

## YORUG'LIK INTERFERENSIYASI VA UNI KUZATISHNING BA'ZI USULLARI

**Tolegenova Madina Tolegenovna**

Nizomiy nomidagi TDPU “Fizika va uni o‘qitish metodikasi” kafedrasida o‘qituvchisi

**Mustafoyeva Munisa Ulug’bek qizi**

**Jovliyeva Ismigul Iskandar qizi**

**Yo’ldoshova O’g’iloy Zafar qizi**

Nizomiy nomidagi TDPU talabalari

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7199882>

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Yorug'lik interferensiyasi va uni kuzatishning ba'zi usullari ko'rsatib o'tilgan. Maqola davomida fikr-mulohazalar berib o'tilgan va natijalar asosida xulosalar chiqarilgan.

**Kalit so'zlar:** yorug'lik to'lqinlari, yorug'lik interferensiyasi, tebranish, amplituda.

## СВЕТОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЕЕ НАБЛЮДЕНИЯ

**Аннотация.** В данной статье описывается интерференция света и некоторые методы ее наблюдения. На протяжении всей статьи высказывались мнения и по результатам делались выводы.

**Ключевые слова:** световые волны, интерференция света, вибрация, амплитуда.

## LIGHT INTERFERENCE AND SOME METHODS OF OBSERVING IT

**Abstract.** This article describes the interference of light and some methods of observing it. Throughout the article, opinions were given and conclusions were drawn based on the results.

**Key words:** light waves, light interference, vibration, amplitude.

### KIRISH

Yorug'lk to'lqinlarining interferensiyasi deb ikki yoki undan ortiq yorug'lik to'lqinlarining fazoda uchrashganlarida tebranishlarning qo'shilishi natijasida fazoning biror bir nuqtasida yorug'lk to'lqinlarining bir-birini kuchaytirish, ikkinchi bir nuqtasida esa birbirini susaytirish hodisasiga aytiladi.

Faraz qilaylik, bir xilcha ikkita to'lqin  $S_1$  va  $S_2$  nu yorug'lik manbalaridan tar yotgan bo'lsin:

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \alpha_1), \quad (5.9)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \alpha_2). \quad (5.10)$$

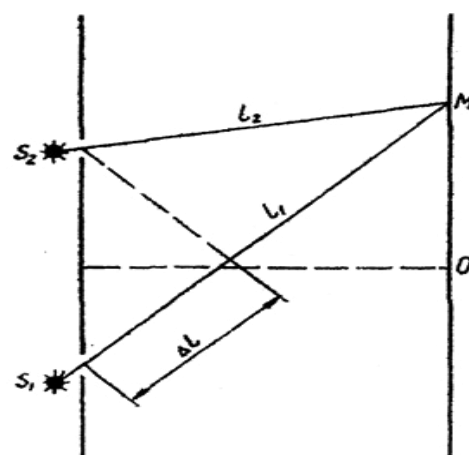
Demak, ularning birining amplitudasi  $A_1$  (intevsivligi  $I_1$ ) ikkinchisining amplitudasi  $A_2$  (intevsivligi  $I_2$ ). Ular fazoning biror p nuqtasida uchrashsinlar (5.1-rasm).

Har ikkala to'lqin uchrash- ganidagi tebranishlarning qo'shilishi natijasida yig'indi amplituda

$$\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 .$$

(5.11)

ga teng bo'ladi. Buni skalyar ko'rinishida yozsak



5.1-

$$A_2 = A_1^2 + A_1^2 + 2A_1A_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (5.12)$$

bo'ladi. Yorug'lik intensivligi  $I \sim A^2$  bo'lganligi uchun (5.12)ni quyidagicha yozish mumkin:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (5.13)$$

Agar  $\alpha_2 - \alpha_1$  – fazalar farqi vaqt bo'yicha o'zgarmasa, to'lqinlar *kogerent to'lqinlar* deb ataladi. Bunday to'lqinlar manbalari kogerent manbalar deb ataladi.

Agar to'lqinlar kogerent bo'lmasalar faza farqlari bir xil ehtimollikda turli qiymatlarni qabul qilib uzluksiz o'zgarib turadi. Buning natijasida  $\cos(\alpha_2 - \alpha_1)$ ning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati 0 ga teng bo'ladi. Bu holda

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 \quad \text{yoki} \quad I = I_1 + I_2 \quad (5.13a)$$

bo'ladi.

