panjaradan foydalaniladi.

Shishadan yoki kvarsdan yasalgan prizmada tabiiy yorug'likni spektral joylashishi 27-rasmda ko'rsatilgan.



27-rasm. Oq yorug'likni prizmada spektral joylashihi.

Dispersiya o'lchovi sifatida λ_1 va λ_2 ning turli qiymatlari uchun $n_{\lambda_1} - n_{\lambda_2}$ sindirish ko'rsatkichi farqi olinadi. Odatda spektrning ko'rinma soxasidagi sindirishi

$\lambda = 589,3$ nm (natriy spektrdagi D sariq chiziq) uchun sindirish ko'rsatgichini xarakterlaydi va n_D bilan belgilanadi. Dispersiya kattaligi ikki to'lqin uzunlik

$\lambda_F = 486,1$ nm (vodorod spektrining F ko'k chizigi) va $\lambda_c = 656,3$ nm (vodorod spektrining qizil chizigi) uchun $n_F - n_c$ sindirish ko'rsatgichi farqi xarakterlanadi.

$n_F - n_c$ farqning o'rtacha dispersiya deb ataladi.

Optik shishalar ortik jixozlar tayyorlash uchun asosiy maxsulot hisoblanadi. Turli xoldagi optik shishalarni xarakterlovchi asosiy parametrlar quyidagilar: n_D - sindirish ko'rsatgichi, $n_F - n_c$ - o'rtacha dispersiya va Abbe dielektrik koeffitsenti:

$$v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_c}$$

Spektrning ko'rinmas soxasi chetki chiziqlari $n_n - n_A$ sindirish ko'rsatgichi farqining (simob spektrining n binafsha chizig'i uchun $\lambda_n = 404,7$ nm va vodorod spektrining C qizil chizig'i uchun $\lambda_c = 656,3$ nm) to'liq dispersiya deb ataladi. $n_{\lambda_1} - n_{\lambda_2}$ farqni, bu yerda λ_1 va λ_2 - har qanday to'lqin uzunliklar qisman dispersiya deyiladi. Xar qisman dispersiyani o'rta dispersiyaga nisbatini nisbiy qisman dispersiya deyiladi. Masalan:

$$\frac{n_F - n_D}{n_F - n_c}, \frac{n_D - n_c}{n_F - n_c} \quad \text{va boshqalar.}$$

4. Spektral analiz

Modda spektridagi spektral chiziqlarning joylashishi va intensivligiga asoslangan moddaning kimyoviy tuzilishini aniqlash metodlari spektral analiz deb ataladi. Spektral analiz asosida yorug'lik dispersiyasi xodisasi yotadi. Xar hil fizik jismlar yulduzlar, qizigan metallar bug'i, elektr razryadi vaqtidagi gazlar va boshqa yorug'lik chiqarishidagi spektrallarini o'rganish uchun mo'ljallangan asboblari spektral asboblari deb ataladi.

Spektral metodlarni fanda va texnikadagi qiymati juda kattadir. Spektral asboblarda yordamida metall qotishmalar, organik moddalar, elektron qavatlar tuzilishi aniqlanadi.

Kosmik fazo va atmosferani yuqori qavatlarida quyosh, yulduzlarni o'rganish ham spektral asboblarda yordamida amalga oshiriladi.

Yerning sun'iy yuldoshlari yordamida qisqa to'lqinli nurlanishlarni o'rganish uchun bo'shliqli ultrabinafsha soxadagi spektrlarni o'rganishga bo'lgan qiziqishlar kuchli o'sdi, buning uchun spektrning ultrabinafsha va bo'shliq soxalarda ishlovchi va axborotlarni Yerga yuboruvchi spektral asboblardan foylanilmoqda.

Spektral analiz metodlari metallurgiyadagi texnologik jarayonlarni nazorat qilishi, aviatsiyada mashinasozlik sanoatida va xalk xujaligini boshqa tarmoqlarida qo'llaniladi. Bu metodlarni qo'llanilishi uning sezgirligi, tezligi, aniqligi katta iqtisodiy effekt berishiga asoslangan.

Texnik spektral analizni quyidagi ko'rinishlari ajratiladi: Emmission va absorbsion.

Emmission analiz – bu moddaning nurlanish spektriga qarab o'rganish metodidir. Emmission analizda o'rganilayotgan moddani elektr yoyi yoki uchqini kiritiladi. Bir necha ming gradus haroratdagi namuna bugi bu modda atomi tomonidan chiqariladigan chiziqli spektr chiqaradi.

Oddiy laboratoriya sharoitida nurlanmaydigan o'rganilayotgan modda yorug'likni o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lsa absorbsion analiz yuzaga keladi moddani yutilish spektri buyicha tarkib va tuzilishi o'rganiladi. Tutash spektrli yorug'lik manbai yorqin dastalar o'rganilayotgan modda orqali o'tkaziladi.

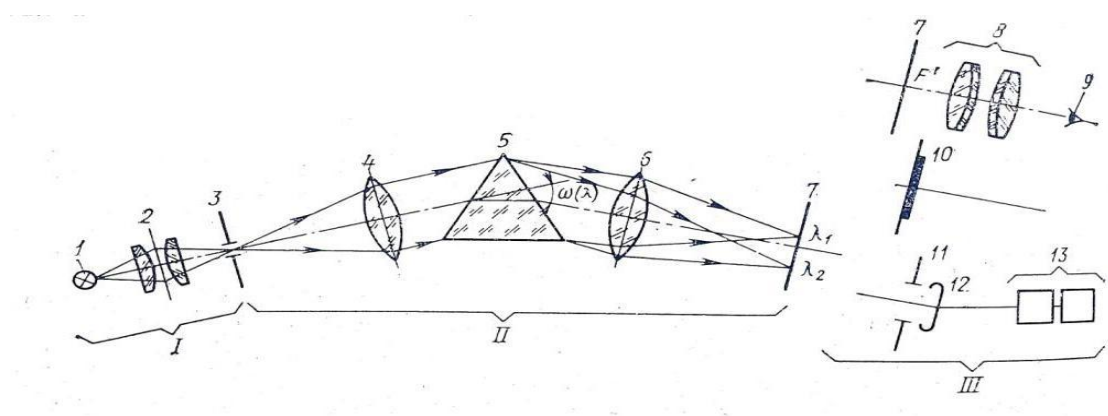
Bunda nurlanish dastasi energiyasining bir qismi o'rganilayotgan modda elektronlari atomlari yoki molekulari tomonidan yutiladi. Natijada bu tutash spektrda

o'zgarishlar yuzaga keladi, qorong'i chiziq va yutish yo'laklari hosil bo'ladi. Yutish chiziqlarining joylashishi bu moddani nurlanish chiziqlari bilan bir xil bo'ladi, chunki, har bir atom nurlanish chastotasidagi nurni yutadi.

Spektral analiz nafaqat o'rganilayotgan modda foizli tarkibini aniqlab qolmasdan atom va molekular tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan narsalarni yechish imkonini beradi. U kimyoviy elementlar alohida izotoplarini foizli miqdorini atom yuzasi atrofida elektron orbitalarini harakatini, elektronlarni bir orbitadan boshqasiga o'tish imkonini beradi.

Qandaydir moddadan tarqalayotgan yorug'likning spektrini o'rganish orqali moddani aniqlash kombinatsion spektral analiz deyiladi. Yorug'likning tarqlalishida yorug'lik to'lqinlari uzunliklari o'zgaradi, bu yorug'likni yutilishida va qaytishida yuzaga keladi, bu holatda har xil to'lqin uzunliklar uchun turlicha bo'lgan yorug'lik intensivligi o'zgaradi. Yorug'lik to'lqinlari uzunligi o'zgarishidan nurlanuvchi modda tartibi va tuzilishini bilish mumkin.

Ba'zi moddalarni ultrabinafsha va binafsha nurlar bilan yoritilganda aynan o'zlariga xos nurlanish chiqaradi(sovuq chaqnash), ya'ni lyuminessensiyalaydi. Bu hodisani o'rganib moddaning tarkibini va tuzilishini aniqlash mumkin. Bunday spektral analiz lyuminessentli deyiladi.



28-rasmda spektral asboblar optik sxemalari ko'rsatilgan.

I.-yorituvchi , II-dispersiyalovchi, III-qayd etuvchi. 1-nurlanish manbai, 2-kondensor, 3-diafragma, 4-kolimator , 5-dispersiyalovchi element, 6- obyektiv, 7-sirt, 8-okulyar, 9-kuzatuvchi, 10-fotoplyonka, 11-tirqishlari, 12-fotoelement, 13-fotoko'paytiruvchi,

5. Spektral sistemlarning asosiy xarakteristikalari

Prizmalı dispersiyalovchi qurilmalı spektral sistemalarning asosiy xarakteristikasi dispersiya, ajratish qobilyati va yorug'lik kuchidir.

Spektral sistemaning muhim xarakteristikasi - bu dispersiya bo'lib, u turli to'lqin uzunlikdagi nurlanishlarni turli burchaklarga og'ishini aniqlab beradi.

Ma'lumki, $n=f(\lambda)$ bo'lgani uchun tushuvchi tabiiy nurning E burchaklari to'g'ri keladi . Tabiiy yorug'likning spektral joylashishi yoki dispersiyasi yuzaga keladi.

Burchakli dispersiya

$$d\varepsilon'_\lambda = \frac{dn}{n} \operatorname{tg} \varepsilon'_\lambda{}^2$$

bu formula sinish burchagi ε'_λ ning sindirish ko'rsatkichi n ga bog'liq ravishda o'zgarishini ifodalaydi. Chizmalarda sinish burchagini o'zgarishi bilan muvofiq ravishda og'ish burchagi ω ham o'zgaradi.

Spektral sistemalar, bundan tashqari dispersiyalovchi element-qurilmaning burchakli dispersiyasi deb $\Delta\omega/\Delta\lambda$ nisbatga aytiladi, bu yerda $\omega-\lambda$ spektral sohali λ_1 va λ_2 to'lqin uzunlikli nurlar orasidagi burchak. Asboblar sistemalarining dispersiyasi va materialining dispersiyalarini ajratishadi. To'lqin uzunligi λ ning o'zgarishi bilan sindirish ko'rsatkichi n ning o'zgarish tezligini harakterlovchi kattalikga materialning dispersiyasi deb ataladi. Material dispersiyasi son jihatdan $\frac{\Delta n}{\Delta \lambda}$ ga teng , bu yerda Δn - yorug'lik to'lqinini $\Delta \lambda$ kattaligiga o'zgarishidagi moddaning sindirish ko'rsatkichining o'zgarishi.

To'liq uzunligining o'zgarishi bilan sistemada og'ish burchagi ω o'zgarish tezligini o'zgarishini harakterlovchi kattalik sistemaning spektral dispersiyasi deb ataladi.

$\Delta l / \Delta \lambda$ ni sistemaning chiziqli dispersiyasi deb ataladi bu yerda Δl – asbobning fokal tekislikdagi λ_1 va λ_2 uzunlikli spektral chiziqlar orasidagi masofa. Sistemaning burchagi va chiziqli dispersiyalari $\Delta \lambda / \Delta l = f \frac{\Delta \omega}{\Delta \lambda}$ munosabatda bog'langan, bu yerda f -obyektivning fokus masofasi.

Ko'pincha chiziqli dispersiyaga teskari bo'lgan $\Delta \lambda / \Delta l$ dan foydalaniladi, u A/mm larda ifodalanadi.

Qancha asbobning dispersiyasi yuqori bo'lsa, spektrlar orasidagi masofa shuncha katta bo'ladi, bu spektrni chuqurroq o'rganishni imkonini beradi.

Chizmaning burchak dispersiyasini D , og'ish burchagi ω , to'liq uzunligi λ va sindirish ko'rsatkichini n lar bilan quyidagicha bog'langan.

$$D = \frac{\partial \omega}{\partial n} \frac{dn}{d\lambda}$$

bu formuladagi $\frac{\partial \omega}{\partial n}$ ko'paytiruvchi prizmadagi nurning yo'li bilan aniqlanadigan kattalik (o'lchamsiz). Modda dispersiyasi deb ataluvchi $\frac{dn}{d\lambda}$ ko'paytuvchi tayyorlangan materialni harakterlaydi. $\frac{\partial \omega}{\partial n}$ kattalik sindirish ko'rsatkichi n , sindirish burchagi θ va tushish burchagi ε_1 larga bog'liq, ammo prizmaning chiziqli o'lchamlariga bog'liq emas;

$$\frac{\partial \omega}{\partial n} = \frac{\sin \theta}{\cos \varepsilon_1 \cos \varepsilon_2}$$

$\frac{\partial \omega}{\partial n}$ xususiy xosila n ga bog'liq bo'lgani uchun, u to'lqin uzunligini o'zgarishi bilan sekin-asta o'zgaradi. Hamma shaffof moddalar uchun sindirish ko'rsatkichi to'lqin uzunligi bilan nochiziqli o'zgaradi, shuning uchun aynan bir prizmadagi spektrning turli sohalari har xildir.

Spektral sistemaning R ajratish qobilyati λ to'lqin ajratilgan spektral $\delta\lambda$ sohaga bo'lgan nisbat bilan harakterlanadi:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$$

Spektral prizmaning R_{pr} ajratish qobilyatini prizmaning o'lchami va modda dispersiyasi orqali ifodalash mumkin:

$$R_{pr} = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = b \frac{du}{d\lambda}$$

bu formuladan berilgan o'lchamda prizmaning ajratish qobilyati uning asosi moddaning dispersiyasi orqali aniqlanadi va u sindirish burchagiga bog'liq emas.

Spektral sistemaning asosiy harakteristikalarini orasidagi bog'lanish.

Optik sistemalar nazaryasidan ma'lumki, optik sistema obyektiv diametrini obyektiv fokus masofasiga bo'lgan nisbati nisbiy tirqish deb ataladi. Optik sistema yorug'lik kuchi umumiy holda nisbiy tirqish kvadratiga proporsional. Ideal spektral sistemalarning asosiy harakteristikalarini ajratish qobilyati, nisbiy tirqish A va chiziqli dispersiyasi o'zaro quyidagicha bog'langan:

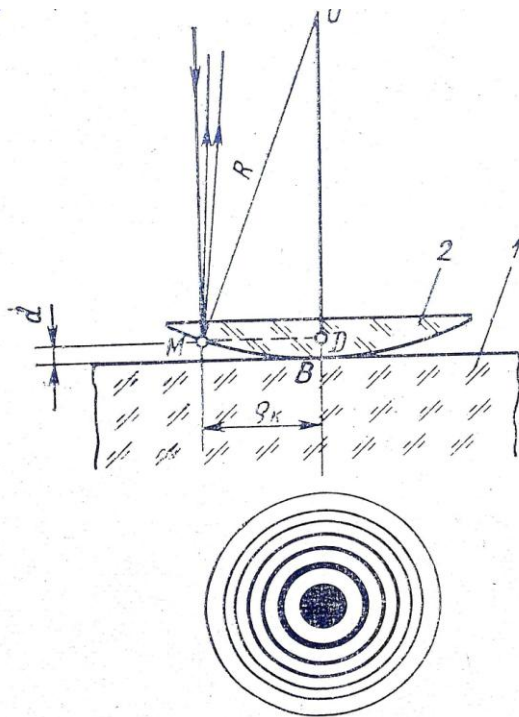
$$\frac{\lambda}{d\lambda} = A \frac{dl}{d\lambda}$$

Spektral chiziq tasvirning sifatini yomonlashishining asosiy sababi yorug'lik difraksiyasi, optik sistema hisobiy yetishmovchiligi va aberrasiyalardir.

Yorug'lik interferensiyasi

Kogerent to'liqlar – chastotalari bir xil va fazlar farqi o'zgarmas - interferensiyalanadi.

1. Nyuton xalqasi



29 – rasm. Nyuton xalqalarini paydo bo'lish sxemasi

Bu 1 yassi plastikani ustiga 2 qavariq linzani qo'yish interferension manzara hosil qiladi. Nyuton linzaning egrilik radiusi bilan xalqalar r radius orasidagi bog'lanishni topdi. Nyuton xalqali deb ataluvchi xalqalar tabiatini tushuntirdi va uni yorug'likning interferensiyalangan nurlarini λ to'liqin uzunligini aniqlash uchun qo'lladi. 1 plastinka bilan 2 linza orasidagi d havo qatlami o'zgarib turadi. M nuqtadagi interferensiyalangan nurlar yo'l farqi havo qatlamiga bog'liq. Xalqalar orasidagi masofa xalqalar soni ortishi bilan kamayadi. ODM uchburchagidan

(29-rasm) interferensiyalangan xalqa r_x radiusini aniqlaymiz.

$$r_x^2 = R^2 - (R - d)^2 = (2R - d)d$$

$R \gg d$ bo'lgani uchun $(R - d)$ ayirmani d ni hisobga olmasak ham bo'ladi.

$r_x^2 = 2Rd$ va $r_x = \sqrt{2Rd}$ M nuqtadagi nur yo'l farqi

$$\Delta = 2d = r_x^2 / R$$

Minimum yoritilganlik (qorong'u xalqalar) $\Delta = 2d + \lambda / 2 = (2k + 1) \lambda / 2$ shart bajarilganda yuzaga keladi, bu yerda $2d = k\lambda$. Demak, $r_{\min} = \sqrt{Rk\lambda}$, to'lqin uzunligi

$$\lambda = 2d / k$$

$\Delta = 2d = r_x^2 / R$ ni hisobga olib, yorug'lik to'lqin uzunligi uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\lambda = r_x^2 / kR$$

bu yerda k – qorong'u xalqa soni .

R ni bilgan holda va k - xalqaning radiusini bilgan holda yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash mumkin. Boshqacha yo'l ham tutish mumkin: xalqa diametri $2r_x$ ni o'lchab, uni tartib raqamini bilgan holda va berilgan to'lqin uzunlikda tekshirilayotgan linza egrilik R radiusini aniqlash mumkin.

Interferensiyaning qo'llanilishi

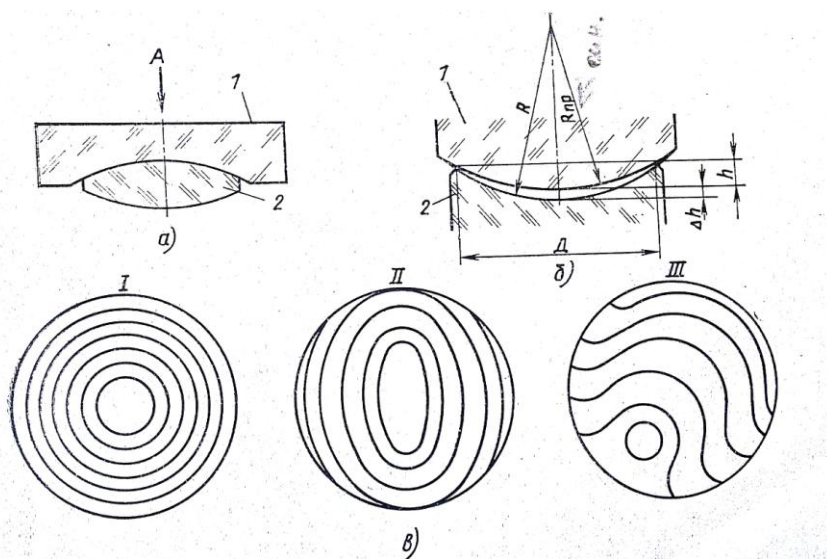
Sinov shishasi.

Interferensiya hodisasi turli texnik vazifalarni yechishda keng qo'llaniladi. Yassi, sferik va boshqa optik sirtlar, interferensiyon yorug'lik filtrlari, spektral analiz asboblari tayyorlashda va h.k.

Optik jihozlar uchun yassi va sferik sirtlar tayyorlashda va egrilik radiusini nazorat qilishda sinov shishalari qo'llaniladi. Sinov shishalari bilan nazorat qilish tamoyili sinov shishasi bilan tekshirilayotgan optik jihoz orasidagi havo qatlamida yuzaga kelgan interferensiya hodisasiga asoslangan.

Sinov shishasining bir tomoni (sferik sirtni nazorat qilish uchun) yassi qilib yasaladi; ikkinchi tomoni tekshirilayotgan sirt egrilik radiusiga qarama – qarshi ishorali egrilik radiusiga ega bo’ladi. Sinov shishasi nazorat qilish sirtlar markaziga normal bo’yicha yo’nalgan diffuziyali qaytgan yorug’lik bilan yoritishdan amalga oshiriladi.

1-sinov shishasini 2-linza ustiga qo’yilganda (10, a, b, v - rasm) havo qatlamida Nyuton halqasi yuzaga keladi. Xalqalarning N sonidan sferik sirt tayyorlanishi aniqlanib, halqalar shaklidan astigmatik va sohaviy xatoliklar mushohida qilinadi.



30-rasm. Sinov shishalar bilan optik jihozlar egrilik radiusi va optik sirlari tayyorlanishini nazorat qilish: a – sinov shishasini linza ustiga qo’yish; b – sinov shishasini tekshirilayotgan sirtga tomonlari bilan tegishi; v – interferension manzara turlari

Optik sirt R radiusining sinov shishasining R_{sin} egrilik radiusidan og’ishi Nyuton xalqalari N soni bilan xarakterlanadi, chunki 1-sinov shishasi va 2-tekshirilayotgan linza sirti egilish farqi $\Delta h = \frac{N\lambda}{2}$. Tekshirilayotgan sirt va sinov shishasi radiuslari orasidagi farq.

$$\Delta R = 4RN \frac{R_{\sin}^2}{D^2}$$

Bu yerda D – kuzatilayotgan interferensiyon manzara diametri (yoki, tegish sirti diametri).

Oq yorug'likdan foydalanilganda $\lambda = 580\text{nm}$ bo'ladi. Odatda sinov shishasi bilan nazorat qilinganda monoxromatik nurlanish manbalari, masalan, simob lampasidan foydalanish tavsiya etiladi, unda $\lambda = 580\text{nm}$.

Har bir xalqa (yo'lak) havo oralig'ini $\lambda / 2$ ga ortishiga mos keladi.

ΔR radiusning og'ishi na faqat N , λ , \mathcal{G} kattaliklariga bog'liq bo'ladi, ularning qirg'oq va markaziga tegishiga ham bog'liq bo'ladi. Birinchi holda N halqada “chuqur” kuzatiladi. Ikkinchisida N halqalar “do'nglik” kuzatiladi.