Demak, kogerent bo'lmagan to'lqinlar uchrashganlarida yuzaga keltirgan intensivlik har bir to'lqinning alohida yuzaga keltirgan intensivliklarining oddiy yig'indisiga teng bo'ladi. Agar uchrashuvchi to'lqinlarning intensivligi o'zaro teng, ya'ni  $I_1 = I_2$  bo'lsa, yig'indi intensivlik:

$$I = 2I_1 \quad (5.13a)$$

bo'ladi.

## TADQIQOT METODI VA METODOLOGIYASI

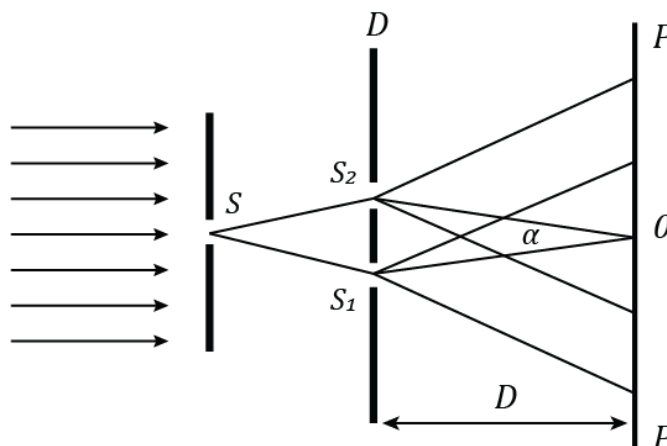
Yorug'lik interferensiyasini kuzatishning bir qancha usullari mavjud (Yung tirqishlar usuli, Frenel ko'zgular usuli, Frenel prizma usuli va boshqalar). Shulardan biz ba'zilar bilan tanishib o'tamiz.

**1. Yung tajribasi.** Yorug'lik interferensiyasini kuzatish mumkin bo'lgan tarixiy tajribani ingliz fizigi Tomas Yung (1773–1829) 1801-yilda amalga oshirib, o'sha davrning barcha olimlarini hayratga solgan, Bu tajribaning sxematik ko'rinishi 5.3-rasmda tasvirlangan.

Yung biror S manbadan tarqalayotgan yorug'lik to'lqinlar yo'lga biror ikki  $S_1$  va  $S_2$  ingichka tirqishli D diafragma joylashtiradi. Tirqishlarning o'lchamlari juda kichik ( $\delta \sim \lambda_0$ ) bo'ladi.  $S_1$  va  $S_2$  tirqishlarga yetib borgan yorug'lik to'lqinlarining fronti ikkiga ajraladi, hosil bo'lgan ikkala front  $S_1$  va  $S_2$  ikkala manbadan mustaqil tarqala boshlaydilar. D diafragmadan orqa tomonda ma'lum masofada PP ekran joylashtirilgan. D diafragma va PP ekran orasidagi barcha sohada yorug'likning maksimal va minimal intensivlikka ega bo'lgan joylarning o'zaro almashinib kelishi, PP ekranda esa interferensiyon manzara o'zaro almashinib kelayotgan yorug' va qorong'i yo'llar (polosalar) kuzatiladi.

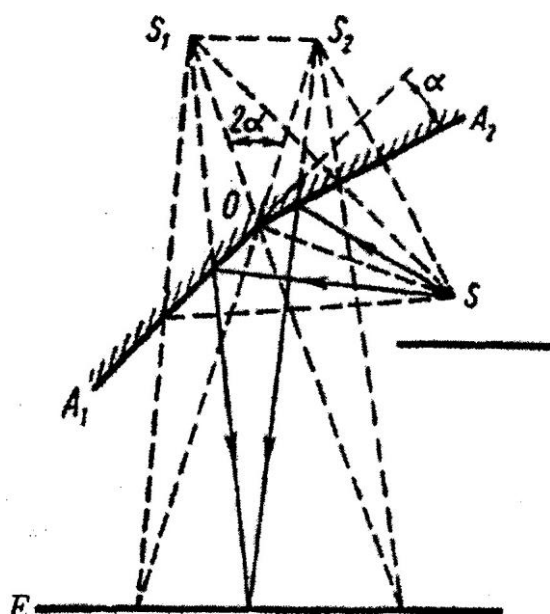
**2. Frenel ko'zgular usuli.** Yorug'likning ikkita kogerent manbayi sifatida Frenel bitta S manbaning ikkita qaytaruvchi sirtlari o'zaro  $180^\circ$  ga yaqin burchak ostida joylashtirilgan  $A_1$  O va  $A_2$ O ko'zgularidagi  $S_1$  va  $S_2$  tasvirlaridan foydalangan (5.4- rasm).