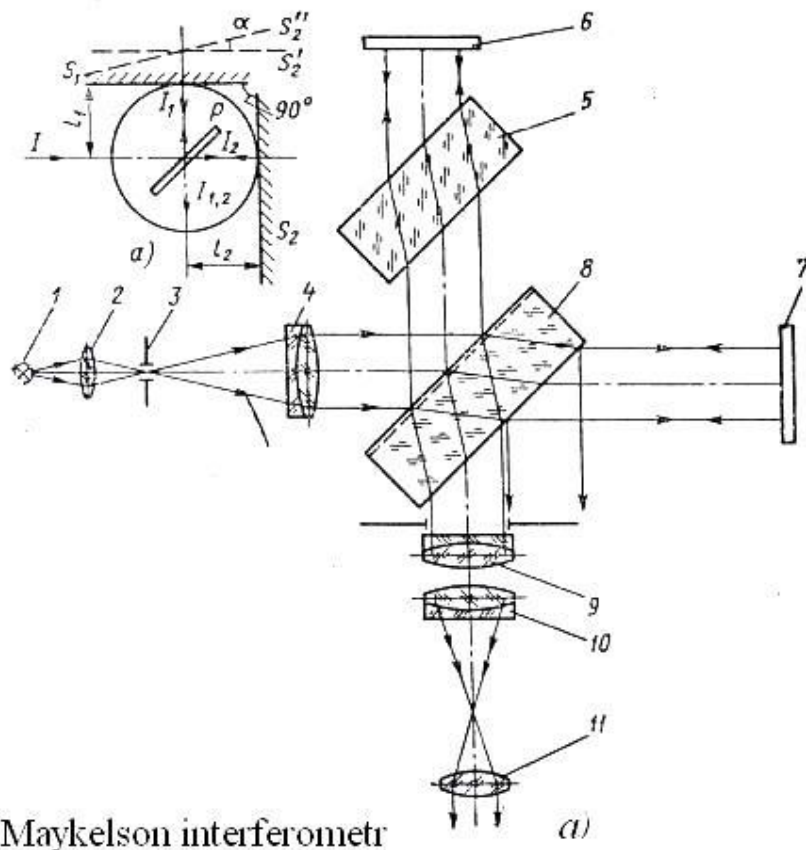
Sinov shishalari o'lchov sirtlari yuqori aniqlikda tayyorlanadi. Tekshirishlarning interferensiyon usuli eng sezgirililardandir. Interferensiyon manzara ko'rinishlari 20,v-rasmda tasvirlangan, bu yerda I-sferik sirt to'g'ri tayyorlanganda; II-elliptik xalqalar mavjudligida (ya'ni “silindr”, “ellips” kabi astigmatik xatoliklar mavjudligida), bunda ular interferensiyon xalqalar farqini o'zaro tik yo'nalishlar bo'yicha aniqlanadi (rasmda $N=5$, Elliptiklik $\Delta N = 1$); III-2 detalning tekshirilayotgan radiusi sinov shishasining radiusidan kichik; bunday xatolik “do'nglik” deb ataladi.

Ikki nurli interferometrlar.

Ish jarayoni yorug'likning interferensiyasi hodisasiga asoslangan optik o'lchov asboblari interferometrlar deb ataladi.

Turli optik maqsadlarda har xil ikki nurli interferometr sistemalaridan foydalaniladi. Ulardan keng qo'llaniladigani, Maykison sistemali interferometrni ko'rib chiqamiz.

Hozirgi vaqtdagi ishlatilayotgan intereferometrning tuzilishi va optik sxemasi 12-rasmda ko'rsatilgan.



30-rasm. Maykelson intereferometri sxemasi: a – prinsial; b – optik.

Yarim shaffof R yorug'lik taqsimlovchi plastinka o'ziga tushayotgan nurni ikki J_1 va J_2 90° burchak ostida nurlarga ajratadi. Shunday qilib intereferometrning ikki shoxchasi hosil bo'ladi. S_1 va S_2 ko'zgular bir-biriga aniq tik o'rnatilgan. S_2 ko'zguni oldingi holati bo'yicha parallel siljitish mumkin. J_1 va J_2 nurlar intereferometr shoxchalaridan ikki marta o'tib, S_1 va S_2 ko'zgulardan qaytib R plastinka sirtida yana

birlashadi va interferensiyalanadi. Interferensiyalangan nurlar yo'llari farqi $\Delta = 2(\ell_1 - \ell_2)$ bo'lib ularning maksimum sharti odatdagi ko'rinishga ega bo'ladi.

Interferometrda S_1 va S_2 ko'zgularga aniq tik bo'lgan konsentrik halqalar sistemasi ko'rinishidagi tekis og'gan interferensiya kuzatiladi. Bu holda S_2 ko'zguni siljitishda uning plastinkadan tasviri (S_2' – sirt) S_1 ko'zguna parallelligi saqlanadi. S_2' sirtini referent deb ataladi. Yuzaga kelgan bir xil og'ishli yo'lakchalar go'yoki $S_1 - S_2$ paralell plastinkalar havo qatlamidagi interferensiyaga mos tushadi. Agar havo qatlami pona ko'rinishida (S_2 ko'zgu 2 burchakga og'gan), unda bir xil qalinlikdagi yo'lakchalar paydo bo'ladi.

30, b – rasmda interferometrning optik sxemasi tasvirlangan 2-kondensator 1-monoxromatik yoki oq yorug'lik nurlanish manbai 3-diofrogramdan o'tadi. 4-kollimator ob'ektividan chiqishidagi paralell dastalar (yassi frontli to'lqinlar) 8-taqsimlovchi plastinkaga tushadi. Interferometr shoxchalaridagi yo'llar optik uzunliklarini tengsizligi interferensiyalar manzarali chayqalishiga olib keladi. Interferometr optik sxemasidagi bu kamchilikni yo'qotish uchun kompensator qo'yiladi (5-plastinka). Bu shoxchalardagi to'lqin uzunliklarni muvozanatlashishiga olib keladi. Chunki 8 va 5 plastinkalardagi dispersiya bir xildir.

Monoxromatik nurlanish manbali interferometrlarga 5-kompensatsiyalovchi plastinka qo'yilmaydi. Nurlarning paralell dastasining bir qismi yarim shaffof 8-plastinkadan qaytadi va qisman undan o'tadi. Birinchi dasta 5-kompensatsiyalovchi plastinka orqali o'tadi va 6-ko'zgudan qaytib yana 5-plastinkadan 8-taqsimlovchi plastinkadan o'tib ko'rish trubasiga yo'naladi. 6 va 7 ko'zgular tashqi ko'zgu qatlamiga ega. Ikkinchi dasta, 7-ko'zgudan, so'ngra 8-plastinkaning yarim shaffof sirtidan qaytib birinchi dasta yo'nalishi bo'yicha ketadi va u bilan interferensiyalanadi. Interferensiyalar manzarali 10-ob'ektiv fokal tekisligida 11-okulyar orqali proeksiyalanadi yoki sur'atga olinadi. S_2 va S_1 plastinka havo qatlamida tekis

og'ish interferensiyasini kuzatishda (30,a-rasm) xalqalar cheksizlikgacha bir xil taqsimlangan bo'ladi.

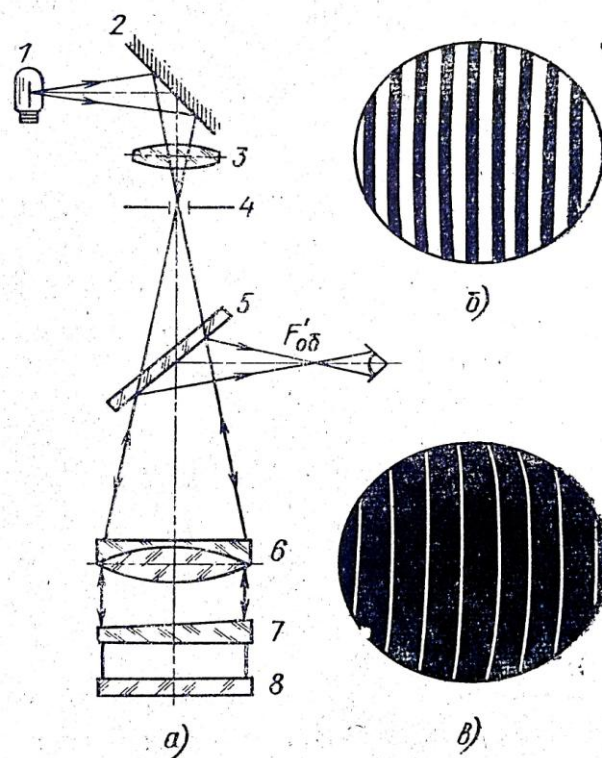
Interferension xalqalarni 10-ob'ektivli va 11-okulyarli ko'rish trubasi orqali kuzatiladi.

Ponasimon havo plastinkasi yuzaga kelgan bir xil kenglikdagi yo'lakchalar 6-ko'zgu tekisligida paydo bo'ladi. Ularni kuzatish uchun fokal tekisligi 6-ko'zgu tekisligidagi 9-ob'ektivdan foydalaniladi. 9-ob'ektiv, 10-so'rish trubasi ob'ektivi bilan birgalikda 6-ko'zgu sirtiga 11-okulyar tekisligi proeksiyalanadi. Yo'lakchalar kengligi va yo'nalishi ko'zgularni og'dirib boshqariladi.

Maykelson interferometri optik sxemasi ko'plab yuqori aniq o'lchashlarga mo'ljallangan interferometrlari asosida tuzilgan. Maykelson sistemasi interferometri yordamida ko'zgu tayyorlashni $\lambda/20$ aniqlikda nazorat qilish, harorat o'zgarishida qismlar uzunligini o'lchash, yorug'lik to'lqinlari uzunligini o'lchash mumkin. Agar nurlanish manbai sifatida $\lambda=632,8$ nmli neon-geliy lazeridan foydalanilsa interferensiyalangan dastalar yo'llar farqi katta bo'lgandagi interferension manzarani kuzatish mumkin.

Ko'p nurli interferometrlar.

Ko'pincha ko'p nurli intorforometrlar teng kengli yo'lakchalar hosil qiluvchi, keng qo'llaniladigan interferometrlar asosida tuziladi. Interferometrning optik sxemasi (31,a-rasm) va ularning xossalari ko'rib chiqamiz.



31-rasm. Ko'p nurlu interferometr: a-sxema; b, v – ikki nurlu va ko'p nurlu interferensiyalardagi manzaralar.

Monoxromatik yorug'lik 1-manbai (odatda, spektral simob lampasi) 2-ko'zgu va 3-kondensor yordamida 6-ob'ektivning fokal tekisligida joylashgan 4-diafragmani yoritadi. Diafragmadan va 5-shafof plastinkadan o'tgan nurlar 6-ob'ektiv tomon yo'naladi, undan parallel dastalar bo'lib chiqadi.

Gorizontal tekislikdagi ob'ektiv pastida 7-pona va 8-tekshiruvchi qism joylashgan. Ponaning pasti etalon hisoblanadi. Undan va tekshiriluvchi sirdan nurlar qarama-qarshi yo'nalishda qaytib bir-birini ustiga tushadi va interferensiyalanadi. Agar ikkala sirt (etalon va tekshiriluvchi) yoki ulardan biri qaytaruvchi qatlamga ega bo'lmasa yuzaga kelgan interferensiyon manzarada dastalar qatnashmaydi.

Olingan manzara ikki nurlu bo'ladi; u yo'lakchalardagi intensivlikning sinusoidan taqsimlanishini xarakterlaydi (31,b-rasm).

Interferension manzara 6-ob'ektiv F'_{ob} fokusi yaqinida yoki tellskopik lupa yordamida joylashganda oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin.

Aynan shu asbobda ko'p nurli interferensiya olish uchun etalon sirt yorug'lik bo'luvchilar qatlami bilan tekshiriluvchi sirt-ko'zguli qatlam bilan qoplanadi. Ko'zguli qatlam bo'shliqli sachratish yoki eritmadagi kumush bilan qoplashdan hosil qilinadi. Ikkala holda ham yuqori qaytaruvchi koeffitsientga ega bo'lgan tekis qalinlikli qaytaruvchi qatlam olinadi.

Havo ponasini monoxromatik yorug'lik bilan yoritishda sirtlar orasida kogerent dastalar ko'p martalik qaytishi bo'ladi. Bu dastalar interferensiyasi natijasida ko'p nurli interferension manzara yuzaga keladi. Yo'llarining aniqligi va kontraktligi jihatidan ikki nuri interferensiyadan yaxshi bo'lgan manzara hosil bo'ladi. Ko'p nurli manzarada qaytgan yorug'ligida yorug' maydonda ingichka qora chiziqlar, o'tayotgan yorug'likda qoraygan maydonda yorug' chiziqlar hosil bo'ladi. (25, b, v-rasm). Chiziqlarning kontraktligi va kengligi tekshiruvchi va etalon sirtlarning qaytarish koeffitsientiga bog'liq. Ikki nurli interferometr kabi tekshiriluvchi sirtning sifati yo'lakchalarning egrilanishidan baholanadi. Interferension yo'lakchalarning to'g'ri chiziqli shakldan og'ishi interferometr mikrometri yoki mikroskop yordamida o'lchanadi.

Takrorlash savollari

- 1.Chiziqli optikaning to'planish tamoyilining ma'nosi nimadan iborat?
- 2.Yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi yuzaga kelishi sharoitlari qanday?
- 3.Tekis og'ish interferensiyasini asosiy jihatlari nimalardan iborat?
- 4.Frenel diprizmasi yordamida ikki nurli interferensiyasi qanday hosil qilinadi?

5. Ikki nurli va ko'p nurli interferensiyada yuzaga keladigan interferension manzaralarning farqi nima?

6. Linzaning egrilik radiusini nazorat qilishda qo'llaniladigan sinov shishalarining ishlatilishi qanday interferension xodisaga asoslangan?

Masala yechish na'munasi:

Agar linza normal bo'yicha $\lambda = 576 \text{ nm}$ to'lqin uzunlikni yorug'lik bilan yoritilgan va to'rtinchi qorong'i halqasining radiusi $r_4 = 2.4 \text{ mm}$ bo'lgan Nyuton xalqalarini hosil qilsa qabariq tomoni bilan yassi parallel shisha plastinkaga joylashtirilgan yassi qabariq linzaning sferik sirtining R radiusini aniqlang.

Yechilishi: Berilgan $\varepsilon = 0; \lambda = 576 \text{ nm}; k = 4; \rho = 2.4 \text{ mm}$ hosil bo'lgan qorong'u Nyuton halqalari (minimumlari) kogerent nurlarini linza bilan plastinka orasidagi havo qatlamidagi interferensiyasidan yuzaga keladi, bunda yo'llar farqi

$$\Delta = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

bu yerda $k=0,1,2,\dots$

Bu yo'llar farqini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\Delta = 2dn \cos \varepsilon^1 + \frac{\lambda}{2}$$

Masala shartidan $n = 1; \varepsilon = 0; \varepsilon^1 = 0$ bo'lgani uchun $\cos \varepsilon^1 = \cos 0^0 = 1$, unda optik yo'l farqi:

$$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2}$$

bu yerda d - to'rtinchi qorong'u Nyuton halqasi bilan plastinka yuqori sirti orasidagi xavo qatlami qalinligi.

Δ uchun ifodalarni o'ng tomonlarini tenglab $2d + \frac{\lambda}{2} = 2k\lambda/2 + \frac{\lambda}{2}$ hosil qilamiz
yoki $2d = k\lambda$

Pifogor teoremasidan foydalanib va d ni R dan ko'p marta kichik deb olib (17-rasm) quyidagini xosil qilamiz:

$$R^2 = \rho_k^2 + (R-d)^2; R^2 = \rho_k^2 + R^2 - 2Rd + d^2 = \rho_k^2 + R^2 - 2Rd$$

bundan $d = \rho_k^2 / 2R$

$2d = k\lambda$ ligidan $2\rho_k^2 / 2R = k\lambda$, bundan

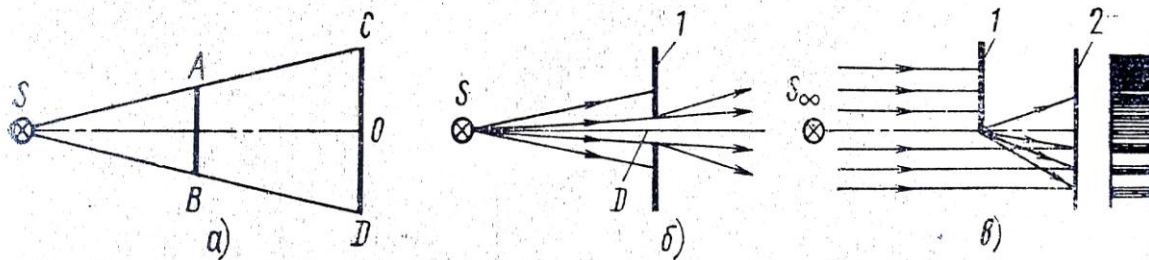
$$R = \frac{\rho_k^2}{k\lambda} = \frac{2 \cdot 4^2}{4 \cdot 576 \cdot 10^{-6}} = 2500 \text{ mm} = 2.5 \text{ m}$$

YORUG'LIK DIFRAKTSIYASI.

Yorug'lik nurining tor tirqishdan o'tishida, shaffof bo'lmagan to'siqdan egilishida yorug'lik to'lqinlari nafaqat to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi, u to'siqni aylanib o'tadi.

Nur yo'llarining yorug'likning to'g'ri chizikli tarqalishidan og'ishi difraktsiya deyiladi.

Agar monoxromatik yorug'lik S nuqtaviy manbali yo'lga juda kichik shaffof bo'lmagan AB disk joylashtirilsa (14- a-rasm), unda yorug'likni to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuniga asosan, 1-ekranda CD geometrik soya hosil bo'lishi kerak. Ammo, AB diskdan ekrangacha bo'gan masofa katta bo'lsa, unda markaziy yorug' doiralari atrofida navbatma-navbat qorong'u va yorug' halqalar yuzaga keladi (O nuqta).



32-rasm. Nurlar difraktsiyasi. a-shaffof bo'lmagan buyumdan og'ishda; b-tor tirqishdan o'tishda; v-ekran chetlaridan og'ishida.

Yorug'lik diraktsiyasi to'lqin fronti qisman ekranlashganda yuzaga keladi va difraktsiyalangan nurlar intorforensiyalanadi. Bu holatlarda shunday xulosa chiqadiki, yorug'likning interferensiyasi va difraktsiyasi yorug'likning to'lqin tabiatidir.

Agar yorug'lik nuri yo'lga kichik D tirqishli difraktsion panjara qo'ysak (32-b-rasm) unda nurlar chiqishda to'siq chetlarida og'adi, ya'ni difraktsiyalanadi. D tirqish qancha tor bo'lsa yorug'lik dastalari 1 ekran orasida shuncha keng tarqaladi.

Agar parallel nurlar yo'lga teshikli 1 difraktsion ekran joylashtirilsa (32,b-rasm) unda difraktsiya hodisasi ekran chetlarida bo'ladi. Difraktsiyalangan nurlar interferensiyalanadi va 3-ekranda monoxromatik yorug'lik manbaida qora va oq yorug'lik yo'lakchalari hosil bo'ladi.

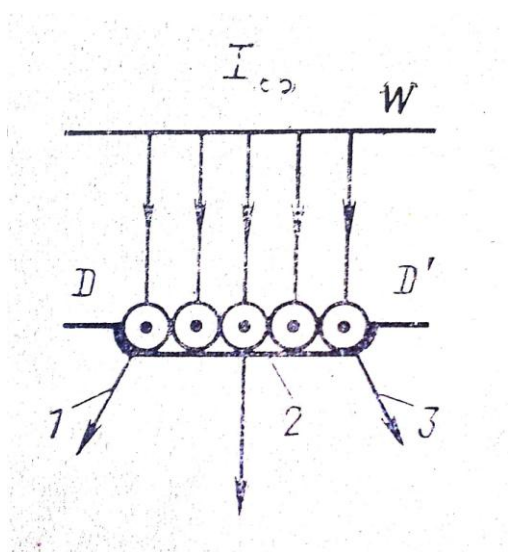
Difraktsiya hodisasi optik asboblarda ishida muxim o'rin tutadi. Tasvirning difraktsion tabiati optik sistemaning asosiy xarakteristikasi – ajratish qobiliyatini aniqlaydi.

Gyugens-Frenel tamoyili.

Yorug'lik difraktsiyasining elementar nazariyasi to'lqin optikasining Gyugens-Frenel tamoyiliga asoslangan. Bu tamoyilga asosan, to'lqin frontining har bir

nuqtasini tebranishlarining mustaqil manbai deb va to'liqin fronti t vaqt ichida yetib nuqtadan nurlanayotgan egilayotgan elementar sferik to'liqinlarni natijalovchi to'liqin sifatida qarash mumkin.

Gyuygens bu sferik to'liqinlar orasidagi interferensiya hodisasini xisobga olmagan. Ammo Gyuygens tamoyilining muximligi shundaki, to'siqqa uchragan yorug'lik to'liqini to'g'ri chiziqdan og'ishidir (33-rasm). Faraz qilamiz, cheksizlikda joylashgan manbadan ω yassi to'liqin fronti, DD^1 yumoloq diafragma tushyapti (33-rasm). Egiluvchi 2 elementar to'liqin sfera qismlari tugallanadigan tekislikni tashkil etadi.



33-расм. Гюйгенс-Френел тамойили схемаси.

15-rasmdan ko'rinib turibdiki, 1,3 nurlar geometrik sohasiga tushadi, ya'ni difraktsiya hodisasi kuzatiladi.

Gyuygens difraksiyalangan nurlarni interferensiyalanishi masalasi yechimiga yaqin keldi. Fresnel difraktsiya hodisasini tushuntirib berdi, u Gyuygens g'oyalarini to'ldirgan holda, ikkilamchi elementar to'liqinlar o'zaro interferensiyalanishini aytdi va ularni amplituda va fazasi tushunchalarini kiritdi. Gyuygens tuzilmasini

interferensiya hodisasini hisobga olib yaratilishi Gyuygens-Frenel tamoyili deb ataladi.

Gyuygens-Frenel tamoyiliga asosan, og'ib o'tuvchi yoki teng ta'sir etuvchi to'lqin tuzishni ikkilamchi to'lqinlar interferensiyasini hisoblash bilan almashtirish mumkin. Difraksiya hodisasini bunday ko'rib chiqish, to'lqin fronti tarqalish qonuni ochib berishni va difraksion manzaradagi intinsivlikning taqsimlanishini ochib berish imkonini beradi. Gyuygens-Frenel tamoyiliga asosan, maksimum yorug'lik to'lqin tarqalayotgan nuqtalardan chiqayotgan elementar to'lqinlar uchrashib, bir-birini kuchaytirgan joyda yuzaga keladi. Qarshi-qarshi fazadagi elementar to'lqinlar qo'shilishda bir-birini susaytiradi – qorong'ulik kuzatiladi.

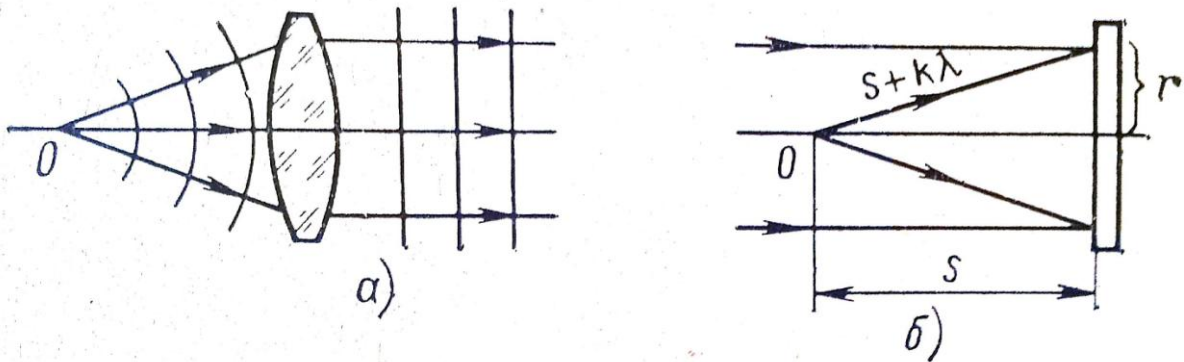
Difraksiyalangan nurlar interferensiyalanish natijasida xarakterli difraksion manzara yuzaga keladi: rangli bo'laklar yoki xalqalar ko'rinishidagi to'siqlarning (diafragma yoki ekran) difraksion manzarasi yuzaga keladi, manba yoki diafragma shakli va o'lchamiga bog'liq bo'lgan nurlanish manbaining difraksion manzarasi kuzatiladi.

Frenel va Fraungofer difraksiya hodisasi.

To'lqin nazariyasi nutai nazaridan yorug'lik to'lqini tarqalish xarakteri uning to'lqin fronti shaklidan aniqlanadi. Linza, prizma va boshqa optik jihozlardan tashkil topgan optik sistemadan to'lqinlarning o'tishi to'lqin frontini o'zgartirishiga (deformatsiyalanishiga) olib keladi. O'zining xarakteriga qarab difraksiya hodisasi ikki katta guruhga ajraladi. Birinchi guruhga difraksion manzara difraksion ekrandan oxirgi masofada joylashgandagi uchrashuvchi nurlar dastasidan hosil bo'lgan difraksiya kiradi. Bu guruh difraksiyasini birinchi marta Frenel tomonidan o'rganilgan bo'lib, Frenel difraksiyasi deyiladi.

Ikkinchi guruhga difraksion ekrandan cheksizlikda kuzatiladigan difraksiya hodisasi kiradi. Difraksiyalangan dastalar o'zaro paralleldir. Agar bu dastalarni linzali

ob'ektivga yo'naltirilsa, unda ob'ektivning fokal tekisligida yorug'lik manbaining difraksiyon tasviri kuzatiladi.

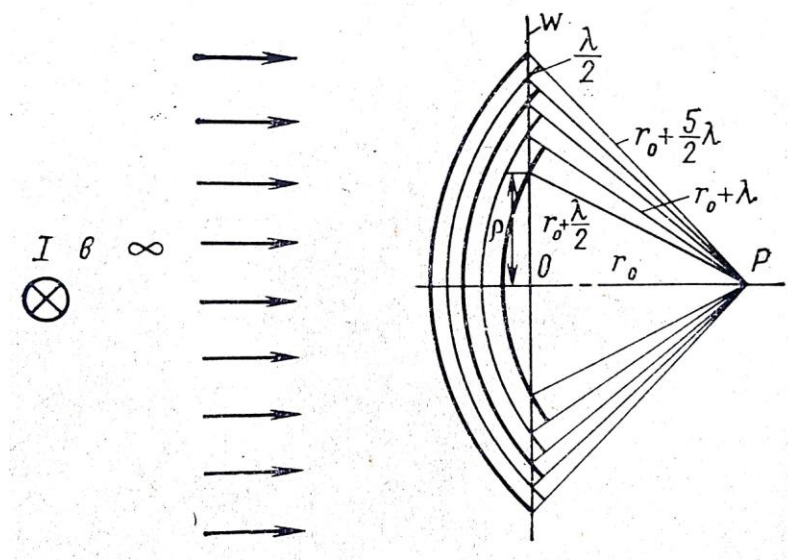


34-расм. Фраунгофер дифракцияси: а) parallel nurlar difraksiyasi; б) yumaloq va elliptik tirqishlardagi difraksiya manzara

Bunday turdagi difraksiyani birinchi marta Fraungofer tomonidan o'rganilgan va shuning uchun Fraungofer difraksiyasi deyiladi (33-rasm).

Frenel zonalari.

To'lqin frontining ixtiyoriy R nuqtadagi holatini ko'rib chiqamiz (34-rasm). Cheksizlikdan joylashgan J nuqtaviy yorug'lik manbaidan tarqalayotgan ω yassi to'lqin fronti biror t vaqt ichida kuzatish P nuqtasidan r_0 masofada turibdi. Gyuygens-Frenel tamoyiliga asosan, to'lqin frontining hamma nuqtalarida elementar sferik tebranish yuzaga keladi (ikkilamchi to'lqin).



35-rasm. Frenel zonalarini yuzaga kelish sxemasi

Ular barcha yo'nalishlar bo'yicha tarqaladi va qanchadir vaqt ichida P nuqtaga yetib boradi. Ixtiyoriy P nuqtada yorug'lni aniqlash uchun yorug'lik to'lqinini natijalovchi amplitudasini aniqlash zarur. To'lqin frontining hamma nuqtalarida tebranishlar bir xil fazada sodir bo'ladi, ammo to'lqin frontining alohida nuqtalarida P nuqtadan har xil masofada bo'ladi.

Natijaviy amplitudani oddiy aniqlash uchun Frenel to'lqin sirtini Frenel zonalarini deb ataluvchi xalqali zonalarga ajratishni taklif qildi. To'lqin frontini Frenel zonalariga ajratilganda, har bir qo'shni zonada P nuqtaga kelayotgan nurlar yo'llar farqi yarim to'lqin uzunligiga teng bo'ladi.

P nuqtadan to'lqin frontigacha bo'lgan eng kichik masofani r_0 bilan belgilaymiz va P nuqtadan r_0 radiusni har safar $\lambda/2$ ga oshirib bir qator sferalar tuzamiz. Bu sferalar to'lqin fronti bilan kesishib, konsentrik aylana hosil qiladi va to'lqin frontida xalqali zonalar frenel zonalarini hosil bo'ladi. To'lqin frontidagi birinchi aylananing radiusini R bilan belgilaymiz.

Hamma sirtidagi elementar tebranishlarni qo'shishni integralli hisoblar yordamida amalga oshirish mumkin. Bunda hamma zonalar yuzalari aniqlanadi va zonalardan kuzatish P nuqtasigacha nurlar yo'li farqi $\lambda/2$ teng bo'lgani uchun qo'shni zonalarning P nuqtadagi tebranishlarini hisobga olinadi. Shuning uchun to'lqinlar uchrashganda bir-birini susaytirishi kerak. Shuni ta'kidlash kerakki, O markazdan uzoqda joylashgan zonalar P nuqtaga qarama-qarshi fazadagi to'lqinlar yuboradi va ularni ta'siri sezilmaydi. Shunday qilib, P nuqtadagi effektlarni aniqlash uchun markaziy zonalar ta'siri hisobga olinadi. Ma'lum bo'ldiki, P nuqtadagi natijalovchi amplitudasi Frenel markaziy zonasi yarmi ta'sir qilganda hosil bo'ladi. Demak, ω to'lqin tekisligida P nuqtada yuzaga kelgan tebranish markaziy zonalarni faqat yarim ta'sir qilgan amplitudaga ega bo'ladi. Shuning uchun aytishadi, kesim yuzasi Frenel markaziy zonalarini teng bo'lgan ingichka yo'lakda tarqaladi.

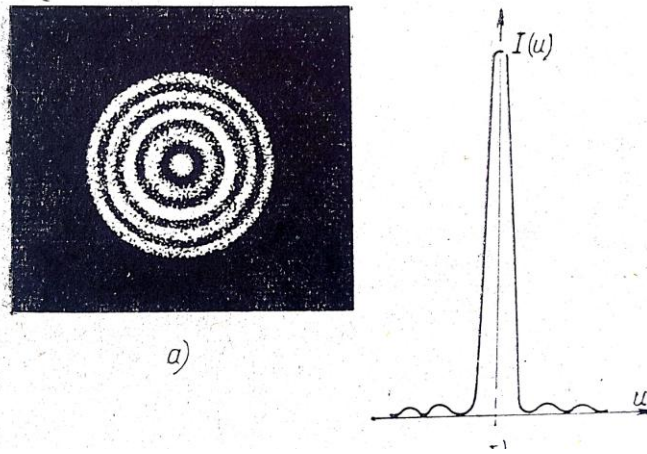
Bundan yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi va qator difraksion hodisalarni tushuntiriladi. To'liq ochiq frontda P nuqtadagi yig'indi tebranish amplitudasi bu nuqtada faqat birinchi zona yuzaga keltirgan tebranishlarning yarim amplitudasiga teng. Nurlanish intensivligi tebranish amplitudasi kvadratiga proporsional, demak, P nuqtadagi yig'indi intensivlik son jihatidan Frenel birinchi zonasi yuzaga keltirgan intensivlikni to'rt dan biriga teng.

Bundan shunday xulosa chiqadiki, interferensiya natijasida birinchidan tashqari hamma zonalar olib tashlanadi. Frenel zonasini bir qismini berkituvchi ekran kiritgan holni ko'rib chiqamiz. Agar birinchidan tashqari qolgan zonalarni berkitsak intentsivlik to'liq ochiq frontdagi intentsivlikdan 4 marta ortadi. Agar ikkita zonani berkitsak, P nuqtadagi yorug'likning intensivligi juda kam bo'ladi.

Zonalarni ketma-ket berkitishda P nuqtadagi yorug'likning intensivligi davriy ravishda o'zgarishini kuzatish mumkin.

Difraksion tasvirda yoritilganlikning taqsimlanishi. Eyler aylanasi.

Nuqta difraksion tasviridagi yorug'lik energiyasi notekis taqsimlanadi. Difraksion xalqalardagi yoritilganlikning taqsimlanishini birinchi marta ingliz olimi Eyler (1811-1892) tomonidan tadqiqot qilindi va difraksion manzara markaziy aylanasi Eyler aylanasi deb nomlandi. Tasvirning yorug'lik energiyasini katta qismi Eyler aylanasi to'plangan (84 % atrofida) va ikki-uchinchi xalqalarda (36,a-rasm).



36-rasm. Yumaloq tirqishdagi yassi to'liq difraktsiyasi: a – difraktsion manzara; b – difraksion manzaradagi intensivlikning taqsimlanish funksiyasini grafigi.

Yoritilganlikning maksimum va minumularini ketma-ketligiga mos keluvchi difraksion halqalar radiuslari

$$\rho_k = \frac{Z_k \lambda}{2\pi n_k^1 \sin U_k^1} = \frac{Z_k \lambda}{2\pi n_k^1 U_k^1} = \frac{Z_k \lambda}{\pi n^1 k} \cdot \frac{f^1}{D} \quad (1)$$

Bu yerda Z_k - ρ_k ni optik birliklarda ifodalovchi sonli qiymat; k – xalqa raqami (yorug' yoki qorong'u); D ob'ektiv tirqishi diametri; f^1 – ob'ektiv tirqish diametri f^1 - ob'ektivning fokus masofasi; U_k^1 – tasvir fazosida nur chiqish burchagi.

Z_k koeffitsientini o'rganish natijasida olingan qiymatlari quyidagicha.

Minimum (qorong'i xalqa)	Maksimum (yorug' xalqa)
1- $Z_1 = 3,83$	1- $Z_1 = 5,14$
2- $Z_2 = 7,02$	2- $Z_2 = 8,42$
3- $Z_3 = 10,17$	3- $Z_3 = 11,62$
4- $Z_4 = 13,32$	4- $Z_4 = 14,80$
5- $Z_5 = 16,47$	5- $Z_5 = 17,86$
6- $Z_6 = 19,62$	

Z_1 koeffitsientni keltirilgan qiymati birinchi qorong'u halqa uchun 3,83. Bu qiymatni (1) formulaga qo'yib, ob'ektivning fokal tekisligida kuzatiladigan difraksion manzara birinchi qorong'u xalqasining radiusi,

$$\rho_1 = \frac{3,83\lambda}{2\pi \sin U^1} = 0,61 \frac{\lambda}{\sin U^1} \quad (2)$$

yoki

$$\rho_1 = \frac{3,83\lambda}{\pi} \cdot \frac{f^1}{D} = 1,22 \lambda \frac{f^1}{D} \quad (3)$$

Tirqish markazidagi D tirqishdan ko'riladigan birinchi qorong'u xalqa radiusining ψ burchak sekundlardagi kattaligi

$$\sin \psi = \frac{\rho_1}{f^1} \quad (4)$$

(4) ifodadan ρ ning qiymatini (3) ga qo'ysak, kichik burchaklar uchun

$$\psi = \frac{1,22 f^1 \lambda}{f^1 D} = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (5).$$

Spektrning o'rta sohasi (sariq-yashil) to'liqin uzunligi $\lambda = 0,000555$ mm ni (5) qo'yib va 0,000005 (burchak sekundlarini radianlardagi qiymati) ga bo'lib ψ sekundlarda topamiz:

$$\psi = \frac{138}{D} = \frac{140^{11}}{D} \quad (6).$$

bu yerda tirqish (linza, ob'ektiv) mmlardagi diametri.

(5). formuladan nuqtaning difraksion tasviridagi birinchi qorong'u xalka radiusining burchak kattaligi faqat tirqish diametriga bog'liq va unga teskari proportsional.

Difraksion xalqalardagi yoritilganlikning matematik hisobi Bessel $J_1(u)$ funksiyasini ildizini aniqlashni imkonini beradi. Bessel funksiyasi argumenti.

$$U = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \psi$$

Bu yerda a - tirqish radiusi.

Yoritilganlikning birinchi minimumiga (ya'ni difraksion manzaradagi markaziy yorug' soya chegarasi) mos keluvchi birinchi ildiz quyidagi qiymatda olinadi:

$$\sin \psi_1 = 0,61 \frac{\lambda}{a} \quad (7)$$

(6) va (7) formulalar optik sistemalar difrasiya nazariyasida asosiy aniqlovchilardir. Yumaloq tirqishdagi yassi to'lqin difraksiyasida I intensivlikning taqsimlanishi (36, b-rasm) quyidagi funktsiyasi bilan beriladi.

$$I(u) \approx \left(\frac{2J_1(u)}{u}\right)^2 \quad (8)$$

36,b - rasmdan markaziy maksimum intensivligi keyingi maksimumlar intensivligidan sezilarli ortiq bo'ladi. Shuning uchun optik sistemalar difraksiyasini kuzatishda odatda faqat markaziy maksimum va bir-ikkita keyingi xalqalar hisobga olinadi.

Xalqalar radiusi to'lqin uzunligiga proporsional bo'lgani uchun oq yorug'lik difraksiyasidagi har xil rangdagi xalqalar bir-birini ustiga tushib, chaplashib ketadi.

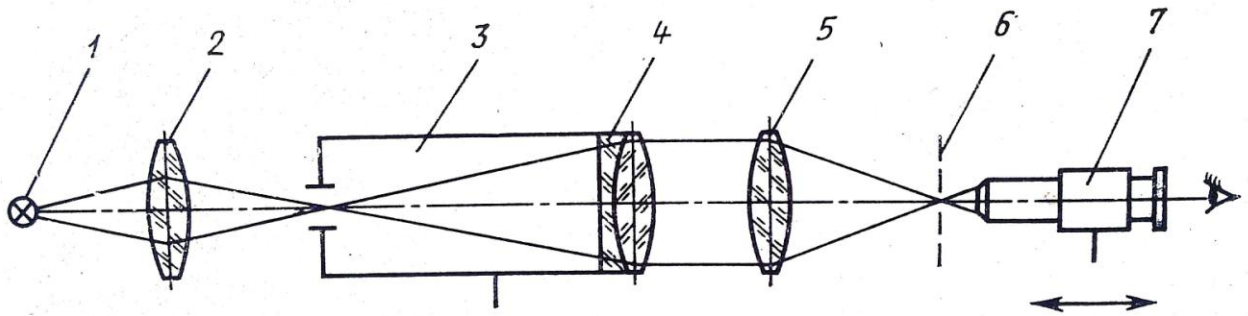
Difraksiyaning qo'llanilishi.

Difraksiya hodisasi kollimatorga o'xshash ba'zi laboratoriya asboblarda xosil qilinadi, ular optik sistema va ularning alohida qismlari ob'ektiv, okulyar, ko'zgu, prizma va boshqa tasvirlarining sifatini nazorat qilish uchun xizmat qiladi.

Bunday asboblarda optik mexanik sanoatning sex va laboratoriyalarida keng qo'llaniladi. Difraksiya hodisasiga asoslangan difraksiya panjara tomoyili spektral analiz asboblarda keng qo'llaniladi.

Nuqta difraksiya tasviri qo'rinishiga qarab nazorat qilish usuli.

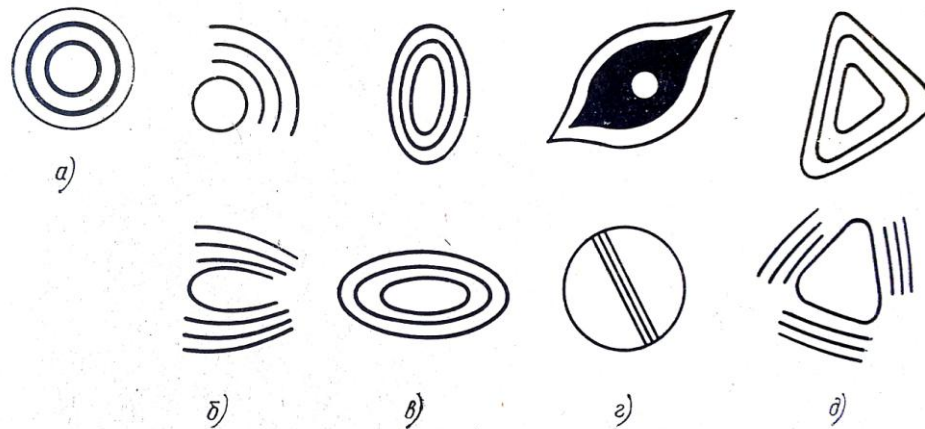
Bu usul yuqori sezgirdir. Nuqta difraksiya manzarasini kuzatish uchun qurilma sxemasi 37 - rasmda ko'rsatilgan.



37 - rasm. Difraksion nuqta bo'yicha nazorat qilish qurilma sxemasi

Qurilma gorizantal optik uskunaga joylashtiriladi. 3-kollimator va 7-gorizantal mikroskop orasiga tekshiriladigan 5-optik sistema joylashtiriladi, masalan, fotoob'ektiv kollimatorning 4-ob'ektivi fokal tekisligiga diametri 0,02-0,5 mm bo'lgan nuqtaviy diagramma joylashtiriladi, u 2-kondensor orqali 1-cho'g'lanma lampa orqali yoritiladi. Kollimator chiqishidagi parallel nurlar dastasi tekshirilayotgan 5-ob'ektivga tushadi, 6-fokal tekislikda diafragmaning nuqtaviy difraksion manzarasi hosil bo'ladi. Tekshirilayotgan "narsa" tomonidan berilgan "nuqta" tasviri 100-200 marta kattalashtiradigan mikroskop orqali kuzatiladi.

Yuqori sifatli ob'ektiv yoki boshqa optik sistemalarning deffektlari bo'lmasa nuqtaning tasvirini to'g'ri aylanalar ko'rinishidagi Eyler aylanalarini beradi: yorqin markaziy disk va birinchi egri xalqa (20, a-rasm). Ba'zan ikkinchi va uchinchi xalqa ko'riladi. Mikroskopni difraksion tasvir manzarasi tekisligidan u tomon, bu tomonga siljitishda tasvir simmetrik o'zgaradi. Agar ob'ektiv abratsiyaga to'g'rilanmagan, markazlashmagan bo'lsa, shishada va linzalarda deffekt bo'lsa, nuqtaning tasviri sezilarli buziladi. Masalan, yomon markazlashgan optik sistemalar yordamida olingan tasvir 20,b-rasmda ko'rsatilgan. Xromatik aberratsiyalangan sistemada nuqta tasviri bo'yalgan bo'ladi.



38-rasm. Nuqtaning difraksiyon tasviri: a – Eylarning to'g'ri aylanasi; b – markazlashmaganda; v – astigmatizmida; g – shisha deffektida; d – linza qobig'i tomonidan qisilganda.

Agar fokuslashni o'zgartirishda nuqta tasviri ikkala tomoni yumaloq holda qolsa, ammo bir tekis o'zgarmasa, unda sferik aberatsiya mavjudligini ko'rsatadi.

Tasvirning cho'zilganligi va egrilangan tasvirni yuzaga kelishi yoki aylanani o'rniga ikki o'zaro tik chiziqlarni hosil bo'lishi astigmatizmni natijasidir (38,v-rasm)

Astigmatizmning sababi linza sirtining to'g'ri sferik shakldan og'ishi yoki linzaning bir tomondan noto'g'ri qisilishi natijasida deformatsiyalanishidir.

Nuqtaning tasvirini kesib o'tuvchi alohida nurchalar optik qismlar shishasining bir jinsli emasligidan paydo bo'ladi (38, g-rasm).

Tasvirning uchburchakli shakli shishaning ichki kuchlanishi yoki linzani qobiqlar tomonidan siqilishidagi deformatsiyalanishidan yuzaga keladi (38,d-rasm).

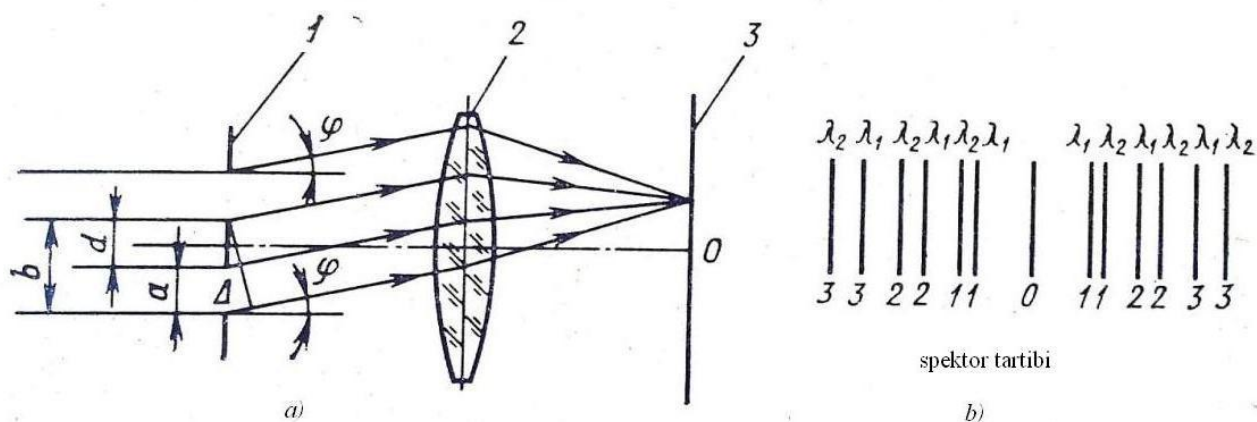
U yoki bu deffektli qismni aniqlash uchun sistemaning har bir qismini navbatma-navbat aylantiriladi va aylanishda difraksiyon tasvirda deffekt hosil qilayotgan qism aniqlanadi.