Sirtlar orasidagi  $\alpha$  burchak juda kichik. Nuqtaviy S manbadan nurlanayotgan yorug'lik ikkala ko'zgudan qaytib, markazlari  $S_1$  va  $S_2$  da yotgan ikkita yorug'lik



5.3- rasm.

dastasi ko‘rinishida tarqaladi.  $S_1$  va  $S_2$  lar  $S$  manbaning ko‘zgulardagi mavhum tasvirlaridir. Bu dastalar kogerent va o‘zaro ustma-ust tushganlarida  $E$  ekranda interferension manzarani yuzaga keltiradi (ekranda  $BC$  soha). Ekraning biror  $M$  nuqtasidagi interferensiyaning natijasi yorug‘likning to‘lqin uzunligiga va uning geometrik yo‘l farqi  $r_2 - r_1 = MS_2 - MS_1$  ya‘ni kogerent mavhum manbalar  $S_2$  va  $S_1$  dan  $M$  nuqtagacha bo‘lgan masofalar farqiga teng.  $S_2$  va  $S_1$  manbalar tebra nishi- ning boshlang‘ich fazalari bir xil yorug‘lik- ning ko‘zgulardan qaytishi hisobiga  $S$  ning boshlang‘ich fazasidan  $\pi$  ga farq qiladi. Shuning uchun interferension maksimumlar va minimumlar shartlari:



5.4- rasm.

$$r_2 - r_1 = \begin{cases} \pm k\lambda - \text{maksimum} (k = 0, 1, 2, \dots), \\ \pm (2k - 1)\frac{\lambda}{2} - \text{minimum} (k = 0, 1, 2, \dots) \end{cases} \quad (5.18)$$

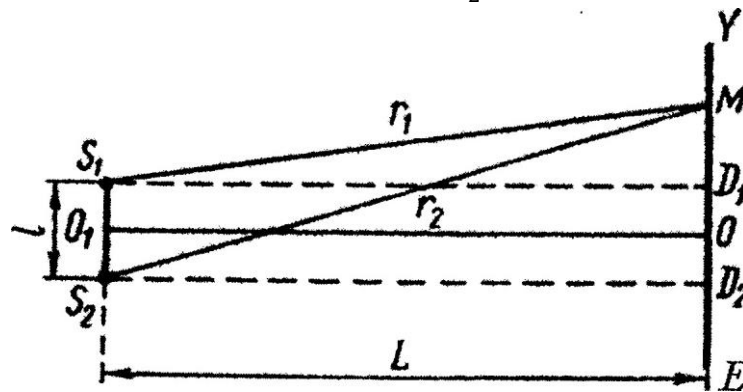
ko‘rinishga ega bo‘ladi.  $k$  – kattalik *interferension maksimum* yoki *minimumlar tartibi* deb ataladi.

$S$  manba sifatida ingichka yoritilayotgan tirqishni ham olish mumkin. Bu holda ekrandagi interferension manzara tirqishga parallel yo‘llar ko‘rinishida bo‘ladi.  $S$  manbaning  $S_1$  va  $S_2$  mavhum tasvirlariga  $E$  ekranni parallel va ulardan  $L \gg I$  masofada joylashgan deb hisoblayhk (5.5- rasm).