Difraksion panjara

Qo`shni difraksion yo`lakchalar orasidagi masofadagi tirqishdan difraksiyalanish tushuvchi nur to`lqin uzunligiga bog`liq bo`ladi. Bu bog`lanishdan difraksion panjara yordamida spektr olishda foydalaniladi.

Difraksion panjara bir xil shaffof bo`lmagan to`siqlar bilan ajratilgan qator tirqishlardan iborat. Spektrning ko`rish sohasini o`rganishda foydalanuvchi difraksion panjara 1 mm.da 200 dan 1200 ta chiziq (shtrix) ga ega bo`ladi, ultrabinafsha sohani o`rganish uchun 1mm da 1200 dan 1800 gacha shtrixli panjaradan foydalaniladi.

Hozirgi zamon spektral sistemalarda botiq yoki tekis metall ko`zgularga chizilgan shaffof yoki noshaffof chiziqlar sistemasidan iborat qaytaruvchi difraksion panjaradan foydalaniladi. 39 – rasmda shaffof difraksion panjara sistemasi ko`rsatilgan.



39–rasm. Shaffof difraksion panjara: a-nur yo`llari sxemasi, natijalovchi difraksion spektr.

Tirqish kengligi a va shaffof to`siq kengligi b larning yig`indisi panjara doimiysi yoki davri deb ataldi : $d=a+b$

Panjarada va cheksizlikda kuzatiladigan yuzaga keluvchi difraksion tasvir Frayngofer difraksion hodisalari guruhiga ta`luqlidir.

Yo'rug'lik nurlari panjara tirqishidan o'tib yoki uning chetlaridan qaytib (agar panjara qaytaruvchi bo'lsa) difraksiyalanadi. Panjaradan o'tgan nur α burchakka og'adi, bu burchak difraksiya burchagi yoki difraksiyalangan burchak deb ataladi. Panjaraning bir shaffof har 1 tirqishidan difraksiyalangan nurlar 2 obyektivning 3 fonal tekisligida yig'iladi va interferensiyalanish natijasida yo'lakchani chiziq ko'rinishida natijalovchi difraksion spektr yuzaga keladi.

Agar panjarani yoritish uchun monoxromatik nurlanish manbaidan foydalanilsa unda difraksiyalangan nurlar to'lqin uzunliklari farqiga bog'liq qolda chaplangan (yoyilgan) rangli bo'lakchalar sistemasini tashkil etadi. Difraksion tasvirdagi intensivlikni taqsimlanishi difraksiyalanuvchi nurlarning yo'l farqlari bilan aniqlanadi. Panjara qoshni tirqishlaridan o'tgan nurlarning Δ yo'l farqlari (39,a – rasm)

$$\Delta = b \sin \varphi$$

bu yerda φ difraksiyalanish burchagi

Difraksion tasvirdagi intensivligi maksimumlari quyidagi shart bajarilganda olinadi

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

Bu yerda $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ da difraksiyalangan nurlar yo'l farqi to'lqinining juft sonlariga teng bo'ladi. Bunday nurlar intererferensiyalanishda bir – birini kuchaytiradi.

Difraksion manzara quyidagi ko'rinishga ega: rangli difraksion yo'lchalar (tirqishlar tasviri) nolinci (yoki markaziy) maksimumning har ikkala tomoni boycha simmetrik joylashgan nolinci maksimum yo'llar farqi $\Delta = 0$ va difraksiyalanish burchagi $\varphi = 0$ bo'lganda barcha to'lqin uzunlikdagi tushuvchi nurlar birlashgan joyda yuzaga kelgan. Oq rangli yo'lakcha ko'rinishdagi tirqish tasviridir.

Panjara tirqishlari sonining ortishi bilan maksimumlar aniq ingichka chiziq ko'rinishda olinadi. Panjara doimiysi b qancha kichik bo'lsa va mos holda shaffof oraliqlar qancha kichik bolsa to'lqin uzunligi λ bo'lgan nurlar uchun difraksiya burchagi φ katta bo'ladi va ikki qo'shni to'lqin uzunligi difraksiyalangan nurlar orasidagi $\Delta\varphi$ farq katta bo'ladi, demak qo'shilgan nurlanish to'lqin uzunliklarining ajratib olish oson bo'ladi.

1) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\sin\varphi = \pm k \frac{\lambda}{b} \quad (2)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, difraksiya panjaradagi nurlarning φ og'ish burchagi to'lqin uzunligi λ ga proporsional bu formuladagi (\pm) ishoralar spektrlar markaziy maksimumdan har ikkala tomonda yuzaga kelishini ko'rsatadi, k - spektrlarni tartib raqami.

39.b –rasmda to'lqin uzunligi λ_1 va λ_2 bo'lgan ikki tashkil etuvchi nurlanish uchun difraksiya panjara yordamida olingan spektrlarning taqsimlanishi ko'rsatilgan. Markaziy maksimum (markaziy bo'lakcha) $\varphi = 0$ ga mos keladi.

Takrorlash savollari

1. Yorug'lik difraksiyasi deb qanday xodisaga aytiladi?
2. Gyugens-Frenel tamoyili nimadan iborat?
3. Frenel va Fraungofer difraksiya xodisalarining farqi nimadan iborat?
4. Nuqtaning difraksiya manzarasida yoritilganlik qanday taqsimlanadi?
5. Optik sistemaning ajratish qobiliyati deb nimaga aytiladi?

6."Difraksion nuqtalar" bo'yicha optik sistemaning hosil qilgan tasvirining sifatini nazorat qilish metodi qanday?

7. Difraksion panjara doimiysi yoki davri deb nimaga aytiladi?

8. Botiq qaytaruvchi difraksion panjaraning afzalligi nimadan iborat?

9. Agar yoritish chirog'iga yarim yumuq ko'z bilan qaralsa nima uchun yorug'lik xarhil rangda ko'rinadi?

10.Nima uchun kundalik difraksiyasi yoruglik difraksiyasiga qaraganda aniqroq bilinadi?

Masala yechish namunasi

1. Quyidagi xollar uchun chegaraviy burchakni aniqlang:

1)diametri $D_{ob} = 6$ m ob'ektivli teleskopni:

2)qorachiq diametri $D_{ko'z} = 2.5$ mm bo'lgan ko'zni. To'lqin uzunlik $\lambda = 550$ nm

Yechish: Yuqori sifatli ob'ektivli teleskop uchun ruxsat etilgan chegarani quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\psi'' \approx \frac{120}{D_{0\delta}} = \frac{120}{6000} = 0.02''$$

Ko'zning ajratish qobilyatining chegarasini aniqlaymiz

$$\sin \varphi = 1.22 \frac{\lambda}{\delta} = 1.22 \frac{550 * 10^{-6}}{2,5} \approx 0,00028$$

bundan $\psi \approx 54'' \approx 1'$

YORUG'LIKNING QUTBLANISHI.

1. Yorug'lik to'lqinlarining ko'ndalangligi

Amaliy tadqiqotlar yorug'likning ichki holatini tasdiqlaydi: 1) qutblanmagan yoki tabiiy yorug'lik 2) qutblangan. Yorug'likning elektromagnit nazariyasidan ma'lum bo'ladiki, yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqinlardir. Yorug'likning qutblanishi to'grisida so'z borganda yorug'lik to'lqinlarining ko'ndalangligi asosiy o'rinda turadi. Maksvellning nazariyasiga asosan har qanday vaqt ichidagi yorug'lik to'lqinlari elektr maydoni kuchlanganligi E bilan aniqlanadi, u yorug'lik to'lqinlarining yo'nalishini, hamda kattaligini aniqlab beradi. Izotrop muhitlarda u to'lqin fronti tekisligida yotadi, yorug'lik nuri esa to'lqin frontiga tik joylashgan. Elektr maydon kuchlanganligi E ning vaqt ichida o'zgarishi o'zgaruvchan magnit maydon kuchlanganligi H ni yuzaga keltiradi, bu vektor E vektorga tik bo'ladi. Bunday o'zgaruvchan elektromagnit maydon fazoda to'xtab qolmaydi, u E va H vektorlarga tik holda yorug'lik tezligida tarqaydi. 3 ta E , H va to'lqin frontining tarqalish tezligi v lar o'zaro tik va o'ng vint sistemani tashkil etadi ya'ni elektromagnit to'lqin ko'ndalangdir. E va H vektorlarining u yoki bu nurga nisbatan joylashishida bu nur elektromagnit to'lqin simmetrik o'qi bo'lmaydi. Nurga nisbatan ko'ndalang to'lqinlarning nosimmetrikligi ko'ndalang to'lqinlarning bo'ylama to'lqinlardan farqlanishini asosiy belgisidir. Bo'ylama to'lqinlar tarqalish yo'nalishiga nisbatan doimo simmetrik bo'ladi.

Tabiiy yorug'likni turli yo'nalishiga ega bo'lgan tebranishli yorug'lik to'lqinlari to'plami deb qarash mumkin, ammo ular yorug'lik tarqalish yo'nalishiga tik bo'lib, birdaniga tez yoki tartibsiz bir - birini almashtirgan holda mavjud bo'ladi.

Qutblanish jarayonida yorug'lik tebranishlarini tartibga keltiriladi, belgilangan tekislikda yo'naltiriladi. Qutblanishning bir necha turi mavjud: Chiziqli, aylanaviy, elliptik. Elektr maydoni E kuchlanganligi (demak H ham) yagona yo'nalishga ega bo'lgan yorug'lik ya'ni, faqat birgina boshlangan tekislikdagi tebranishlarni chiziqli qutblangan deyiladi.

Elektr maydon kuchlanganligi E (H ham) vektorlarining amplitudasi o'zgarmay qolsa, yo'nalishi aylanadan iborat bo'lsa, aylanaviy qutblanish deyiladi. E vektorning kattaligi va yo'nalishi o'zgarib, ellips bo'yicha yo'nalsa bunday qutblanish elliptik qutblanish deb ataladi. Ko'plab nurlanish manbalari (cho'g'langan qattiq jismlar, yorutuvchi gazlar) tabiiy yorug'lik chiqarsa ham, oz miqdorda qutblanish ham bo'ladi.

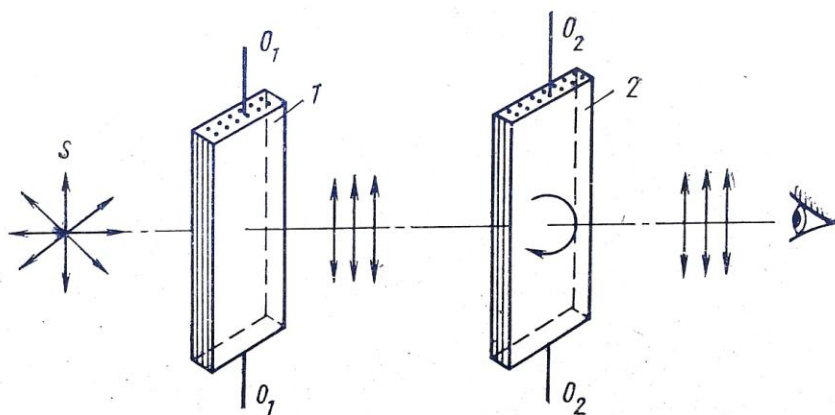
Elektr maydoni kuchlanganligi vektori tebranayotgan tekislikka tik joylashgan tekislik qutblanish tekisligi deb ataladi. Qutblanish vektorida magnit vektori joylashgan.

2. Yorug'likni turmalindan o'tishi

Qutblanish hodisasini hossalari turli yo'nilishlarda har xil bo'lgan analizatrop muhitlarda kuzatish mumkin. Anizotrop muhitga turli krisstallar kiradi: island shpati, turmalin va h.k.

Qutblanishni va tebranish ko'ndalangligi mavjudligini ko'rsatuvchi tajriba quyidagicha: alohida olingan turmalin plastinka yorug'lik uchun shaffofdir. Nurlarni bu plastinkadan o'tgandan so'ng ozgina susayishini hisobga olmaganda hech qanday o'zgarish ro'y bermaydi. Krisstall plastinkani aylantirganda ham, turmalindan o'tayotgan yo'rug'lik intensivligi o'zgarmaydi.

Agar yorug'lik bir plastinkadan o'ziga o'xshash ikkinchi turmalin plastinkadan o'tsa manzara murakkablashadi (40 - rasm)



40 – rasm. Turmalin plastinkadagi qutblanish.

Agar plastinkalarning O_1O_1 va O_2O_2 optik o'qlari parallel bo'lsa, yorug'lik hech qanday to'siqlarsiz o'tib ketadi. Bunda o'tayotgan yo'rug'lik intensivligi eng katta bo'ladi. Plastinkalardan biri burilganda yorug'likni sekin asta susayishi kuzatiladi, plastinkalar o'qlari o'zaro tik joylashganda - yorug'lik o'tmaydi, u butunlay ushlanib qoladi chiqishida qorong'ulik ko'ramiz.

Bu hodisa shunday tushuntiriladi 1) Turmalin plastinka bir yo'nalishda tebranayotgan(kristall optik o'qqa parallel bo'lgan tekislikda) tabiiy yorug'likni o'tkazadi uni qutblovchi (polarizator) deyiladi, u tekislikka tik bo'lgan yorug'likni o'tkazmaydi. 2) turmalin plastinka qutblangan yo'rug'likni qabul qiluvchi analizatoridir.

Tekisliklari o'zaro φ burchakka burilgan plastinkalardan o'tgan yorug'lik intensivligi quyidagicha bo'ladi:

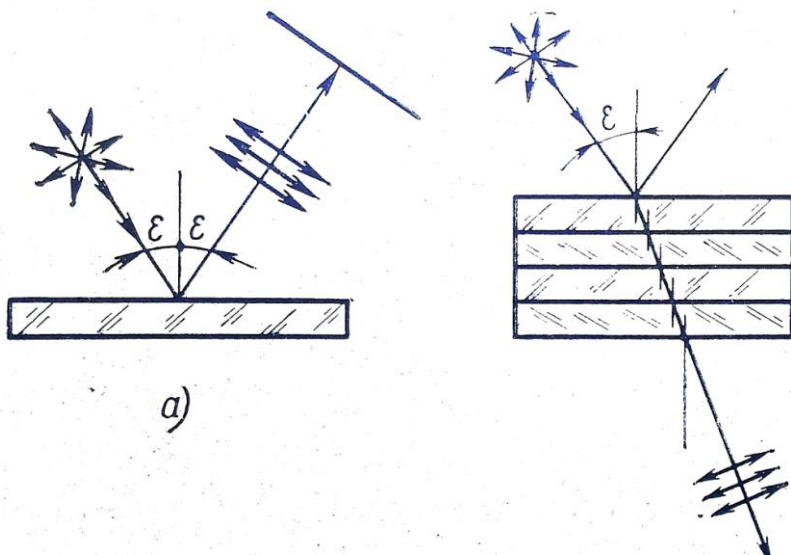
$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (1)$$

Bu yerda I_0 — tushuvchi nur intensivligi

Bu Malyus qonunidan turli qutblovchi asboblari polyarizator va analizatorlardan o'tgan yorug'lik intensivligini hisoblashda qo'llaniladi.

2. Yorug'likning izotrop dielektriklar chegarasida qaytishida va sinishidagi qutblanish

Yorug'likning qutblanish hodisasi, ya'ni elektr maydon kuchlanganligi E (va magnit maydon kuchlanganligi H) vektorlari ma'lum yo'nalishda tebranuvchi yorug'lik to'lqin ajralishi yorug'likning izotrop dielektrik chegarasidagi qaytishida va sinishida yuzaga keladi. Shuni ta'kidlash joizki, bu holda to'liq emas, qisman qutblanish hosil bo'ladi. Silliqlangan shisha plastinka (dielektrik) oddiy qutblovchi bo'la oladi. Tushuvchi nurlarning plastinka sirtidan qaytishida qisman qutblanish yuzaga keladi. Sirtga tushayotgan nurlarning tushish burchagi o'zgarishi bilan qutblanish darajasi va qutblangan nurlar intensivligi o'zgaradi.



41 – rasm. Yorug'likning qutblanishi: a) qaytishda; b) sinishda;

Tabiiy yorug'likni dielektrikdan (shishadan) qaytishida tushuvchi nur tangensi qaytaruvchi dielektrik sindirish ko'rsatkichiga teng bo'lganda qutblanadi. $\text{tg } \epsilon = n$ shart

Bryuster qonuni deb ataladi ε burchakni Bryuster burchagi yoki to'liq qutblanish burchagi deb ataladi. Shisha uchun $n=1.5$ ga $\varepsilon = 57^\circ$ ga teng bo'ladi.

ε ni yanada kattalashtirilganda qutblanuvchi yorug'lik kamayib boradi. Bu yerdagi va kelgusidagi qutblanish hodisasini tushunish uchun tebranishni bir yo'nalishini ya'ni E vektor ning yo'nalishini ko'ramiz.

Shuni ta'kidlash kerakki yorug'lik nurlarining to'liq qutblanish burchagi ostida tushishida qaytuvchi va singan nurlar to'g'ri burchak hosil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Bryuster shartini qanoatlantiruvchi burchak ostida dielektrik sirtidan yorug'likning qaytishida qaytadigan yorug'lik chiziqli qutblangan bo'ladi va elektr vektori tebranishlari tushish tekisligiga tik bo'ladi. Qaytgan va singan nurlarning qutblanishi aylanuvchi polyarizator yordamida aniqlanadi.

Singan nurlar ham qisman qutblanadi (taxminan 15-20%). Singan qutblangan yorug'lik tebranishlari tushish tekisligida yuzaga keladi. Qaytgan va singan yorug'likni yana qo'shib yuborib qutblanmagan yo'rug'lik dastalarini hosil qilish mumkin. Sinishda qutblangan yo'rug'lik tushish burchagi va moddaning sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Nurlarning Bryuster burchagi ostida tushishida singan nurlarning qutblanishi maksimal bo'ladi, ammo to'liq emas (15-20%).

Agar 8-10 plastinkadan iborat yassi parallel guruhi hosil qilinsa, unda singan yorug'likni to'liq qutblanishini hosil qilish mumkin. (46,b - rasm)

Bunday qatlam qaytgan va o'tgan yorug'liklarni polyarizator va analizator sifatida xizmat qiladi.

4.Kristallarning anizotropiyasi. Ikkilangan nur sinishi

Ma'lumki, izotrop muhitlarda, masalan, optik shishalarda yorug'lik nuri hamma yo'nalish bo'yicha bir xil tezlikda tarqaladi. Ko'plab kristallar (island shpati, kvars va bosh.) anizotrop muhitga kiradi. Optik nuqtai nazardan muhitning anizotropiyasi

kristall muhitning yo'rug'likni turli yo'nalshlarda turlicha o'tkazishini bildiradi. Kristalldagi sindirish ko'rsatkichi, demak, yo'rug'lik tarqalish tezligi yorug'lik to'lqinlarini tarqalish yo'nalishi va uning qutblanish tekisligiga bog'liq.

Yorug'lik nurlarini kristalldan o'tishida muhim hodisalardan biri Bartolinus (1670) tomonidan kashf etilgan ikkilangan nur sinishidir.

Umumiy holda yorug'lik dastasining kristallga kirishida ikkilangan nur sinishida — u ikki dastaga ajraladi, ular turli tomonga sinadi. Ikkilangan nur sinishi yorug'lik nurlarining kristallga o'zaro tik tekisligida qutblangan ikki yorug'lik to'lqinlarining har xil tezlikda tarqalishidan yuzaga keladi. Ikkilangan nur sinishi mavjudligidan kristallni kuzatishda tasvir ikkilangan bo'ladi.

Optik xossalariga qarab kristallar uch asosiy guruhga bo'linadi:

- To'g'ri sistemali kristallar (kub shaklida); bunday kristallar izotropdir;
- Bir o'qli kristallar, ikkilangan nur sindirishi yuzaga kelmaydigan bir yo'nalishga ega bo'ladi; bu yo'nalish optik o'q deb ataladi
- Ikki yo'lli kristallar (romb va b,q) ikkilangan nur sinishi yuzaga kelmaydigan ikki o'qqa ega; bu yo'nalishlar orasidagi burchak kristall xossasiga bog'liq bo'ladi.

6. Island shpati kristalldan o'tishida yorug'likning qutblanishi.

Issiqlik nur sinish hodisasi island shpatida yaqqol ko'rinadi. Island shpati bir o'nli kristall bo'lib, u kalsiy uglerod ($CaCO_3$ — kalsiy yoki ohakli shpat) kristallining turli ko'rinishidir. Island shpati tabiatda yirik optik namuna ko'rinishida uchraydi. Island shpati — qutblanish hodisasini o'rganish va namoyish qilish uchun yaxshi mahsulotdir. Uni qutblanish hodisasini o'rganadigan optik asboblarda qismlarini tayyorlashda qo'llaniladi

Island shpati kristalli romb shakliga ega bo'lib, rombning burchaklari muvofiq ravishda $101^{\circ}52'$ va $78^{\circ}8'$ ga teng.

Tabiiy yorg'lik nurlarining dastasi bunday kristallga kirib ikki dastachalarga bo'linadi: Oddiy va g'ayrioddiy bo'lmagan. Oddiy va oddiy bo'lmagan nurlar har xil tarqalish tezligiga ega. Demak, ularning har biri o'zining sindirish ko'rsatkichiga ega. Oddiy O nur izotrop muhit chegarasida tabiiy yorug'lik nuri kabi sinadi. Uning kristalldagi sindirish ko'rsatkichi hamma yo'nalishda o'zgarmas bo'ladi va nurlarning kristallga tushish burchagiga bog'liq emas. G'ayrioddiy e nur sinish qonuniga bo'ysunmaydi. Singan oddiy bo'lmagan nurning yo'nalishi tushish tekisligida yotmaydi.

Kristallda g'ayrioddiy nurning sindirish ko'rsatkichi doimiy emas, u kristalldagi yorug'likni tarqalish yo'nalishiga bog'liq. Masalan, island shpati kristalli uchun

($\lambda = 589.3nm$) $n_o = 1.658$. n_e bo'lsa 1.486 dan 1.658 gacha o'zgaradi.

Oddiy va g'ayrioddiy nurlar kristalldan chiqishda bir - biriga parallel bo'lib qoladi va o'zaro tik tekisliklarda chiziqli qutblanadi. Bunda ular intensivligi bir xil bo'ladi.

Har qanday kristallda ikkilangan nur sinishi bo'lmagan yo'nalish mavjud yani $n_e = n_o$ Bu yonalish kristallning optik o'qi deb ataladi. Optik o'q bo'ylab o va e nurlar bir - birini ustiga tushmay va oddiy izotrop muhitdagidek bir xil tezlikda tarqaladi.

Ikki o'qli kristallarda har ikkala nur g'ayrioddiydir. Ikki o'qli kristallning bosh kesimi yoki bosh tekisligi deb, uning har ikkala o'qidan o'tuvchi tekisligiga aytiladi, demak , bu kristallarda bosh kesim tekisligi ma'lum joylashishga ega. Bir o'qli kristallning bosh kesimi deb, nur yo'nalishi orqali va kristallning optik o'qi yo'nalishi bo'yicha o'tuvchi tekislikka aytiladi. Bir o'qli kristallda tushuvchi nur yo'nalishiga bog'liq ravishda bosh kesim ko'plab joylashishlariga ega.

Agar $n_o < n_e$ va mos ravishda $v_o > v_e$ bo'lsa, unda kristallni musbat (island shpati) deyiladi. Agar $n_o > n_e$ va $v_o < v_e$ bo'lsa bu kristallni manfiy deyiladi.

Island shpati kristallida optik o'q kristallning ikki o'tmas burchagini birlashtiruvchi diogonal bo'yicha o'tadi. Agar kristallda yorug'lik nurlari uning optik o'qiga parallel tarqalsa ikkilangan nur sinishi bo'lmaydi.

Elektr kuchlanganligi e vektori bir o'qli kristall optik o'qiga tik bo'lgan yorug'lik to'lqini, uning tarqalishidagi yo'nalishi o'zgarishi bilan o'zining xossalarini yo'qotmaydi. Uning tezligi, demak sindirish ko'rsatkichi kristalldagi nurning har qanday joylashishida o'zgarmay qoladi. Bu oddiy to'lqindir va mos holda oddiy nurdir. Oddiy bo'lmagan nur elektr kuchlanganligi vektori bosh kesim tekisligida tebranadi, uning optik o'qiga nisbatan joylashishi doimiy emas va u kristallga nurning tushishiga bog'liq. Bunga mos holda qutblanish darajasi (intensevligi) ham o'zgaradi.

6. Qutblangan yorug'likni olish va mushohida qilish usullari.

Qutblovchi qurilmalar

Qutblangan yorug'likni olish uchun (chiziqli qutblangan, aylana yoki ellips bo'yicha qutblangan) ikki chiziq chegarasidagi qaytish va sinishdan va ikkilangan nur sinishidan foydalaniladi. Qutblangan yorug'lik olish uchun foydalaniladigan qurilmalar polyarizatorlar deb ataladi. Yorug'lik qutblanishini aniqlash va qutblanish tekisligini aniqlash uchun qo'llaniladigan polyalizatorlarni analizator deyiladi.

Oddiy va g'ayrioddiy nurlar uchun sindirish ko'rsatkichini aniqlashda o'zaro tik yo'nalishda qutblangan nurlarni ajratish uchun kristallarni qo'llanishiga asoslangan.

Odatda qutblangan yorug'likni olish uchun alohida kristallardan emas ular to'plamlaridan: qutblovchi prizmalar qo'llaniladi.

Ikki turdagi prizmalarni ajratishadi : 1) Aniq tekislikda yassi qutblangan bir nur dastasini beruvchi (bir nurli qutblovchi prizmalar) 2) Ikki o'zaro tik tekislikda ikki nur dastasini beruvchi (ikki nurli qutblovchi prizmalar).

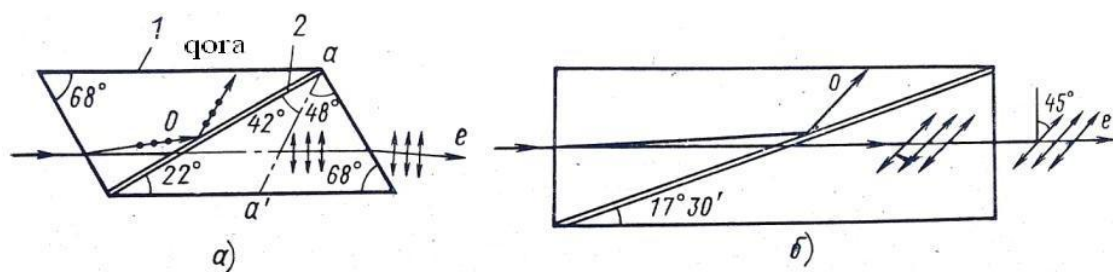
Ikkinchi turdagi qutblovchi prizmalardagi sindirish ko'rsatkichining har xilligi oddiy va g'ayrioddiy nurlarni bir - biridan ko'proq uzoqlashishi uchun foydalaniladi. Nurlardan birini diagramma yordamida ajratiladi, unda prizmadan polyarizator sifatida foydalanilinish mumkin. Prizmalar kimyoviy tur bo'lgan va polyarizatorga belgilangan spektr sohasi uchun shaffof bo'lgan optik yelimlar bilan yopishtiriladi. Bunday talablarni balzam ($n=1.55$) yoki kanop yog'i ($n=1.58$) qanoatlantiradi. Ultrabinafsha soha uchun gedamindan foydalaniladi.

Ko'proq foydalaniladigan prizmalarni ko'rib chiqamiz.

Bir nurli qutblovchi prizmalar. Nikol prizmasi keng tarqalgan qutblovchi; undan chiziqli - qutblovchi yorug'likni olish uchun foydalaniladi. Nikol prizmasi Island shpatidan kesilgan va 2 - chiziq bo'yicha yelimlangan ikki prizmadan tashkil topgan. (42,a - rasm) aa' - optik o'q qirralari bilan 48° ni tashkil etadi.

Tabiiy yorug'lik nurlari dastasi aniq burchagiy munosabatlarda Nikol prizmasiga kirib borib ikkilangan nur sinishini yuzaga keltiradi va ikki dastaga bo'lishadi: O oddiy va e g'ayrioddiy nurlar o'zaro tik bo'lgan tekisliklarda qutblanadi. Oddiy va g'ayrioddiy nurlar tebranishlarining yo'nalishini tebranish tekisligi chizma tekisligiga yuzaga kelsa strelka bilan belgilanadi.

Oddiy nurlarni sindirish ko'rsatkichi $n_o = 1.658$ balzamning sindirish ko'rsatkichi $n_e = 1.51 \div 1.55$ dan katta bo'lgani uchun oddiy nur prizmadan o'tmaydi. Bu nur 2 - balzam qatlamidan to'liq ichki qaytadi va polyarizatorning 1 pastki tekisligiga yutiladi yoki kristallga yelimlangan maxsus prizma yordamida kristaldan chiqarib yuboriladi.



42-rasm. Bir nurli qutblovchi prizmalar: a-nikol; b-Frank-Pitter

Sindirish ko'rsatkichi balzaming sindirish ko'rsatkichiday bo'lgan oddiy bo'lmagan nur prizmadan to'siqlarsiz o'tadi va chiqishda ma'lum tebranish yo'nalishli chiziqli qutblangan yorug'lik beradi.

Nikol prizmasi eng yaxshi polyarizatordir undan chiqqan nurlar 29° gacha burchak ostida tushayotgan yorug'lik nurlarini to'liq qutblaydi. Ammo island shpatidan tayyorlanadigan kristallar kamyob va bundan polyarizatorlar tayyorlash qimmatga tushadi; bundan tashqari Nikol prizmasidan qutblanish maydoni simmetrik emas.

Frank - Ritter prizmasi (42,b - rasm) nikol prizmasidan farq qilgan holda qutblanishida simmetrik maydon bilan tavsiflanadi.

Yorug'lik nuri dastalarining qutblanishida har xil optik prizmalari qurilmalardan foydalaniladi. Ular jumlasiga bir nurli prizmalar: Glana Tomson, Alens prizmalari ikki nurli qutblovchi prizmalar: Vollaston , Sanarmon va Roshon prizmalari kiradi.

Ko'rib o'tilgan qutblovchi prizmalar asosan, spektrlarni ko'rish sohalari uchun qo'llaniladi. Ularni ultrabinafsha sohada qo'llash uchun yelimlash uchun gedaminli yelimdan foydalaniladi, chunki balzam ultrabinafsha nurlanishini yutadi. bunday qutblovchi prizmalar 380-220 nm larda ishlaydi.

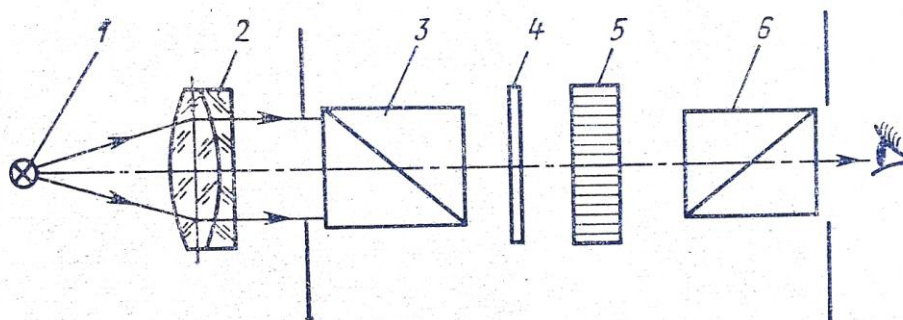
Qutblanishning qo'llanishi.

1 Qutblanish tekisligining aylanishi

Qutblanish tekisligini aylantirish xossasiga, ba'zi bir tabiiy kristallar ega. masalan, kvars va kristall bo'lmagan nikotin, kodein, skipidor, komfora ba'zi eritmalar masalan, qand eritmasi kabi moddalar.

Qutblanish tekisligini aylantirish xususiyatiga ega bo'lgan kristallarni optik jihatdan faol deyiladi. Bu hodisani birinchi bo'lib, frantsus olimlari Arago va Frenel tomonidan 1816-yil kashf etilgan.

Tabiiy optik kristallar o'ng aylantiruvchi bo'ladi, u lar qutblanish tekisligini o'ng tomonga buradi (soat strelkasi bo'yicha) va chapga aylantiruvchilar ham mavjud. Bu xususiyat kristallning tuzulishiga bog'liq. Monoxromatik yorug'likda qutblanish tekisligini aylanishini kuzatilgan sxema 24-rasmda ko'rsatilgan.



43 – rasm. Qutblanish tekisligining aylanishini kuzatish sxemasi.

1 nurlanish manbaidan chiqayotgan tabiiy yorug'lik, 2 obyektivdan o'tib, parallel dasta ko'rinishida, 3 polyarizatorga tushadi. Polyarizatoridan keyin chiqib qutblangan yorug'lik dastasi 5 kristall kvars plastinkadan o'tadi va 6 analizatorga tushadi.

3 polyarizator va 6 analizator shunday joylashtirilganki ular nurlanishni o'tkazmaydi. Kvars plastinkasi kiritilgandan so'ng maydon yoritiladi. 5 plastinka oldiga 4 yorug'lik filtri o'rnatilgan, u ingichka spektr chiqaradi, shuning uchun

yorug'likni monoxramatik deb hisoblash mumkin. 5 plastinka optik o'qqa tik bo'lgani uchun yorug'lik kvarsning optik o'qi bo'ylab tarqaladi va demak, ikkilangan nur sinishi mavjud emas. Analizatorni qandaydir burchakka burab, yana to'liq qorong'u maydonni hosil qilish mumkin. Bu tajriba shuni ko'rsatadiki, Kvars plastinkadan o'tgan chiziqli — qutblangan yorug'lik elliptik qutblanadi, u chiziqli-qutblangan holda qoldi. Agar elliptik qutblanish yuzaga kelganda edi, analizatorni burash bilan yorug'likni yo'qotib bo'lmas edi. Ammo yorug'likning kristall kvars plastinkadan o'tishida uning qutblanish tekisligi qandaydir burchakka buriladi, uni analizatorni ma'lum burchakka og'dirishda qorong'ulik paydo bo'lishida o'lchash mumkin. Bu tajriba shuni ko'rsatadiki, kvars plastinkadan o'tgan chiziqli qutblangan yorug'lik elliptik qutblanadi u chiziqli qutblangan holda qoldi. Agar elliptik qutblanish yuzaga kelganda edi, analizatorni burash bilan yorug'likni yo'qotib bo'lmas edi. Ammo yorug'likning kristall kvars plastinkadan o'tishida uning qutblanish tekisligi qandaydir burchakka buriladi. Uni analizatorni ma'lum burchakka og'dirishda qorong'ulik paydo bo'lishida o'lchash mumkin. Yorug'lik filtrlarini o'rnatib qutblanish tekisligi har xil to'lqin uzunliklari uchun turlicha bo'ladi: $\varphi = f(\lambda)$ ya'ni aylanish dispersiyasi yuzaga keladi.

Qutblanish tekisligi burilish burchagi tekisligida yotgan jismning qalinligiga bog'liq bo'ladi yoki eritmadagi faol moddaning konsentratsiyasiga bog'liq.

Shunday qilib,
$$\varphi = \alpha d \quad (1)$$

va eritmalar uchun
$$\varphi' = [\alpha]cd \quad (2)$$

bu yerda d — plastinka yoki suyuqlik qatlami qalinligi α — qutblanish tekisligi solishtirma aylanishi;

$[\alpha']$ — eritma tabiatiga haroratga va to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lgan koeffitsient; c —eritmaning faol modda konsentratsiyasi.

(1) formuladagi qutblanish tekisligi solishtirma aylanish kattaligi α – qalinligi 1mm plastinka tekisligini burilishini harakterlaydi. (2-jadval)

Qutblanish tekisligini kvarts tekisligi tomonidan burish burchagi

λ .nm	Rang	α , grad/nm
686.7	Qizil	15.5
656.3	Zarg'aldoq	17.2
589.3	Sariq	21.7
527.0	Yashil	27.5
486.1	Havorang	32.7
430.8	Ko'k	42.4
396.9	Binafsha	51

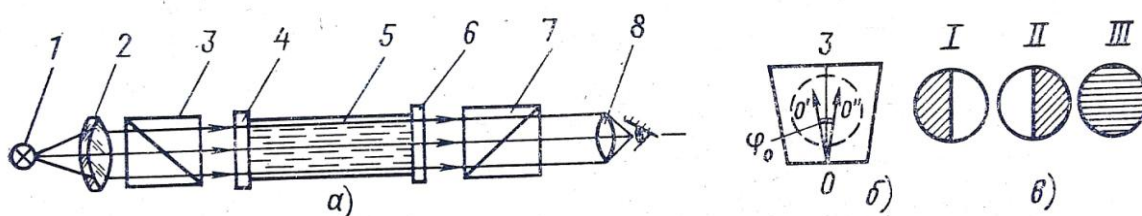
2 Saxarametriya - eritmadagi modda konsentratsiyasini aniqlash

Qutblanish tekisligining aylanish hodisasini qand, nikotin, kamfora, kakoin va boshqa moddalar eritmalarining konsentratsiyasini aniqlash uchun qo'llaniladi, ular katta solishtirma aylanishga ega. Bunda Bio qonuni deb ataluvchi (1) foydalaniladi.

Masalan, $t = 20^{\circ}C$ va $\lambda=589.3$ nm da qand qolishi suvli eritmasi uchun $[\alpha] = 66.5^{\circ}$

Bu usul tezligi va ishonarlighi bilan ajralib turadi. Shuning uchun undan konfora, nikotin ishlab chiqarishda va ayniqsa, moddalarning qandligini va eritmalardagi qand

miqdorini aniqlashda foydalaniladi. Qutblanish tekisligining birlashuvchan eritmalar konsentratsiyasini aniqlash uchun xizmat qiladigan asboblardan qutblovchilar yoki saxarametrlar deyiladi. Bu asboblardan qulay va loyihaviy mukammaldir. Saxarametr sifatida qo'llaniladigan yarim qorong'u qutblovchi sxemasini ko'rib chiqamiz. (25.a - rasm)



44 – rasm. Yarim qorong'u qutblovchi. a-sxema; b-qutblovchi kesimi; v-kuzatish maydoni.

1 yorug'lik manbaidagi nurlar dastasi 2 obyektivdan o'tib 3 qutblovchiga yo'naltiriladi. Qutblovchi ikki prizmadan tashkil topgan, ularning asosiy tekisliklari OO' va OO'' yo'nalishida joylashadigan qilib, yelimlanadi. (59,b- rasm) va kichik φ_0 tashkil etadi. Bunday tuzulishda qutblovchining ko'rish maydoni ikki qismga ajratiladi. (44,v-rasm). Har ikkala qism elektr vektorlarini tebranishlari bir-biriga parallel ravishda yuzaga keladi va φ_0 burchak ostidagi yo'nalishi bo'yicha ajralishadi. Agar 7 analizator tebranishi tekisligi OO' yo'nalishiga tik joylashgan unda ko'rish maydonining chap tomoni qorong'u bo'ladi. (44,b –I- rasm)

Qutblovchining tebranish tekisligi OO'' yo'nalishiga tik bo'lganda maydonning o'ng tomoni so'ndiriladi (44,b –II- rasm). Agar 7 qutblovchi tebranish tekisligi 3 qutblovchi yarim prizmalari ajralishi chegarasiga tik joylashgan bo'lsa, unda ko'rish maydonining har ikkala qismi yarimsoya ko'rinishida yoritiladi (44,b-III- rasm). 5 naydagi qand konsentratsiyasini aniqlash uchun qand eritmasi quyiladi va uni 3 qutblovchi 7 analizator orasiga o'rnatiladi. 3 ikkitalik qutblovchidan chiqqan yorug'lik nurlari tekshirilayotgan eritma quyilgan 5 nay orqali o'tadi so'ngra 7

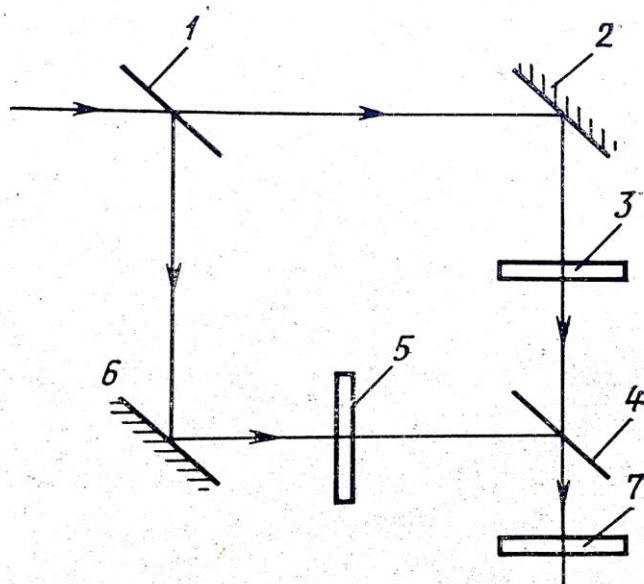
analizatorga kiradi va 8 lupa orqali kuzatuvchining ko'ziga yo'naltiriladi. 5 eritmani nay, to'r va yassi "derazachalar bilan berkitiladi. Burchak o'lchovchi qurilma yordamida asbob ko'rish maydonida yarimsoya bo'lganda 5 nayda eritma yo'qligida 7 analizator holati qayd etiladi. So'ngra tekshirilayotgan eritma bo'lgandagi analizator holati qayd etiladi va tekshirilayotgan eritma qutblanishi tekisligini φ burilish burchagi topiladi. $\varphi = [\alpha] d c$

Bu yerda $[\alpha]$ - aylanish doimiysi; d-da qatlam qalinligi; c-eritma konsentratsiyasi.

3 Qutblanish interferometri.

Ba'zi hollarda interferometrlar optik sistemasida qutblanish elementlaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Bu yo'llar farqini yanada aniq o'lchash uchun imkoniyat yaratadi, chunki qutblovchi elementlar chizig'idan burchakli o'lchashlarga o'tish imkonini beradi. Masalan, qutblanish tekisligi burilish burchagini 30" gacha aniqlikda o'lchash mumkin, bu $2 \cdot 10^{-3} \lambda$ atrofidagi yo'l farqiga mos keladi. Qutblovchi analizator odatda interferometr sxemasiga sistema bir o'qli kristall plastinkaga ekvivalent qilib, yoki qutblanish tekisligida aylanuvchi optik faol muhitga ekvivalent qilib to'g'rilanadi.

Optik o'qi bo'yicha parallel kesilgan va chiziqli qutblangan yorug'likka tushuvchi ikki sindiruvchi plastinka interferetsion sistemasidir. Plastinkaga tushuvchi nur dastalari o'zaro tik ikki tekislikda qutblangan va plastinka ichida har xil tezliklarda tarqaluvchi ikki dastaga ajraladi, bu dastalar plastinkada yo'llar farqi hosil qiladi, plastinkadan keyin joylashgan analizator bo'lsa, interferensiya manzarasini kuzatish imkonini beradi. Misol sifatida qutblanish Sender – Max interferometrini ko'ramiz. (45-rasm)



45 – rasm. Qutblanish interferometry sxemasi. 1,4-yarim shaffof ko'zgular; 2,6-qaytaruvchi ko'zgular; 3-kvars plastinka; 5-shisha plastinka; 7- $\lambda/4$ li plastinka

Qutblangan interferensiya olish uchun odatdagi interferometr sxemasiga kvarsdan tayyorlangan uch kristall plastinka va chorak to'liq uzunligi $\lambda/4$ plastinka kiritiladi. Interferometr chiziqi — qutblangan yorug'lik bilan yoritiladi. 3 kvars plastinka qalinligi qutblanish tekisligiga 90° ga burilishga mo'ljallangan. Interferometrning boshqa sharchasidagi nur yo'liga 3 plastinka tomonidan kiritilgan yo'l farqini kompensatsiya qilish uchun 5 plastinka kiritilgan. Interferometrda ikki o'zaro tik tekisliklarda qutblangan ikki nur dastasi hosil bo'ladi. Natijada chiqishdagi yo'llar farqidan chiqishda elliptik qutblangan yorug'lik hosil bo'ladi.

Agar $\lambda/4$ plastinka interferensiyalangan nurlar yo'nalishiga diagonal bo'yicha joylashtirilsa, unda chiqishda undan o'zaro qarama - qarshi yo'nalish bo'yicha ikki sirkulyar – qutblangan nur dastalari olinadi. Agar tebranishlar amplitudasi bir xil bo'lsa, unda natijada ma'lum yonalishdagi tebranishlar chiziqi – qutblangan yorug'lik beradi. Interferometrda yo'llar farqini yuzaga kelishi natijalovchi chiziqi – qutblangan yorug'likning qutblanish tekisligini burilishiga olib keladi. Faraz

qilamiz, interferometrda Δ yo'l farqi yuzaga kelgan bo'lsin , unda chiquvchi nurlar qutblanish tekisligi quyidagi burchakka buriladi:

$$\alpha = 2\pi\Delta / \lambda$$

Bu ifodadan α ni o'lchab interferensiyalanuvchi nurlar yo'llar farqini aniqlash mumkin.

Takrorlash savollari.