Bu yerda  $I = S_1S_2$ . Ekrandagi ixtiyoriy  $M$  nuqtadan  $OO_1$  sirtgacha bo‘lgan masofani  $y$  bilan belgilaylik.  $OO_1$  sirt ekranga perpendikular va  $S_1$  va  $S_2$  larning o‘rtasidan o‘tadi. To‘g‘ri burchakli  $MS_1D_1$  va  $MS_2D_2$  uchburchaklardan:

$$r_1^2 = L^2 + (y - \frac{l}{2})^2,$$

$$r_2^2 = L^2 + \left(y + \frac{l}{2}\right)^2$$



5.5- rasm.

$$r_2^2 - r_1^2 = \left(y + \frac{l}{2}\right)^2 - \left(y - \frac{l}{2}\right)^2$$

$$r_2 - r_1 = \frac{2yl}{r_1 + r_2}$$

bo'lad.

Odatda, yetarlicha aniq interferensiyon manzara faqat ekran o'rtasiga yaqin joylarda kuzatiladi. Shuning uchun  $y \ll L, r_1 + r_2 \approx 2L$  deb hisoblab:

$$r_2 - r_1 \approx \frac{yl}{L} \tag{5.19}$$

deb olish mumkin.

(5.18) va (5.19) lardan ekrandagi interferensiyon maksimumning o'ri:

$$y_k = \frac{kL\lambda}{l} \tag{5.20}$$

shartni qanoatlantiradi.

Shunga o'xshash ekrandagi k- interferensiyon minimumning o'ri:

$$y_k = \frac{(2k - 1)L\lambda}{2l} \tag{5.21}$$

shartni qanoatlantiradi.

Ikki qo'shni maksimum (yorug') yoki minimum (qorong'i) yo'l (polosa)lar o'rta qismlari orasidagi yo'l (oraliq) **interferensiyon polosa (yo'l)ning kengligi deb ataladi** va:

$$\Delta y = y_{k+1} - y_k = \frac{L\lambda}{l} \tag{5.22}$$

bilan aniqlanadi.

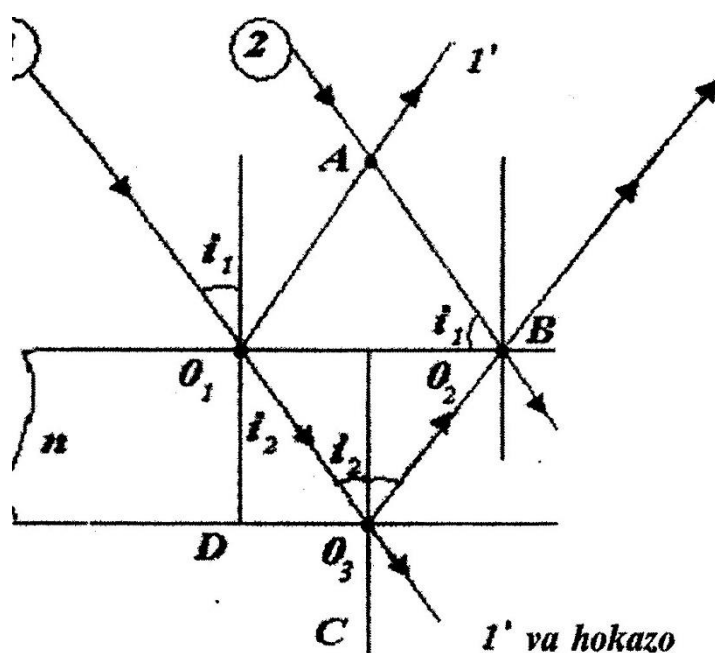
Ko'zga ko'rinuvchi yorug'likning to'lqin uzunligining qiymati juda kichik (4–7)  $10^{-7}$  m tartibda bo'ladi. L ni orttirib borish, ya'ni ekranni  $S_2$  va  $S_1$  dan uzoqlashtira borish interferensiyalanuvchi to'lqinlar intensivligini tezda susaytirib borishi bilan chegaralanadi. Shuning uchun ko'z bilan ajratish mumkin bo'lgan yetarlicha keng interferensiyon yo'llarni hosil qilish uchun  $S_2$  va  $S_1$  lar orasidagi l oraliq juda kichik bo'lishi lozim 5.4-rasmdan ko'rinishicha  $l =$

$2R\sin\alpha \approx 2R\alpha$ , bu yerda  $R = OS$ . Shuning uchun ham Frenel ko'zgularida  $\alpha$  juda kichik  $-0^\circ$  ga yaqin qilib olinadi.