1. Qanday yorug'likni qutblangan deyiladi? Qutblangan yorug'likni qanday turlari mavjud?
2. Kristallarning anizotropiyasi nimadan iborat?
3. Siz qutublovchi prizmalarning qanday turlarini bilasiz?
4. Dixrazm xodisasi nima?
5. Qanday yorug'likni elliptik qutblangan deyiladi?
6. Qutublovchi sistemaning umumiy sxemasida chorak to'lqin uzunlikli plastinka qanday o'rin egallaydi?
7. Qutblangan nur dastagi qanday sharoitda interferensiyalanadi?
8. Qutblanish tekisligining aylanish radiusi nima?
9. Qand, komfara va boshqalar ishlab chiqishda yorug'likning qutblanishidan qanday foydalanadi?
10. Qutublovchi elementlarni tayyorlashda qanday materiallar qo'llaniladi?
11. Optik shisha namunalaridagi qoldiq qo'llanishni nazorat qilishda qanday qutublovchi asboblari qo'llaniladi?

12. Qutublangan nurla interferensiyasini kuzatishda qutublovchi mikroskop qanday metodlarni ta'minlaydi?

13. Qanday hollarda qutublovchi interferometrdan foydalanish maqsadga muvofiq?

14. Qutublovchi mikroskop yordamida kristallarning qanday xarakteristikalari tekshiriladi?

Masala yechish namunasi.

Agar yorug'likning polyarizator-analizatoridan o'tishida intensivligi 4 marta kamaysa, Nikol prizmasining ikki asosiy prizmalari orasidagi burchak aniqlansin. Yorug'likning qaytishi va yutilishi hisobga olinmasin.

Yechish: Polyarizatorga tushgan tabiiy yorug'lik to'liq qutublangan O oddiy va e g'ayrioddiy nurlarga ajraladi, ularning intensivligi

$$J_0 = \frac{1}{2} J^* \text{ va } J_e = \frac{1}{2} J^*$$

bu yerda J^* - tabiiy yorug'lik intensivligi; J_0 - oddiy yorug'lik intensivligi; J_e - g'ayrioddiy yorug'lik intensivligi.

Shartdan $J = \frac{1}{4} J^*$.

Oddiy nur polyarizator balzam yelimidan to'liq ichki qaytgani uchun u analizatorga bormaydi. Demak, analizator tushuvchi yorug'lik intensivligi $J_e = \frac{1}{2} J^*$.

Malyus qonuni bo'yicha analizatoridan chiqqan yorug'lik intensivligi

$J = J_0 \cos^2 \varphi$. Masala sharti bo'yicha $\frac{1}{4} J^* = \frac{1}{2} J^* \cos^2 \varphi$, buyerda $\cos^2 \varphi = \frac{1}{2}$, $\cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Shunday qilib, $\varphi = 45^\circ$.

OPTIK KVANT GENERATORLARI (OKG) – LAZERLAR

Optik kvant generator yoki lazer, bir qator muhim xossalarga ega bo'lgan yorug'lik manbaidir. Birinchi lazer 1954-yilda rus olimlari N.G. Basov va A. Proxorov va ularga bog'liq bo'lmagan holda Amerika olimlari Ch.Taunson, J.Gordon va Seycher tomonidan kashf etilgan. Lazer qat'iy aniq chastotali va yuqori yo'nalishga ega bo'lgan elektromagnit nurlanishli manbadir.

Bizga ma'lumki, modda atomli yadro va uning atrofida ma'lum orbita bo'ylab aylanayotgan elektronlardan tuzilgan. Yadroga yaqin joylashgan va undan uzoqroqda joylashgan orbitalar mavjud. Elektron yadroga qancha yaqin bo'lsa, yadroga yopishib qolmaslik uchun tezroq aylanadi. Shuning uchun aytish mumkinki, turli orbitalarda aylanuvchi elektronlarning energiyasi turlicha bo'ladi, ya'ni turli energetik sathlarga ega bo'ladi. Atom statsionar holatda bo'lganda, elektronlar orbita bo'ylab harakatlanadi va energiya nurlantirmaydi.

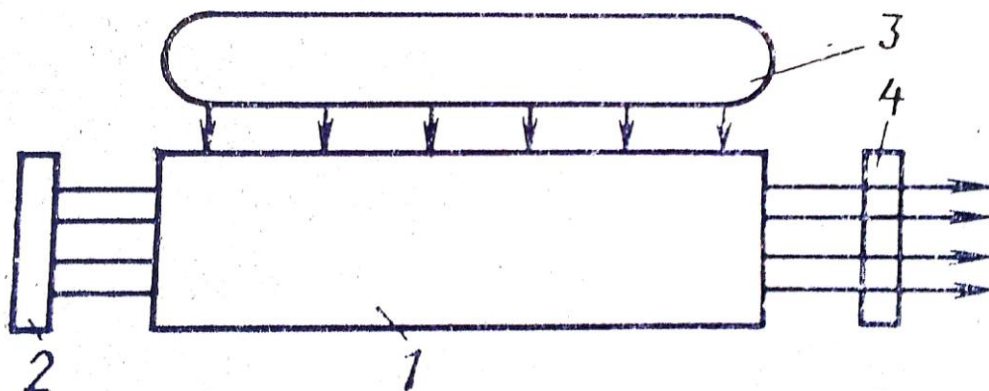
Faraz qilamiz, qandaydir tashqi kuch ta'sirida elektronlar bir orbitadan (yuqori sathdan) boshqa orbitaga (quyi sathga) o'tsin. Bu holda ortiqcha energiya har xil chastotali foton ko'rinishida ajralib chiqadi va nurlanish spektri ma'lum kenglikdagi yo'lakchalardan iborat bo'ladi.

Agar modda turli atomlar aralashmasidan iborat bo'lsa, unda nurlanish spektri yanada kengayadi. Har xil manbalardan nurlanayotgan yorug'lik (cho'g'lanish lampasi, quyosh) hamma tomonga tarqab ketadi, ulardan qandaydir optik sistema uchun parallel nurlar dastasini ajratib olish qiyin. Shuning uchun yuqoridagi yorug'lik manba'laridan quyidagi sabablarga ko'ra energiya generatorlari sifatida qo'llab bo'lmaslik sabablari: bunday manba'lar nurlanish manbalari keng spektral sohada nurlanadi; enargiya katta (fazoviy) burchak ostida taqsimlanadi. Bunday

nurlanish **spontan nurlanish** deb ataladi; u kogorent ham emas, yo'nalishga ham ega emas.

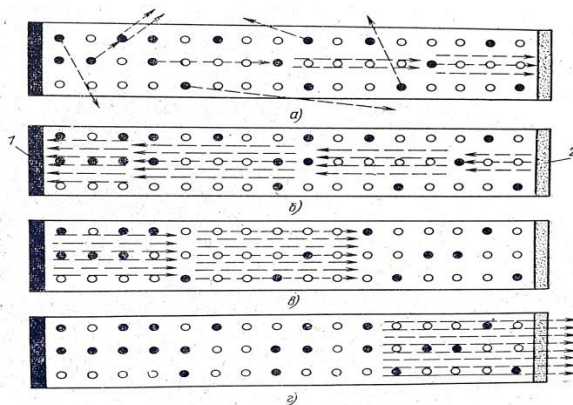
Ammo majburiy nurlanish olish imkoniyati bor, ya'ni elektromagnit to'liqini jismga tushiruvchi nurlanish.

Majburiy nurlanish olish printsiipi - lazerni ishlash asosidir. Lazerlar uchun shunday modda tanlanadiki, ularning atomlari qo'zg'atilgan holatda asosiy holatga birdaniga emas, biroz vaqt o'tgandan so'ngi oraliq holatlar o'tgandan keyin, bu oraliq holatlar **metastabil holat** deyiladi. Lazer 1-faol jism, u qattiq jism yoki aniq tarkibli gaz bo'lishi mumkin, 2- shaffof bo'lmagan, 4-yarim shaffof ko'zgular, 3- elektromagnit to'liqin uyg'otish manbasi (1-rasm) - optik pudash



46-rasm. Lazer sxemasi.

Lazerda nurlanish jarayoni quyidagicha yuzaga keladi (47-rasm)



47 – rasm. Ko'zguli rezanatorning ishlash printsipti.

Optik pudash-elektromagnit maydon berish natijasida faol jism atomlarining (qora aylana) ko'pchiligi uyg'otilgan holatda bo'ladi va birdaniga metastabil holatga o'tadi (47,a-rasm). Bu holatda atomlar nisbatan uzoq vaqt bo'lishi mumkin (bir necha millisekunddan sekungacha). Metostabil holatdagi atomlarni yorug'lik bilan nurlantirilganda (chastotasi bu holatdan asosiy holatga o'tishdagi chastotaga teng) atomlar monoxromatik nurlanib asosiy holatga birdaniga o'tadi.

Faol jism bo'yicha tarqalgan elektromagnit to'lqinlar ko'zguli rezanator (1 va 2 ko'zgular) dan ko'p marta qaytishi natijasida sezilarli kuchayadi (47-rasm,b,v), bunda faol jism chiqish tomonlarida quvvatli nurlanish shakllanadi. Bu **lazer nuri** deb ataluvchi nurlanish (2-rasm,g) 2-yarim shaffof ko'zgudan chiqadi.

Lazer tomonidan yuzaga keltirilgan nurlash qat'iy kogerentdir, yani uning chastotasi nurlantirish to'lqinining chastotasi bilan mos tushadi va fazasi ham nurlantiruvchi to'lqin fazasi bilan bir xil bo'ladi. Bundan tashqari bu nurlanish monoxromatik bo'ladi va yaxshi yo'nalishga ega. Lazer ishlashida ko'p issiqlik ajralib chiqadi, uni sovutib turish kerak.

Lazer qattiq jismlı , suyuqlikli va gazli bo'ladi. Qattiq jismlı lazerda faol jism sifatida rubin granat va h.k. kristallar, optik shishalar (silikatli, fosfatli,...) va yarimo'tkazgichlar. Suyuqlikli lazerlarda faol jism har xil kristalli siyuqliklardir.

Gazli lazerlarda neytral atomli gazlar (He+Ne, He+Xe va boshqalar), Co₂, Co gaz aralashmalari ishlatiladi.

Lazerlar uchun optik pudovchilar sifatida quvvatli lampa – chaqnagich, impulsli gazorazryadli lampalar va boshqalar ishlatiladi.

Lazer qisqa vaqt ichida fan va texnikada keng qo'llanildi. Lazer yordamida metallar payvandlanadi, 0,05-0,1mm teshiklar ochiladi, ko'z, oshqozon kabi murakkab operatsiyalarni amalga oshiradi. Bundan tashqari lazerlar golografiya aloqa, metrolagiya va giroskopiya nurlanish manbalari sifatida qo'llanilmoqda.

GOLOGRAFIYA ASOSLARI VA NOCHIZIQLI OPTIKA

1. Golografiyaning fizik asoslari

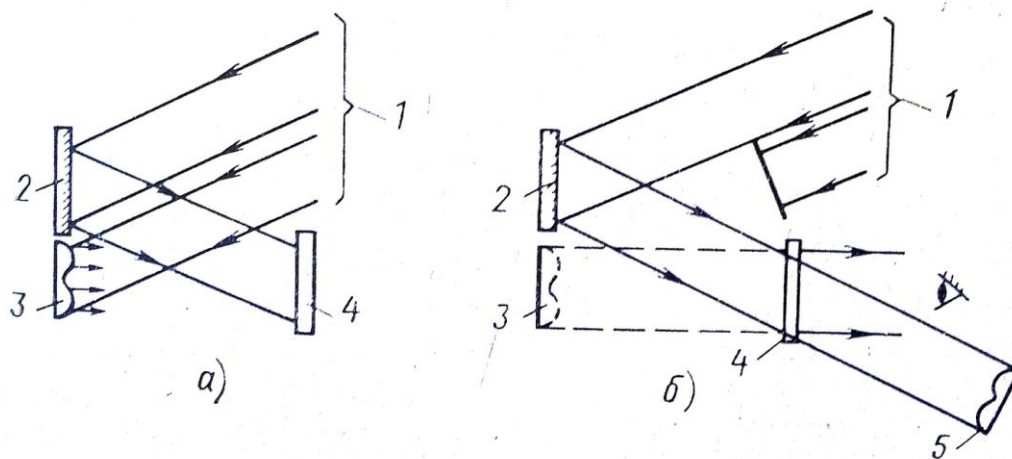
To'lqinlarni qayt qilish va qayta tiklash **golografiya** deyiladi. Uni 1948 yili Denis Gobor tomonidan taklif etilgan. Bunda to'lqinlar har-xil bo'lishi mumkin - yorug'lik, roentgen, akustik va h.k. Golografiya tarjimada grekchadan “og'irlik”, “butun”, “to'liq yozuv” degani.

Ma'lumki, to'lqin uchta parametr bilan harakterlanadi, amplituda, chastota va fazasi bilan. Oddiy optik sistema yordamida (fotoob'yektiv) gi fotografiyada va fotoplyonkada yorug'lik to'lqinining faqat amplitudasi to'g'risidagi axborotdan foydalaniladi xolos. Jismning faqat yassi tasvirini olish bilangina cheklanadigan fotografiya imkoniyati ana shu narsa bilan bog'liq. Fotografiyadagi buyumning chuqurligi, yani hajmini joylashishini bilolmaymiz. Hajmiy tasvirni olish uchun buyumdan qaytgan to'lqinning fazasini ham qayd qilish zarur. Buning uchun interferentsiya xodidasidan foydalaniladi.

Golografik jarayon tasvir paydo qilishning ikki bosqichli usulidir. Birinchi bosqichda to'lqin fronti to'liq qayd etiladi, shuning uchun shaffov va shaffov bo'lmagan buyumlar to'g'risidagi axborot eslab qolinadi va u kelgusida foydalanilishi

mumkin. Buyum tog'risidagi axborotni fotomaterialning zichligini o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladigan fotografik qayd etishdan farq ham ana shunda. Golografiyada fotografiyaga o'xshash qabul qiluvchi sifatida fotoplyonka yoki fotoplastinkadan foydalaniladi.

Fotoplyonkaning emulsiya qatlami unga tushayotgan yorug'lik intensivligini sezadi xolos. Fazoviy axborotni qayd qilish uchun nurlanish intensevligining o'zgarishini boshqarib kerak. Energiya va intensevlik amplitudaning kvadratiga to'g'ri proporsional $J \sim A^2$. Amplitudani qayd etish oson, ammo faza vaqtga bog'liq uni to'g'ridan to'g'ri qayd qiluvchi plastinkaga o'tkazib bo'lmaydi. Fazoviy axborotni golografiyada qayd qilish, ya'ni intensevlik o'zgarishiga aylantirish kogerent nurlanish manbai orqali amalga oshiriladi.



48- rasm. Golografik qurulma sxemasi

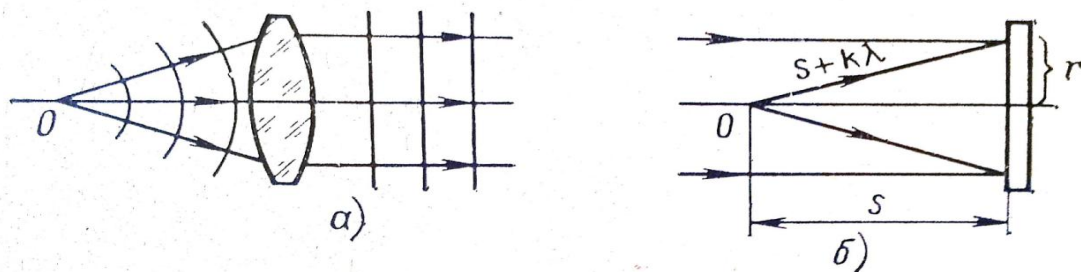
a) gologramma olish uchun; 1-kogerent nurlanish manbasidan nurlar dastasi ; 2-ko'zgu; 3-buyum; 4-fotoplastinka (gologrammali); b) to'lqin frontini tiklash uchun; 1-kogerent nurlanish manбайдan nurlar dastasi; 2-ko'zgu, 3- buyumning mavxum tasviri; 4- gologrammali fotoplastinka; 5-buyumning xaqiqiy tasviri.

3 – buyumdan tarqalgan yorug'lik to'lqini 4-fotoplastinkaga tushadi . Aynan shu plastinkaga o'sha manbaning 2- ko'zgodan qaytgan yorug'likning bir qismi tushadi. Yorug'likning bu qismi dasta (to'lqin) deyiladi . Buyumga tushayotgan nur dastasining qismi buyumli dasta deyiladi. Fotoplastinkada buyumdan qaytgan yorug'lik to'lqini to'g'risida axborot beruvchi interferentsion manzara qayt etiladi. Fotoplyonkada qayd etilgan tayanch to'lqin interogrammasi va buyumdan qaytgan to'lqin **gologramma** deyiladi.

Ikkinchi bosqich jarayonida to'lqin fronti qayta tiklash amalga oshiriladi. U fotoplastinka ochilgandan so'ng amalga oshiriladi. Buning uchun buyum olib tashlanadi, uning o'rniga gologrammali plastinka joylashtiriladi (48-rasm b). Agar endi yorug'likni oldingi manbadan plastinkaga yo'naltirsak, plastinkada interferentsion chiziqlardan difraktsiyalangan to'lqinlar boshlang'ich tushuvchi to'lqinni tiklaydi, u buyumning to'liq uch o'lchamli (hajmiy) tasvirini beradi. Agar gologramma orqali tirqish singari qarasak buyumning oldingi joyida ko'ramiz va haqiqiy kabi tuyuladi. Ammo, tabiiyki unga tegmaslik kerak, chunki gologramma buyumdan tarqalgan yorug'lik to'lqinini qayd qilgan xolos; tasvir mavhumdir.

3-mavhum tasvirdan tashqari buyumning 5 - xaqiqiy tasviri ham hosil bo'ladi (48-rasm, b). Bu tasvirni ko'rish qiyin, ammo agar o'sha joyga fotoplastinka qo'ysak, unda ikki o'lchamli rasmni olish mumkin. Haqiqiy tasvirda qabariq joylar botiq tuyuladi, va aksincha tasvir to'ntarilgan kabi ko'rinadi.

Har qanday buyumni har xil ravshanlikda yorug'lik tarqatuvchi nuqtalar to'plamidan iborat deb qarash mumkin. Agar ideal optik sistema oldingi fokusiga yorug' O nuqtani joylasak, unda bu nuqtadan tarqalayotgan nur dastasi sistemadan chiqqandan so'ng parallel bo'ladi. (49-rasm, a)



49-rasm. Gologrammaning yuzaga kelish jarayonini tushintiruvchi sxema. a) yassi ideal optik sistemada sferik to'liqlar paydo bo'lishi, b) yassi tayanch to'qinda yorug'lik tarqatuvchi nuqtaning gologrammasi paydo bo'lishi.

Tarqaluvchi nur dastasiga sferik shakldagi to'liqin parrallelga bo'lsa, yassi to'liqin mos keladi. Boshqacha aytganda, ideal optik sistema to'liqinni yassi to'liqinga aylantiradi. Agar optik sistema bo'lmasa nuqtadan tarqalayotgan sferik to'liqlar katta masofada yassi bo'lib qoladi. Har qanday murakkablikka ega bo'lgan buyumdan tarqalayotgan yorug'lik to'liqinini alohida nuqtalardan tarqalayotgan to'liqlar to'plami deb qarash mumkin. Faraz qilamiz, yorug'lik tarqalayotgan O nuqtadan S masofada fotoplastinka joylashgan bo'lsin

(49-rasm,b). O nuqtadan sferik to'liqin chiqadi. Bundan tashqari unga tik fotoplastinka yassi to'liqin tushadi O nuqtadagi va tayanch to'liqlarni korerent deb hissoylaymiz, yani ular bir hil to'liqin uzunlikga (bir hil chastotaga) ega va fazalar farqi o'zgarmas. Agar fotoplastinkaga tushayotgan to'liqlar kogerent bo'lmasa, unda ular yoritilganliklari qo'shiladi va interferogramma hosil bo'lmaydi. Golografiyada yorug'likning manbai sifatida lazerdan foydalaniladi, chunki u aytilgan talabga javob beradi.

To'lqin kogerent bo'lganda yoritilganlik qo'shilmadan, ularning fazalariga bog'liq holda yorug'lik to'lqinlari amplitudalari qo'shiladi. Amplitudalarni qo'shish qonuni quyidagi ko'rinishni oladi:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \varphi_1 - \varphi_2 \quad (1)$$

Bu yerda A_1 va A_2 – O nuqtadan chiquvchi to'lqin amplitudalari ; φ_1 va φ_2 - bu to'lqin fazalari

Agar $\varphi_1 - \varphi_2$ juft sonlarga teng bo'lsa (0,2,4...), ularning amplitudalari qo'shiladi:

$$A = A_1 + A_2 \quad (2)$$

Agar faza toq sonlarga teng bo'lsa (1,2,3...)yig'indi amplituda ularning farqiga teng

$$:A = A_1 - A_2 \quad (3)$$

Fotoplastinkada yorug' va qorong'u yo'laklar sistemasi paydo bo'ladi. Yorug' to'lakcha o'rtasiga (2) shart, qorong'u yo'lakcha o'rtasiga (3) mos keladi. Fotoplastinkada qayd etilgan yo'lakchalar sistemasi bir qator konsentrik aylanalar ko'rinishida bo'ladi. Bu shu bilan tushuntiriladiki markazdan teng uzoqlashgan fotoplastinkadagi barcha nuqtalar uchun fazalar nisbati bir xil va bundan tashqari bir halqadan ikkinchisiga o'tishda interferentsiyalangan to'lqinlar orasida yo'llar farqi bir to'lqin uzunligiga ortadi. Agar markazdagi yo'l farqini nolga teng deb olsak, unda K halqa uchun k u $k\lambda$ gat eng bo'ladi, demak K halqaning radiusi

$$r_k^2 = (S + k\lambda)^2 - S^2 = 2Sk\lambda + k^2\lambda^2 \quad (4)$$

Bunday konsentrik aylanalar sistemasi zonnali panjara yoki Frenel zonnali plastinkasidir. (4) dan ko'rinadiki, qo'shni xalqalar orasidagi masofa:

$$\Delta r_k = \frac{S\lambda - k\lambda^2}{r_k}$$

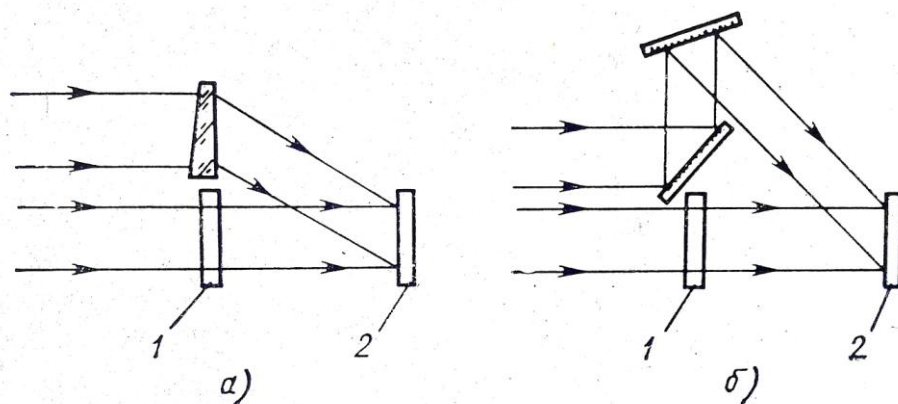
Shunday qilib, yorug'lik chiqaruvchi nuqtalar gologrammasi bir qator kontsentrik aylanalardan iborat bo'lib, yorug' halqadan qorong'u halqaga o'tish bir tekis bo'ladi va qonunga bo'ysunadi. To'lqinni tiklash uchun buyumni olib tashlab aynan fotoplastinka turgan joyga gologramma joylashtiriladi va gologrammani yassi to'lqin beruvchi, avvalgi yorug'lik manbai bilan yoritiladi. Shunday qilib, har qanday shakldagi buyum yorug'lik qaytaruvchi sistemasidan tashkil topgan, shuning uchun qandaydir buyumdan olingan gologrammani har bir nuqta yuzaga keltirgan zonali panjaralarni qo'yish uchun qarash mumkin. Bu qo'yish yorug'likning interferentsiyasi qonunlari asosida yuzaga keladi, natijada buyumning gologrammasini ifodalovchi murakkab interferentsion manzara olinadi. Tiklashda hamma interferentsialanayotgan zonali panjaralar bir - biriga bog'liq bo'lmagan holda mavjud bo'ladi, ya'ni ularning har biri uning nuqtasidagi to'lqinni tiklaydi, va demak, bu nuqtaning to'plami buyumning tasvirini beradi.

Gologramma o'zining qiziqarli hossalari bilan ajralib turadi. Masalan, agar gologrammadan negativ tayyorlansa, ajoyib natija olinadi. Yorug' joylar yorug'ligicha qoladi, qorong'u, qorong'uligaicha. Bu shu bilan tushuntiriladiki, yoritilmagan nuqtalar zonali panjarani bermaydi, shuning uchun ular negativda bo'lishi mumkin emas va tiklashda bu nuqtalar qorong'u bo'yicha qoladi.

2. Gologramma olish metodlari

Golografiya uchun qo'llaniladigan ko'plab turli qurilmalar mavjud. Manba sifatida kogerent nurlanish beruvchi lazerlardan foydalaniladi. Gologramma olish uchun sxemalarda ikki shoxcha; bir shoxcha buyumni, ikkinchisi yorug'lik dastasini hosil qiladi.

Lazerlar nurlarning ingichka dastasini nurlaydi, ularni kengaytirish va sarflanish burchagini kamaytirish uchun turli optik sistemalardan foydalaniladi.



50- rasm. Shaffof buyumlar uchun golografik qurilma sxemasi. 1- shafof buyum, 2- gologramma

3. Golografiyaning qo'llanilishi

Golografiya tasvir olishning ikki bosqichli kogerent jarayonidir, shuning uchun uni birinchi qo'llanilishida tasvir shakllantirilgan. Oddiy tasvir hosil qilish optik asboblarda, optik sistema ajratish qobiliyatiga qarab nisbatan oz sonli buyumlarni tasvirini hosil qilinadi. Boshqa tekisliklardagi boshqa buyumlarni sistemani fokuslab tasvirini olinadi. Gologrammada bo'lsa, bu buyumlar tasviri qisqa vaqt ichida olinishi mumkin.

Golografiyani qo'llanilishi mikroskopiyada imkoniyatlar yaratadi: katta maydon, yuqori ajratish va tasvirni katta chuqurligi, natijada uch o'lchamli tasvirni olish imkoniyati tug'iladi, bunda faqat kuzatish sistemasi o'zgartirilsa bo'ldi.

Golografik metodlarni qo'llashda tasvir olishga bo'g'liq bo'lmagan jarayonlarni qayd qilishda katta yutuqlarga erishildi. Bu golografik interferometriyadir. Golografiyadan yuqori darajali fotografiyada, radiolokatsiyada akustikada va boshqalar bilan kehg qo'llanilmoqda.

4. Nochiziqli optika

Nochiziqli optika – quvvatli yorug'lik dastalarining tarqalish jarayoni o'rganiladigan fizikaning optik bo'limidir va ularning modda bilan ta'siri o'rganiladi.

Odatda optik hodisalarni nochiziqli deganda ularning xarakteristikalarini yorug'lik intensivligiga bog'lanmaslik tushuniladi. Chiziqli optikada moddaning yorug'lik yutilishini qaytishini va sochilishini, yorug'lik to'lqinini chastotasi va qutblanishini aniqlovchi xarakteristikalar aniqlanadi. Moddaning yorug'lik bilan o'zaro ta'siri effektini sinflaydigan asosiy shkalasi chastota yoki to'lqin uzunligidir. Bu shkalaning asosida ularning o'zaro ta'siri jarayonida yorug'lik chastotasi o'zgarmaydi. Yorug'likning shaffof muhit bilan o'zaro ta'sirini miqdoriy va sifatij natijalar sindirish, yutilish koeffitsenti va sochilish yorug'likning intensivligiga bog'liq emas. Masalan, sindirish ko'rsatgichi $n_0=c/g$ bu yerda, c - yorug'likning bo'shliqdagi tezligi ; g - muhitdagi tezligi – muhit uchun va berilgan to'lqin uzunliklari uchun o'zgarmasdir.

Yorug'likning yutilish qonuni tenglamasi

$$I = I_0 e^{-\alpha l}$$

Bu yerda I_0 - tushuvchi yorug'lik intensevligi , I – muhitdan o'tgan yorug'lik intensivligi, l – yorug'likning muhitda bosib o'tgan yo'li, α - yutilish koeffitsientlari ayni muhit uchun o'zgarmas kattalikdir. Birlamchi parallel nurlarning dastasi bo'shliqdan o'tadimi yoki moddadanmi, baribir tarqaladi. Difraksiya bilan aniqlanadigan nur dastasining tarqalish burchagi

$$\theta = \frac{1,22\lambda}{n_0 D}$$

Bu yerda D - dastaning diametri yoki kengligi, nurlanish intensivligiga bog'liq emas

Turli chastotali yorug'lik to'lqinlari muhitda bir - biriga big'liq bo'lmagan holda mustaqil tarqaladi, ya'ni o'z printsipiga amal qiladi.

Kuchli lazerlar yaratilgandan so'ng turli muhitlarda optik effektlar harakterini yo'rug'lik intensivligiga bog'liqligi o'rganildi. Bu tadqiqotlar fizikaning yangi sohasi – **nochiziqli optikani** paydo bo'lishiga olib keldi.

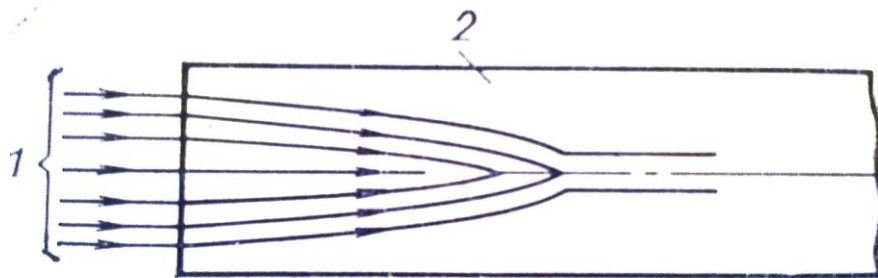
Quvvati $10^8 - 10^9$ Vt/sm² dan ortiq bo'lgan yorug'lik dastasi bilan o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatkichi, optik hodisalarning miqdoriy sifatiy xarakterlari yorug'lik intensivligiga bog'liq ekan. Yorug'lik tarqalishidagi intensivlik katta qiymatlarida muhitning spektral tuzilishi o'zgaradi, ya'ni chastotasi o'zgaradi. Suyuqlik va kristallarda yorug'likning tarqalishida uning spektrida optik garmonik deb ataluvchi tushuvchi nurga nisbatan ko'p marta chastota yuzaga keladi. Masalan, kvars kristalini to'lqin uzunligi $\lambda = 694.3\text{nm}$ bo'lgan lazer bilan nurlanganda unda to'lqin uzunligi $\lambda = 374.1\text{nm}$ bo'lgan ultrabinafsha nurlanish yuzaga keladi. Ko'zga ko'rinmaydigan infraqizil nur (to'lqin uzunligi $\lambda = 1060\text{nm}$ bo'lgan lazer shishaga ta'sida) spektrning ko'rinuvchi soxasi tolqin uzunligi $\lambda = 533\text{nm}$ yashil spektr soxasini beradi. Quvvatli lazer dastalarida muhitning shaffofligi sezilarli o'zgaradi. Past chastotada shaffof bo'lgan ba'zi muhitlar kuchli nurlanish uchun shaffof bo'lmay qoladi, aksincha, yani boshqalarida muhit qorong'ulashadi. Asosiy chastotaga ko'p marta nurlanishni yuzaga kelishi nochiziqli qutblanishni paydo bo'lishiga olib keladi, natijada sindirish ko'rsatkichi nochiziqli bo'lib qoladi. Sindirish ko'rsatkichi n_1 ni elektr maydoni E bilan bog'lanishi quyidagi tenglama bilan ifodalanishi quyidagicha:

$$n_1 = n_0 + n_2 E^2$$

bu yerda n_0 – Ega bog'liq bo'lmagan doimiy, $n_2 > 0$. Qo'shimcha had $n_2 E^2$ qancha katta bo'lsa, tushuvchi nur intensivligi ham shuncha kata bo'ladi.

n_0 ga nohiziqli qo'shimchani paydo bo'lishi yorug'likning muhitdagi xususiy tezligi, bundan tashqari yutilish koeffitsienti o'zgaradi, bunda bu o'zgarishlar to'lqin amplitudasining o'zgarishini kvadratiga proporsional.

Kuchli yorug'lik maydonida muhitning sindirish ko'rsatkichini o'zgarishi bilan yorug'likning o'z - o'zidan fokuslanishi yuzaga keladi, bu maydonning kuchayishi bilan sindirish ko'rsatkichini o'sganida yuzaga keladi. Bu m dasta egallagan soha optik jihatdan zijroq bo'lib qoladi va dastaning chetki nurlari markaz tomon og'adi (6-rasm). Oddiy yig'uvchi linzada fokuslanishga o'hshash dasta nurlarining o'z - o'zidan siqilishi yuzaga keladi. Farqi, orqa fokusda kuzatiladi.



51 – rasm. Muhitda yorug'likning o'z – o'zidan fokuslanishi. 1 – quvvatli yorug'lik to'lqini; 2 – sindirish ko'rsatkichi nohiziqli o'zgaradigan muhit;

Lazer dastasi bir nuqtaga fokuslanmasdan kichik qalinlikdagi yorug'lik ipi (λ tartibida) bo'ylab fokuslanadi, u juda kichik yashash vaqtiga ega (10^{-9} - 10^{-10} s). Bundan tashqari lazerli impulslardagi quvvat vaqt bo'yicha o'zgaradi, shuning uchun nohiziqli linzaning "focus masofasi" o'zgaradi. Natijada harakatlanuvchi fokus yuzaga kelib, uni tezligi 10^8 sm/s ga yetadi. Nohiziqli optikada qaytish va sinish qonuni amalga oshadi. Bu yerda ham katta intensivlikda yangi hodisalar yuzaga keladi. Qaytgan yorug'likda tushuvchi yorug'likni ikkinchi garmonikasi yuzaga keladi, asosiy chastotali yorug'likning yo'nalishiga mos kelmaydi.

Nochiziqli optika fizik optikani tez rivojlanayotgan bo'limi bo'lib. Yangi hodisalarni kashf etilishini kutish mumkin.

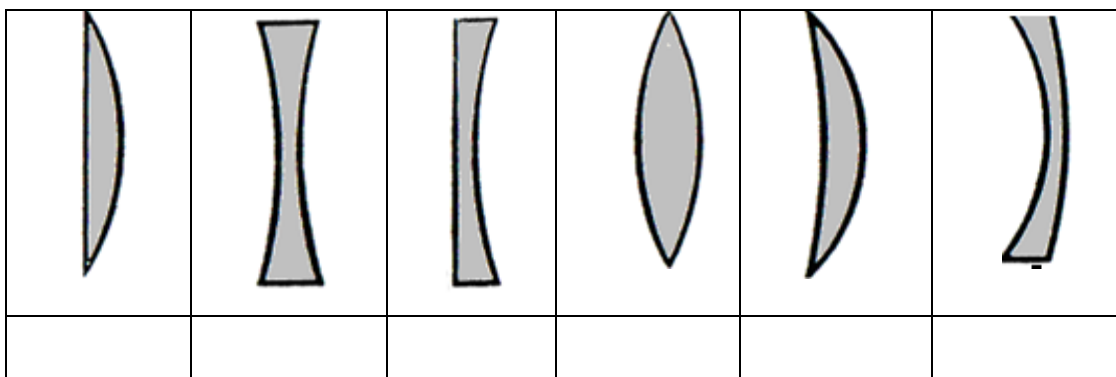
Takrorlash savollari.

1. Golografiya nima?
2. Golografik jarayon qanday bosqichlarga ajraladi va har bir bosqich nimadan iborat?
3. Gologrammani qayt etish uchun sxema va uni tiklash sxemasini tuzing?
4. Yorqin nuqta gologrammasi nima?
5. Buyumning gologrammasi qanday hosil bo'ladi?
6. Gologramma qanday xossalarga ega?
7. Shaffof bo'lgani uchun gologramma olish uchun qanday sxema qo'llaniladi?
8. Jismlar, qaytuvchi yorug'lik gologrammasini olish uchun asosiy sxemalarni sanab o'tinig?
9. Golografik mikraskopning afzalligi nimadan iborat?
10. Nochiziqli optika nima?

“OPTIKA” moduli bo'yicha test topshiriqlari

BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA BILISHGA OID NOSTANDART TEST TOPSHIRIQLARI

1. Linzaning turlarini aniqlang va jadvalga har bir rasm ostiga mos raqamlarni yozing.
1. ikki yoqlama qavariq linza, 2. qavariq botiq linza, 3. yassi qavariq linza, 4. yassi botiq linza, 5. botiq qavariq linza, 6. ikki yoqlama botiq linza,



Rasmi va ko'p javobli nastandart test javobi quyidagicha bo'ladi

3	6	4	1	2	5
---	---	---	---	---	---

2. Fotometrik kattaliklar formulalarini toping va jadvalga har bir formula ostiga mos raqamni yozing.

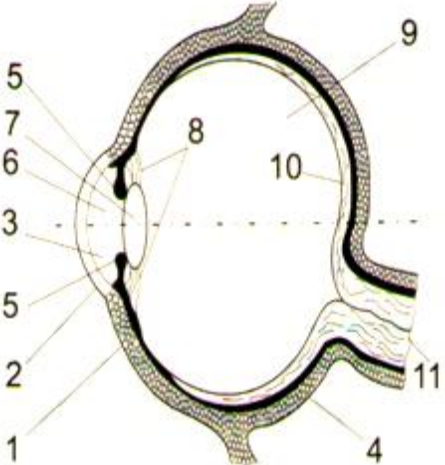
1) Yorug'lik oqimi, 2) Yorug'lik kuchi, 3) Yoritilganlik, 4) Yorituvchanlik, 5) Ravshanlik

$\frac{dQ}{\tau} = d\Phi$	$E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$	$I = \frac{\Phi}{4\pi}$	$B_e = \frac{I_e}{S}$	$S = \frac{\Phi}{\sigma}$
1	3	2	5	4

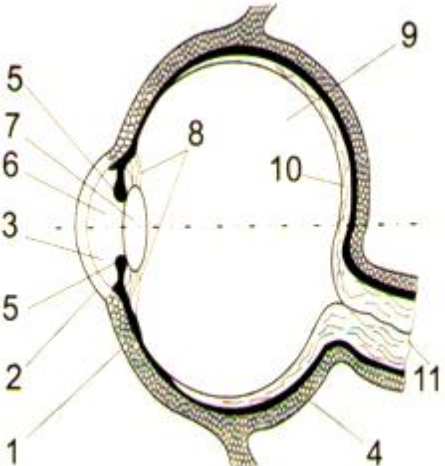
Javobi

$\frac{dQ}{\tau} = d\Phi$	$I = \frac{\Phi}{4\pi}$	$E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$	$S = \frac{\Phi}{\sigma}$	$B_e = \frac{I_e}{S}$
---------------------------	-------------------------	---------------------------------	---------------------------	-----------------------

3. Rasmda berilgan ko'z qismlariga mos raqamlarni yozing va aniqlang

	Ko'z qismlari	Raqamlar
	Gavhar	
	Oq parda	
	Muskul	
	Shox parda	
	Ko'z tubi	
	kamera	
	To'r parda	
	Tomirli parda	
	Ko'rishnervlarining tarmoqlari	
	Kamalak parda	
	Qorachiq	

Javobi

	Ko'z qismlari	Raqamlar
	Gavhar	7
	Oq parda	1
	Muskul	8
	Shox parda	2
	Ko'z tubi	9
	kamera	3
	To'r parda	10

	Tomirli parda	4
	Ko'rishnervlarining tarmoqlari	11
	Kamalak parda	5
	Qorachiq	6

**BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA TUSHINISHGA OID NOSTANDART
TEST TOPSHIRIQLARI**

1. Fotometrik kattaliklarning ta'riflari bilan juftlang.

1	Yorug'lik kuchi	A	Ko'z sezgirligidan nurlanish oqimi
2	Yorug'lik oqimi	B	Birlik fazoviy burchakga to'g'ri keladigan nurlanish oqimi
3	Yorituvchanlik	C	Yuzaga tushayotgan sirtiy nurlanish oqimi
4	Yoritilganlik	D	Nurlanayotgan oqim sirtiy zichligi

Javobi

Javob	1-B	2-A	3-D	4-C
-------	-----	-----	-----	-----

2. Fotometrik kattaliklarning formulalari bilan juftlang.

1	Yorug'lik kuchi	A	$\Phi_e = \frac{W}{t}$
2	Yorug'lik oqimi	B	$I = \frac{\Phi}{\Omega}$
3	Ravshanlik	C	$E = \frac{\Phi}{S}$

4	Yoritilganlik	D	$B = \frac{I}{S \cos E}$
----------	----------------------	----------	--------------------------

Javobi

Javob	1-B	2-A	3-D	4-C
-------	-----	-----	-----	-----

Fotometrik kattaliklarning birliklari bilan juftlang.

1	Yorug'lik kuchi	A	lyumen
2	Yorug'lik oqimi	B	kandela
3	Ravshanlik	C	lyuks
4	Yoritilganlik	D	kd/m ²

Javobi

Javob	1-B	2-A	3-D	4-C
-------	-----	-----	-----	-----

**BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA QO'LLASHGA OID NOSTANDART
TEST TOPSHIRIQLARI**

1. Fotometrik va mexanik kattaliklarga mos raqamlarni jadvalning o'ng tomoniga yozing.

1) tezlik, 2) yorug'lik kuchi, 3) tezlanish, 4) yo'l, 5) Yorug'lik oqimi 6) Yoritilganlik, 7) ko'chish, 8) Yorituvchanlik, 9) Ravshanlik, 10) vaqt, 11) kuch, 12) massa

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	
mexanik	

Javobi

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	2, 5, 6, 8, 9
mexanik	1, 3,4, 7, 10, 11, 12

2. Fotometrik va mexanik formulalarga mos raqamlarni jadvalning o'ng tomoniga

yozing. 1) $v = \frac{S}{t}$, 2) $I = \frac{\Phi}{\Omega}$, 3) $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$, 4) $S = vt$, 5) $\Phi_e = \frac{w}{t}$ 6) $E = \frac{\Phi}{S}$, 7) $F = ma$,

8) $R = \frac{\Phi}{S}$, 9) $B = \frac{I}{S \cos E}$, 10) $t = \frac{S}{v}$, 11) $F = \mu mg$, 12) $m = \rho V$

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	
mexanik	

Javobi

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	2, 5, 6, 8, 9
mexanik	1, 3,4, 7, 10, 11, 12

3. Fotometrik va mexanik kattaliklarning birliklariga mos raqamlarni jadvalning o'ng tomoniga yozing.

1) m/s, 2) kd, 3) m/s², 4) m, 5) lm 6) lk, 7) m², 8) lm/m², 9) Vt/(sr*m²), 10) s, 11)N, 12) kg

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	
mexanik	

Javobi

Kattaliklarning turi	Javob raqamlar
fotometrik	2, 5, 6, 8, 9
mexanik	1, 3,4, 7, 10, 11, 12

BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA ANALIZGA OID NOSTANDART TEST TOPSHIRIQLARI

1. Quyida berilgan fikrlarning qaysi biri to'g'ri.

A) Teleskoplarda ob'ektiv linzalardan iborat bo'lsa, refraktorda ob'ektiv sifatida ko'zgu olinadi.

B) Ko'zning old qismida yoysimon tiniq shoxparda joylashgan.

C) Yorug'lik oqimi formulasi $I = \frac{\Phi}{\Omega}$

D) Yorug'likkuchi formulasi $R = \frac{\Phi}{S}$

E) Yorug'lik linzaning optik markazidan o'tganda o'z yo'lini o'zgartirmaydi.

F) Yorug'lik hodisalari hamda yorug'lik nurlariga asoslangan linza, ko'zgu, prizma kabi optik sistemalardan tuzilgan qurilmalar optik asboblardir deyiladi.

G)



sochuvchi linzalar turlari

Javob: A, B, E, F

2. Quyida berilgan fikrlarning qaysi biri noto'g'ri.

- A) Mikroskopning umumiy kattalashtirishi ob'ektiv va okulyar kattalashtirishlarining ko'paytmasiga teng
- B) Mikroskopning umumiy kattalashtirishi ob'ektiv va okulyar kattalashtirishlarining ayirmasiga teng
- C) Buyum fokus bilan optik markaz oralig'ida, tasvir mavxum, to'g'ri, kattalashgan
- D) Buyum fokus bilan optik markaz oralig'ida, tasvir xaqiqiy, to'g'ri, kattalashgan
- E) Buyum birlamchi va ikkilamchi fokuslar oralig'ida, tasvir ikkilangan, fokusdan tashqarida, xaqiqiy, teskari, kattalashgan.
- F) Buyum fokus bilan optik markaz oralig'ida, tasvir mavxum, to'g'ri, kichiklashgan.