Shu vaqtgacha Frenel ko'zgulari aniq to'lqin uzunligiga ega bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritiladi deb hisobladik. Agar uzluksiz chastotalar to'plami, to'lqin uzunliklarining qiymati  $3,9 \cdot 10^{-7}$  m (spektrning binafsha chegarasi) dan to  $7,5 \cdot 10^{-7}$  m (qizil chegara) ni tashkil qilgan bo'lsa, interferensiyalar maksimumlar kamalak yo'llar (polosalar) ko'rinishiga ega bo'ladi.

Yorug'lik to'lqini yupqa va shaffof plastinkaga (yoki pardaga) tushganda u plastinkaning ikkala (yuqori va pastki) sirtidan qaytadi. Natijada kogerent yorug'lik to'lqinlari hosil bo'ladi va ular interferensiyalana oladi.

Faraz qilaylik, shaffof yassi parallel plastinkaga (1) va (2) bilan ko'rsatilgan yorug'likning parallel nurlar dastasi tushayotgan bo'lsin (5.6- rasm).



(5.6- rasm)

Plastinka yuqoriga yorug'likning ikkita kogerent parallel dastalarini qaytaradi. Ulardan biri  $O_1$  nuqtadan, ikkinchisi  $O_2$  nuqtadan qaytarilgan bo'lsin. Chizmada biz ularni 1' (1', 2') bilan belgilaylik.  $O_1$  nuqtadan sinib o'tgan nurlar dastasi plastinkaning pastki sirtidan qaytishi hisobiga  $nO_2$  nuqtada 2 nur bilan uchrashib, Shu nuqtada o'zaro interferensiyalanadi. Buning uchun chizmada nur dastalari ikkita strelka bilan jihozlangan. Plastinkaning yuqori sirtiga 1 nur kelib tushganda 2 nur faqat A nuqtaga yetgan bo'ladi. Uning nuqtaga yetishi uchun ketgan vaqt oralig'ida nuqt  $O_1$  ga yetib kelgan 1 nur plastinka ichida  $O_1O_3$  va  $O_3O_2$  optik yo'lni o'tib,  $O_2$  nuqtaga yetib keladi. 1 va 2 nur dastalarining  $O_2$  nuqtada uchrashganlari uchun bosib o'tgan optik yo'llarining farqi

$\Delta = nS_2 - S_1$  (5.25) ga teng bo'ladi, buyerde  $S_1 = A O_2$  kesmaning uzunligi,  $S_2 = O_1O_2 + O_3O_2$  deb olinadi.

$n$  – plastinkaning sindirish ko'rsatkichi. Plastinka turgan muhit (havo)ning sindirish ko'rsatkichi 1 ga teng deb hisoblaymiz. Chizmadan ko'rinadiki,  $O_1O_2 = O_3O_2$  Demak,  $S_2 = 2O_1O_3$

$$O_1D = d; \Delta O_1DO_3 \text{ dan } \frac{d}{O_1O_3} = \cos i_2; \text{ bundan } O_1O_3 = \frac{d}{\cos i_2}; \text{ yoki}$$

$$S_2 = 2O_1O_3 = \frac{2d}{\cos i_2}; \Delta AO_1O_2 \text{ dan } \frac{S_1}{O_1O_2} = \sin i_1; S_1 = O_1O_2 \sin i_1$$

$O_1O_2=2DO_3$  bo'lganligidan foydalanib  $\frac{DO_3}{d} = \operatorname{tgi}_2$  ekanligini topamiz.

Bundan

$$DO_3 = dtg i_2 \text{ yoki } O_1O_2 = 2DO_3 = 2dtg i_2 \quad (5.27)$$

Demak,

$$S_1 = 2dtg i_2 \cdot \sin i_1 \quad (5.28)$$

$\sin i_1 = n \sin i_2$  almashtirishni bajarib va  $\sin^2 i_2 = 1 - \cos^2 i_2$  ekanini e'tiborga olib (5.25) ni quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\Delta = 2dn \cos i_2 \quad (5.29)$$

Bundagi

$n \cos i_2 = \sqrt{n^2 - n^2 \sin^2 i_1} = \sqrt{n^2 - \sin^2 i_1}$  bo'lishligini e'tiborga olib, yo'llar farqi  $\Delta$  ni tushish burchagi  $i_1$  orqali ifodalash mumkin:

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i_1} \quad (5.30)$$

Bu formula optik yo'l farqi  $\Delta$  ni parda xarakteristikalarini  $n$ ,  $d$  va nurning tushish burchagi  $i_1$  orqali berilgan ifodasi bo'lib,  $d$  va  $i$  larning o'zgarmas qiymatlaridagina qo'llanishi nazarda tutiladi. Lekin real sharoitda  $d \neq \text{const}$  va  $i \neq \text{const}$  bo'ladi. (5.30) dan foydalanish uchun quyidagi ikkita xususiy hol:

$$\begin{aligned} 1) \quad & d = \text{const}, \\ & i \neq \text{const} \end{aligned} \quad (5.31)$$

ya'ni teng qiyalikda yuz beradigan interferension manzaralar va

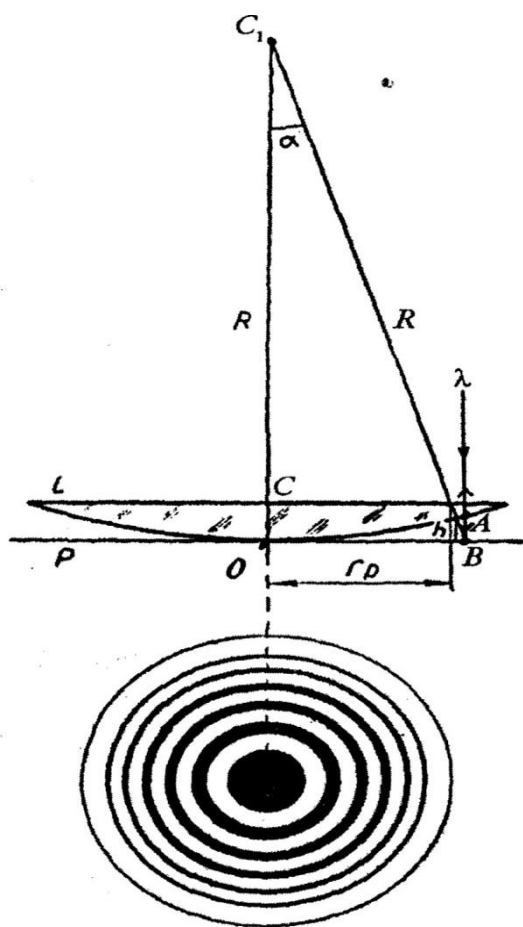
$$\begin{aligned} 2) \quad & d \neq \text{const}, \\ & i = \text{const} \end{aligned} \quad (5.32)$$

ya'ni "teng qalinlikda yuz beradigan manzaralar" dan foydalaniladi. (5.32) shartga "Nyuton halqalari" deb ataluvchi interferension manzara, (5.31) shartga Maykelson interferometrida yuzaga keladigan manzara misol bo'la oladi.

"Nyuton halqalari" interferension manzarasini yuzaga keltiruvchi moslamani sxemasini keltiramiz (5.7- rasm). Shaffof yupqa P plastinka berilgan bo'lsin.

Bu plastinkaning o'rta yeridagi O nuqtaga uchi (bitta nuqtasi) tegib turadigan qilib, yassi qavariq shaffof linza o'rnatilgan.

Linzaning qavariq qismining markazi  $C_1$  gacha tik o'tkaziladi va  $C_1$  dan linzaning bir uchi



(A nuqtasi)gacha radius – vektor  $R$  o'tkaziladi. A nuqtaga tushayotgan to'liq uzunligiga ega bo'lgan monoxromatik nurlar dastasining yo'li chizib ko'rsatilgan. Linza shaffof bo'lgani sababli, A dan B ga nur dastasining bir qismi o'tib, ikkinchi bir qismi orqaga qaytadi va A nuqtaga tushayotgan nurlar dastasi bilan uchrashib, yorug'lik interferensiyasini yuzaga keltiradi. A nuqta ixtiyoriy bo'lgani sababli, interferension manzara butun linza sirti bo'ylab yuzaga keladi. U rasmda O nuqta atrofidagi konsentrik aynalalar ko'rinishida berilgan (konsentrik aynalalar rangi limaga tushayotgan monoxromatik yorug'lik nurlar rangida bo'ladi). Bu konsentrik aynalalar (halqalar) to'plami "Nyuton halqalari" deb ataluvchi interferension

5.7- rasm. manzarani ifodalaydi. Demak, konsentrik aynalalar radiusi "Nyuton halqalari" ning radiusini bildiradi. Indeks  $k$  "Nyuton halqalari" ning tartib nomerini ko'rsatadi. Linza bilan plastinka orasida qalinligi  $AB = d_k$  bo'lgan yupqa havo pardasi yuzaga keladi. Havo pardasining qalinligi  $d \neq \text{const}$  qolib, O nuqtada  $d_0 = 0$  bo'ladi. Moslamaga parallel nurlar dastasi yuborilganda qolib

$$d \neq \text{const}$$

$$i = \text{const}$$

sharti amalga oshadi.

Bu usulning formulasi chizmaga asosan quyidagicha chiqariladi.  $\Delta AC_1C$  dan  $k$ - "Nyuton halqalari" ning radiusi  $r_k$  ni Pifagor teoremasiga asosan topiladi.

$$r_k^2 = R^2 - (R - dk)^2 \quad (5.33)$$

(5.33) dan  $d_k$  – kichik, demak  $d_k^2 \rightarrow 0$  ekanligini nazarda tutsak

$$r_k^2 = 2Rd_k \quad (5.34)$$

kelib chiqadi. (5.34) dan ko'rinadiki, "Nyuton halqalari" ning radiusi  $r_k$  linzaning egrilik radiusi  $R$  va pardaning qalinligi  $d_k$  ga bevosita bog'liq. (5.34) formuladagi  $d_k$  (5.30) formuladagi  $d$  ni xarakterlaydi.

Shuning uchun (5.34) va (5.30) formulalarni birga yechib, Nyuton halqalari yordamida yorug'likning to'liq uzunligi ni topish mumkin.

## XULOSA

Xulosa o'rnida aytish kerakki, yorug'likning interferensiya hodisasi turli-tuman qo'llanishga ega. Masalan, gaz moddalarining sindirish ko'rsatkichini aniqlashda, uzunlik va burchaldarni juda aniq o'lchashda, sirlarga ishlov berish sifatini nazorat qilishda va hokazolarda qo'llaniladi.

Yupqa pardalardan qaytishdagi interferensiya optikani yorug'latish asosida yotadi. Linzaning har bir sindiruvchi sirtidan yorug'likning o'tishida linza sirtiga tushayotgan yorug'likning

taxminan 4% i qaytishga sarf bo'ladi. Murakkab obektivlarda bunday qaytishlar ko'p martalab yuz beradi va yorug'lik oqimining yig'indi sarf bo'lishi katta qiymatlarga erishadi. Bundan tashqari, linza sirtlaridan qaytish bliklarni yuzaga keltiradi. Yorug'lantirilgan optikada yorug'likning qaytishini bartaraf qilish uchun linzaning har bir bo'sh sirtiga sindirish ko'rsatkichi boshqacha bo'lgan moddaning yupqa pardasi surkaladi. Pardaning qalinligi moddaning ikkala sirtidan qaytgan to'lqinlar interferensiyalanib bir-birini so'ndiradigan qilib tanlanadi. Ayniqsa, pardaning sindirish ko'rsatkichi linzaning sindirish ko'rsatkichining kvadrat ildiziga teng bo'lgan holda yaxshi natijalarga erishiladi. Bu holda parda sirtlaridan qaytgan ikkala to'lqin intensivligi bir xil bo'ladi.

## REFERENCES

1. Tolegenova M. T., Urazkulova D. M., Umarov L. A. The importance of modern pedagogical technologies in laboratory classes in optics //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2022. – T. 12. – №. 5. – C. 1152-1158.
2. Tolegenova M. T., Ergashova M., O'razqulova D. M. JISM MASSASI VA UNI O'LCHASHDA YO'L QO'YILADIGAN XATOLAR //Science and innovation. – 2022. – T. 1. – №. A2. – C. 80-82.
3. Tolegenova M. T., Ramozonova D., Sh S. YORUG 'LIK TO 'LQININING FIZIK MOHIYATI VA XOSSALARI //Science and innovation. – 2022. – T. 1. – №. A2. – C. 83-85