Javob: B, D, F

3. Quyida nomlari keltirilgan asboblarni turlarga ajrating.

- 1) dinometr, 2) mikroskop, 3) ampermetr, 4) voltmeter, 5) lyuksometr, 6) spidometr 7) teleskop 8) Ommetr 9) refraktometr 10) Lupa 11) proeksion apparat 12) fotoapparat

Fizik asboblari	Жавоб рақамлари
Optik asboblari	
Mexanik asboblari	
Elektrik asboblari	

Javob:

Fizik asboblari	Жавоб рақамлари
Optik asboblari	2,5,7,9,10,11,12
Mexanik asboblari	1,6
Elektrik asboblari	3,4,8

BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA SINTEZGA OID NOSTANDART TEST
TOPSHIRIQLARI

1. Fizik masalalarni yechish qanday ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

1. fizik masalalarda berilganlar yozib olinadi.
2. mavzuga doir formulalar yozib olinadi
3. masalaga tegishli bo'lgan formula keltirib chiqariladi
4. masala uchun shartlar qo'yiladi
5. masaladagi kattaliklar ta'riflanadi
6. masaladagi kattaliklarni birliklari izohlanadi
7. keltirib chiqarilgan formulaga berilgan qiymatlar qo'yiladi
8. matematik hisob kitoblar bajariladi
9. topilgan javob tekshib ko'riladi

Javob: 1,3,7,8,9

**BLUM TAKSONOMIYASI BO'YICHA XULOSA YASASHGA OID
NOSTANDART TEST TOPSHIRIQLARI**

1. Quyida beriladigan fikrlarning qaysilari to'g'ri? Javoblar jadvaliga "ha" yoki "yo'q" so'zlarini yozing

- A) buyumni linzaga nisbatan joylashishiga qarab tasvirning chiziqli o'lchamlari o'zgaradi.
- B) Odatda tasvirning chiziqli o'lchamini buyum chiziqli o'lchamiga nisbati chiziqli kattalashtirish deyiladi.
- C) Linza formulasiga asosan yig'uvchi linzalarda $F < d < 2F$ shartda tasvir mavxum, kichiklashgan bo'ladi
- D) Linza formulasiga asosan yig'uvchi linzalarda $F < d < 2F$ shartda tasvir haqiqiy kattalashgan bo'ladi
- E) Ko'zdagi yorug'likni seza oladigan qatlam to'r parda hisoblanadi.

F) Yorug'lik shox parda, qorachiq, gavhar va shishasimon jismlardan o'tib ko'zning to'r pardasini yoritishda ko'rish nervlariga ta'sir etish bilan miyada sub`ektiv ko'rish sezgisini hosil qiladi.

G) Botiq linzalarda tasvir haqiqiydir.

Javob:

A	B	C	D	E	F	G
ha	ha	Yo'q	ha	ha	ha	Yo'q

2. Quyida beriladigan fikrlarning qaysilari noto'g'ri? Javoblar jadvaliga "ha" yoki "yo'q" so'zlarini yozing

A) Buyum fokusda, tasvir cheksizlikda

B) Buyum cheksizlikda, tasvir fokusda

C) Buyum ikkilangan fokusdan tashqarida, tasvir birlamchi va ikkilamchi fokuslar oralig'ida, xaqiqiy, to'g'ri, kichiklashgan

D) Buyum ikkilangan fokusda, tasvir o'ziga teng, teskari, xaqiqiy, ikkilangan fokusda

E) Buyum birlamchi va ikkilamchi fokuslar oralig'ida, tasvir ikkilangan, fokusdan tashqarida, xaqiqiy, teskari, kichiklashgan

F) Buyum fokus bilan optik markaz oralig'ida, tasvir xaqiqiy, to'g'ri, kattalashgan

Javob:

A	B	C	D	E	F	G
Yo'q	Yo'q	ha	Yo'q	ha	ha	Yo'q

SINISH VA QAYTISH

1. Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'lishi mumkinmi?

A) mumkin emas

V) har doim

S) tushish burchagiga bog'liq

D) tushish burchagi va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq

2. Tushuvchi va qaytuvchi yorug'lik nurlari orasidagi burchak α bo'lsa, qaytish burchagini toping.

A) $\alpha/2$

V) $90^\circ - \alpha$

S) $90^\circ - \alpha/2$

D) 2α

3. Yorug'lik nuri bir muxitdan optik zichligi kattaroq bo'lgan ikkinchi muxitga sinib o'tganda...

A) sinish burchagi tushish burchagidan kattaroq bo'ladi

V) sinish burchagi tushish burchagidan kichikroq bo'ladi

S) sinish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi

D) javob tushish burchagiga bog'liq

4. Yorug'lik sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan muxitdan sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lgan muxitga o'tishida to'la ichki qaytishning chegaraviy burchagi α qaysi ifodadan aniqlanadi.

A) $\sin \alpha = 1/n_1$

V) $\sin \alpha = 1/n_2$

S) $\sin \alpha = n_2/n_1$

D) $\sin \alpha = n_1/n_2$

5. Nurtola (svetovod)larning ish printsiipi nimaga asoslangan?

A) yorug'lik dispertsiyasiga

V) yorug'lik interferentsiyasiga

S) yorug'likning sinishiga

D) to'la ichki qaytish xodisasiga

6. Yorug'lik vakumdan sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan muxitga o'tyapti quyidagi fikrlardan qaysi biri to'g'ri?

A) Yorug'lik chastota va to'lqin uzunligi n marta kamayadi.

B) Yorug'lik to'lqin uzunligi va tezligi n marta kamayadi.

S) Yorug'lik chastotasi va tezligi o'zgarmaydi.

D) Yorug'lik to'lqin uzunligi n marta ortadi chastotasi n marta kamayadi.

7. Qaysi rangli nur spektroskop prizmasida eng katta burchakka og'adi?

A) binafsha

V) yashil

S) qizil

D) ko'k

8. Qanday muxitda yorug'lik nurlari egri chiziq bo'lishi mumkin

A) bir jinsli muxitda

V) suyuq muxitda

S) monokristallda

D) sindirish ko'rsatkichi nuqtadan nuqtaga uzluksiz o'zgaruvchi muxitda

9. Zangori shisha orqali qizil qog'ozga qaralsa, u qanday rangda ko'rinadi?

A) qora

V) zangori

S) qizil

D) oq

10. Yorug'lik to'lqinlarining vakuumda tarqalish tezligi nimalarga bog'liq?

A) faqat to'lqin uzunligiga

V) faqat chastotasiga

S) faqat amplitudasiga

D) amplituda va chastotasiga

LINZALAR

11. Buyum linzadan uning ikkilangan fokus masofasidan uzoqda joylashsa, hosil bo'lgan tasvir qanday bo'ladi?

A) haqiqiy, kichraygan

V) haqiqiy, kattalashgan

S) mavxum, kattalashgan

D) haqiqiy, teng

12. Sochuvchi linza uchun linza formulasining ifodasi qaysi javobda berilgan?

A) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

V) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

S) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

D) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

13. Odam ko'zining to'r pardasida ko'rilayotgan buyumning qanday tasviri paydo bo'ladi?

A) xaqiqiy, to'g'ri

V) mavxum, to'g'ri

S) xaqiqiy, teskari

D) mavxum, teskari

14. Linzaning optik kuchi birligi to'g'ri ko'rsatilgan javobni tanlang?

A) dioptrya

V) metr

S) lyuks

D) kandela

15. Yig'uvchi linza yordamida mavxum tasvir xosil qilish uchun buyum ... joylashgan bo'lishi kerak. Nuqtalar o'rniga to'g'risini tanlab qo'ying.

- A) linza va fokus orasida
- V) linza va ikkilangan fokus masofasi orasida
- S) ikkilangan fokusdan keyin
- D) linza fokusida

FOTOMETRIYA ASOSLARI

16. Yorug'lik kuchining o'lchov birligini ko'rsating.

- A) sham
- V) lyuks
- S) lyumen
- D) kandela

17. Yoritilganlikni o'lchov birligini ko'rsating

- A) sham
- V) lyuks
- S) lyumen
- D) kandela

18. Yorug'lik oqimini o'lchov birligini ko'rsating

- A) Fot
- V) SHam

S) Lyumen

D) Lyuks

19. Yoritilganlikni o'lchaydigan asbobni ko'rsating

A) Buzin fotometri

V) Lyummer-Brodzun fotometri

S) Lyuksometr

D) Saxorometr

20. Yoritilganlik formulasi to'g'ri ko'rsatilgan javobni tanlang.

A) $E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$

V) $E = \frac{I \cos \alpha}{R}$

S) $E = \frac{I}{\sigma}$

D) $E = \frac{I}{R}$

YORUG'LIKNING TO'LQIN XOSSASI

21. Ikki kogerent yorug'lik to'lqini uchrashganda ekranda xosil bo'ladigan ikki kuchli interferentsion maksimumlar orasidagi masofa qaysi formula bilan aniqlanadi.

A) $\Delta X = (P_2 - P_1) \frac{dl}{\lambda}$

V) $\Delta X = (P_2 - P_1) \frac{\lambda}{d}$

$$S) \Delta X = (P_2 - P_1) \frac{d}{l}$$

$$D) \Delta X = (P_2 - P_1) \frac{l\lambda}{d}$$

22. Yorug'lik difraktsiyasi deb nimaga aytiladi?

- A) Yorug'likning bir-biriga qo'shilishi.
- B) Yorug'lik to'lqinlarining to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi
- C) Yorug'lik to'lqinlarining to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonunidan chetga chiqishi.
- D) Yorug'lik to'lqinlarining tirqishdan o'tib yoyilishi.

23. Kogerent yorug'lik to'lqinlari deb nimaga aytiladi?

- A) CHastotalari bir xil to'lqinlarga
- B) Fazalar farqi o'zgarmas to'lqinlarga
- C) Yorug'lik hamda to'lqin xususiyatiga ega bo'lgan to'lqinlarga.
- D) CHastotalari bir xil, fazalar farqi o'zgarmas to'lqinlarga

24. Yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonunidan chetga chiqishi qanday xodisa deb ataladi?

- A) Dispertsiya.
- B) Interferentsiya
- C) Difraktsiya
- D) Abberatsiya

25. Quyidagi ifodalardan qaysi biri difraksiyon panjaradan o'tgan monoxromatik yorug'likni min shartini ifodalaydi?

A) $(a + b)\sin \varphi = m\lambda$

B) $d \sin \varphi = \pm m\lambda$

C) $(a + b)\sin \varphi = (2\lambda + 1)\frac{m}{2}$

D) $d \sin \varphi = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$

26. Dispersiya xodisasi qanday qonuniyatlarga asoslangan?

A) Sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'ldin uzunligiga mos xolda o'zgarishi

V) Prizmaga tushayotgan nur tushish burchagini o'zgarishi

S) Yorug'likning rangiga mos xolda o'zgarishi

D) Prizma materiali sindirish ko'rsatkichining o'zgarishi

27. Jamen interferometri qanday qo'llanishlarga ega?

A) Anik tasvir xosil qilishda

V) Burchaklarni anik o'lchashda

S) Sirtlarga berish sifatini tekshirishda

D) gazsimon moddalarning sindirish ko'rsatkichini aniqlashda

28. Yorug'lik qaysi xolatdan o'tganda Fraungoffer difraksiyasi kuzatiladi?

A) Dumalok teshikdan

V) Teshiklardan

S) Tor tirqishdan

D) Tirqishlar to'plamidan

29. Bryuster qonunini ko'rsating.

A) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$

V) $tgi_0 = n$

S) $\varphi = \alpha d$

D) $I \sim \frac{1}{\lambda^4}$

30. Yorug'lik interferentsiyasi deb nimaga aytiladi?

A) Yorug'lik to'lkinlari qo'shilishi

V) Yorug'lik to'lqinlarining bir-birini kuchaytirishi

S) Yorug'lik to'lqinlarining bir-birini susaytirishi

D) Kogorent yorug'lik to'lqinlari uchrashganda bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi

31. Difraksion panjara deb nimaga aytiladi?

A) Tor tirqishlar to'plamiga

V) Tiniqmas to'siqlar bilan ajratilgan tirqishlar to'plamiga

S) Yetti xil rangli chiziq xosil qiluvchi tirqishlar to'plamiga

D) Tirqishlari ko'p bo'lgan qurilmaga

32. Yorug'lik dispersiyasi deb nimaga aytiladi?

A) Oq yorug'likni shisha prizmada sinishi

V) Oq yorug'likni shisha prizmada rangli nurlarga ajralishi

S) Modda sindirish ko'rsatkichini yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq xolda o'zgarishi

D) Modda sindirish ko'rsatkichini yorug'lik to'lqini davriga bog'liq bo'lishi

33. Nima uchun rentgen nurlarining difraktsiyasini kuzatish uchun oddiy difraktsion panjarani qo'llab bo'lmaydi?

A) Rentgen nurlari o'tuvchan bo'lganligi uchun

V) Rentgen nurlarining to'lqin uzunligi yorug'lik to'lqini uzunligidan katta bo'lganligi uchun

S) Rentgen nurlarining to'lqin uzunligi yorug'lik to'lqini uzunligidan ming marta kichik bo'lganligi uchun

D) Rentgen nurini ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lmaganligi uchun

34. Yorug'likning yutilishi qaysi qonuniyat asosida bo'ladi?

A) Malyus qonuni

V) Bryuster qonuni

S) Buger qonuni

D) Qutblanish tekisligining buralishi

35. Yorug'lik dispersiyasi kaysi funktsiya orkali xarakterlanadi?

A) $n = f(\lambda)$

V) $n = f\left(\frac{c}{v}\right)$

S) $n = f(c)$

D) $n = f(v)$

36. Normal dispersiya deb nimaga aytiladi?

A) λ kamayishi bilan n kamayishiga

V) λ kamayishi bilan n ortishiga

S) λ ga mos xolda n o'zgarishiga

D) λ ga bog'liq bo'lmagan xolda n o'zgarishiga

37. Yorug'likning sochilishi qaysi qonunga bo'ysinadi?

A) Nurning ikkilanib sinish qonuniga

V) Malyus qonuniga

S) Reley qonuniga

D) Dispersiya qonuniga

38. Ng'yuton halqalari qanday xodisa asosida kuzatiladi.

A) Difraksiya

V) Interferentsiya

S) Dispersiya

D) anizotropiya

39. Tabiiy yorug'lik qanday to'lqinlardan iborat?

- A) Sinusoidal
- V) Ko'ndalang
- S) Bo'ylama
- D) O'zaro tik elektromagnit to'lqinlaridan

40. Kogerent yorug'lik nurlarini olish usullarini ko'rsating

- A) Frenklinning zonalar metodi
- V) Ko'zgu , Biprizma, yung usullari
- S) Dispersiya
- D) Distortsiya

Javobi:

Savol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Javob	A	A	B	C	C	B	C	D	A	B	A	C	C	A	A	D	B	C	C	A	B	C	D	C	D
Savol	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
Javob	A	D	B	B	D	B	C	B	C	A	C	C	C	D	A										

Modul bo'yicha nazorat savollari

1. Optika fizikaning qanday bo'limi?
2. Yorug'lik manbalarini sanab bering?
3. Monoxromatik yorug'lik nima?
4. Yorug'likning qaytish qonuni aytib bering?
5. Ko'zguga ta'rif bering?
6. Yassi ko'zgu nima?

7. Xaqiqiy tasvir qachon hosil bo'ladi?
8. Mavxum tasvir qachon hosil bo'ladi?
9. Cferik ko'zgu nima?
10. Yorug'likning sinish qonuni aytib bering?
11. Absolyut sindirish ko'rsatkichini tushuntiring?
12. Linzaga ta'rif bering?
13. Yig'uvchi linzaga ta'rif bering?
14. Sochuvchi linzaga ta'rif bering?
15. Lupaning tuzulishini tushintiring?
16. Proeksion apparat qanday asbob?
17. ikroskopning ishlash printsipini tushuntiring?
18. Yorug'lik nurlanishiga ta'rif bering?
19. Yorug'lik oqimi formulasini yozing?
20. Yorug'lik kuchi formulasini yozing?
21. Yoritilganlik formulasini yozing?
22. Yoritilganlikning 1-qonuni formulasini yozing?
23. Yoritilganlikning 2-qonuni formulasini yozing?

KEYSLAR TO'PLAMI

Keys – 1

Ma'lumki, yorug'lik manbadan chiqadi va materiyaning bir turi sifatida fazo bo'ylab tarqaladi. U yorug'lik oqimi, yorug'lik kuchi, yoritilganlik, ravshanlik kabi kattaliklar bilan xarakterlanadi. Bu kattaliklarning ayrimlari yorug'lik manbaini xarakterlaydi. Ayrimlari yoritilayotgan yuzani xarakterlaydi. Ularning bir –biriga bo'g'liqligini tushuntiring.

Savollar

1. Yorug'lik oqimi nima u qanday kattaliklarga bog'liq?

2. Yorug'lik manbaini va yoritilayotgan yuzani xarakterlaydigan kattaliklar deganda qanday fizik kattaliklar tushuniladi?
3. Fotometriya qonunlarini tushuntiring?

Keysni yechish jarayoni

1. Tinglovchilar keysni mohiyatini kichik guruxlarda muhokama qiladilar.
2. Yorug'lik manbaini xarakterlovchi kattaliklarni aniqlaydilar.
3. Yoritilayotgan yuzani xarakterlovchi kattaliklarni aniqlaydilar.
4. Yorug'likning tarqalishi muhitlarga bog'liqligini muhokama etadilar.
5. Yorug'likning muhitlarda tarqalishini misollar yordamida tushuntirib beradilar.

O'qituvchining yechimi

Yorug'lik manbalarini xarakterlovchi fotometrik kattaliklar yorug'lik oqimi va yorug'lik kuchidir. Yoritilayotgan yuzani xarakterlovchi fotometrik kattaliklar esa yoritilganlik va ravshanlikdir. Bu kattaliklarni bir – birisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Sirtga tushayotgan yorug'lik nuri sirtni qay darajada yoritishi yorug'lik nuri tushayotgan muhitga bog'liq bo'ladi. Masalan, transport vositalarida yoritgich faralariga mahsus moslagichlar o'rnatiladi. Ular yordamida faralardan chiqayotgan yorug'lik nurini yorug'lik tarqalayotgan muhitning holati (quyoshli, tumanli, yomg'ir yoki qorli) ga qarab moslanadi.

KEYS – 2

Bizga ma'lumki, mikroskop va teleskoplar tuzilishi jixatidan bir xil, ob'ektiv va okulyardan iborat bo'lgan optik asboblarni hisoblanadi. Juda mayda jismlarni, xatto mayda zarralarni kuchli kattalashtirishga mo'ljallangan optik asbob mikroskopdir. Uzoqdagi narsalar (osmon jismlari) ni kuchli kichiklashtirishga mo'ljallangan optik asbob teleskopdir. Mikroskop va teleskoplarning bajarish vazifasiga qarab, o'xshashlik va farqini aniqlang.

Savollar

1. Linza deb nimaga aytiladi.
2. Linzaning optik markazi, optik o'qi va bosh fokusga ta'rif bering.
3. Optik asboblarga ta'rif bering.
4. Mikroskopning ishlash printsipini tushuntiring.
5. Teleskopning ishlash printsipini tushuntiring.

Keysni yechish jarayoni

1. Tinglovchilar keysni mohiyatini kichik guruxlarda muhokama qiladilar.
2. Mikroskop nima vazifani bajarishini aniqlaydilar.
3. Teleskop nima vazifani bajarishini aniqlaydilar.
4. Mikroskop va teleskopning o'xshashlik tomonlarini muhokama etadilar.
5. Mikroskop va teleskopning bir–biridan farqli tomonlarini muhokama etadilar.

O'qituvchining yechimi

Mikroskop va teleskoplar tuzilishi jixatidan bir xil, ob'ektiv va okulyardan iborat bo'lgan optik asboblardan hisoblanadi. Juda mayda jismlarni, xatto mayda zarralarni kuchli kattalashtirishga mo'ljallangan optik asbob mikroskop deyiladi. Uzoqdagi narsalar (osmon jismlari) ni kuchli kichiklashtirishga mo'ljallangan optik asbob teleskop deyiladi. Mikroskopni buyumga qaragan tomondagi linzani obyektiv, kuzatuvchi, ya'ni ko'z bilan qaralayotgan tomondagi linza okulyar deyiladi.

Teleskop ham mikroskop kabi ob'ektiv va okulyar vazifasini bajaruvchi linzalarga ega. Lekin uni vazifasi uzoqdagi narsalarni kuzatishga xizmat qiladi. Buyum yetarli uzoqlikda bo'lgani uchun parallel nurlar linza (ob'ektiv) dan sinib o'tib uning ikkilamchi fokus oralig'ida buyumning haqiqiy, teskari tasvirini hosil qiladi. Bunda okulyar shunday joylashgan bo'ladiki, uning oldingi fokusi ob'ektivning keyingi fokusiga mos keladi, ya'ni okulyarni Lupa sifatida tasvirni kattalashtiradigan qilib joylashtiriladi.

Bu keysni “Ven” diagrammasidan foydalanib yechish maqsadga muvofiq bo'ladi.

GLOSSARIY

№	Tushunchalar	Izohlar
1	Optika	Fizikaning muhim bo'limlaridan biri bo'lib, u yorug'lik hodisalarini, ularning xususiyatlarini, yorug'likning muxit bilan o'zaro ta'sirini hamda yorug'lik boshqa tabiatiga bog'liq bo'lgan o'rgatadi
2	Yorug'lik manbalari	Molekulalari va atomlari ko'rinadigan nurlanish hosil qiladigan barcha jismlar
3	Monoxromatik yorug'lik	Aniq bir to'lqin uzunlikka ega bo'lgan yorug'lik
4	Yorug'likning qaytish qonuni	Tushuvchi nur, qaytgan nur va ikkimuxit chegarasidagi nurning tushish nuqtasidan chiqarilgan perpendikulyar bir tekislikda yotib, nurning qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ya'ni $\alpha = \beta$
5	Ko'zgu	Yorug'likni yahshi qaytaruvchi idial silliq sirt
6	Yassi ko'zgu	Sirti yassi bo'lgan ko'zgu
7	Xaqiqiy tasvir	Ko'zgudan qaytgan nurlarning kesishishidan hosil bo'lgan tasvir
8	Mavxum tasvir	Yorug'lik nurlarining davomi kesishishidan hosil bo'lgan tasvir
9	Sferik ko'zgu	Sirti silliqlangan shar segmentidan iborat bo'lgan ko'zgu
10	Yorug'likning sinish qonuni	Tushuvchi va singan nurlar ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasi orqali o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotib, tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalidir, ya'ni

		$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$
11	Absolyut sindirish ko'rsatkichi	Biror muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi
12	Linza	Sferik sirtlar bilan chegaralangan shaffof jism
13	Yig'uvchi linza	O'rta qismlari chekkalariga nisbatan qalinroq bo'lgan linzalar
14	Sochuvchi linza	O'rta qismlari chekkalariga nisbatan yupqaroq bo'lgan linzalar
15	Lupa	Yig'uvchi linzadan iborat bo'lib, ko'rish burchagini orttirib berish vazifasini bajaradi
16	Proeksion apparat	Buyumning rasmini ekranda kattalashtirib beruvchi asbob
17	Mikroskop	Yaqin joylashgan juda mayda ob'ektlarni ko'rishga mo'ljallangan asbob
18	Fotometriya	Yorug'lik manbalarining xarakteristikasini, orug'likning xususiyatlarini va buyumlarning yoritilganligini o'rgatuvchi bo'lim
19	Yorug'lik nurlanishi	Elektromagnit to'lqinning yorug'lik sezgilarini uyg'otuvchi qismi
20	Yorug'lik oqimi	Vaqt birligi ichida hamma yo'nalishda nurlanayotgan yorug'lik energiyasiga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik
21	Yorug'lik kuchi	Bir birlik fazaviy burchak ostida chiqayotgan yorug'lik oqimiga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik

