

**He-Ne LAZER BILAN LLOYD KOZGUSINING AKSLANTIRISH
TAJRIBASINING OQITISH METODIKASI**

Akimova Jumaxan Orazbaevna – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

akimovaj.o@gmail.com

Orazimbetova Kaljamal Oralbaevna – talaba

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТУ ПО ИНТЕРФЕРЕНЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ He-Ne ЛАЗЕРА И ЗЕРКАЛА ЛЛОЙДА**

Акимова Жумахан Оразбаевна – кандидат физико-математических наук, доцент

Оразымбетова Калжамал Оралбаевна – студент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**TEACHING METHODOLOGY OF THE LLOYD'S MIRROR INTERFERENCE
EXPERIMENT USING A He-Ne LASER**

Akimova Jumakhan Orazbayevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Orazimbetova Kalzhamal Oralbaevna – student

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch soʻzlar: interferensiya, Lloyd tajribasi, He-Ne lazer, kogerent manba, yorugʻlikning toʻlqin tabiati.

Rezyume. Ushbu maqolada yorugʻlikning toʻlqin tabiatini isbotlovchi muhim optik hodisalardan biri Lloyd interferensiya tajribasi He-Ne lazer yordamida chuqur oʻrganiladi. Maqolada interferensiya hodisasining nazariy asoslari, Lloyd tajribasining fizik mohiyati, He-Ne lazerning ishlash prinsipi, tajriba qurilmasi va oʻtkazish metodikasi, matematik ifodalar, oʻlchash natijalari hamda xatoliklar tahlili batafsil bayon etilgan. Tajriba natijalari yorugʻlikning toʻlqin xususiyatlarini amaliy jihatdan tasdiqlaydi va lazer nurlarining yuqori darajada koherent ekanligini koʻrsatadi.

Ключевые слова: интерференция, опыт Ллойда, He-Ne лазер, когерентный источник, волновая природа света.

Резюме. В данной статье с помощью лазера He-Ne углубленно изучается одно из важнейших оптических явлений, доказывающих волновую природу света - интерференционный эксперимент Ллойда. В статье подробно изложены теоретические основы явления интерференции, физическая сущность опыта Ллойда, принцип работы лазера He-Ne, экспериментальная установка и методика проведения, математические выражения, результаты измерений и анализ погрешностей. Результаты эксперимента практически подтверждают волновые свойства света и демонстрируют высокую степень когерентности лазерных лучей.

Key words: interference, Lloyd's experiment, He-Ne laser, coherent source, wave nature of light.

Summary. This article provides an in-depth study of one of the important optical phenomena proving the wave nature of light, the Lloyd interference experiment, using a He-Ne laser. The article provides a detailed description of the theoretical foundations of the interference phenomenon, the physical essence of Lloyd's experiment, the operating principle of the He-Ne laser, the experimental device and methodology, mathematical expressions, measurement results, and error analysis. The experimental results practically confirm the wave properties of light and demonstrate that laser beams are highly coherent.

Kirish. Yorugʻlik tabiati fizika fanining eng muhim va uzoq yillar davomida oʻrganib kelinayotgan fundamental masalalaridan biridir. XVII asrda I.Nyuton yorugʻlikni mayda zarrachalar oqimi sifatida talqin qilgan boʻlsa, X.Gyuygens uning toʻlqin nazariyasini ilgari surdi. Keyinchalik T.Yungning ikki tirqishli tajribasi hamda O.Frenel tomonidan ishlab chiqilgan difraksiya nazariyasi yorugʻlikning toʻlqin xususiyatlarini eksperimental jihatdan tasdiqladi. XIX asrda J.K.Maksvell elektromagnit maydon nazariyasini yaratib, yorugʻlik elektromagnit toʻlqin ekanligini ilmiy asoslab berdi. XX asr boshlarida A.Eynshteyn fotoeffekt hodisasini tushuntirish orqali yorugʻlikning kvant tabiatini ham isbotladi. Natijada zamonaviy fizikada yorugʻlikning toʻlqin-zarracha dualizmi haqidagi tasavvur shakllandi va optika fanining rivojlanishiga mustahkam nazariy asos yaratildi [1, 2, 4, 6]. Interferensiya yorugʻlikning eng muhim toʻlqin hodisalaridan biri boʻlib, fazalari oʻzaro bogʻlangan (kogerent) ikki yoki undan ortiq yorugʻlik toʻlqinlarining ustma-ust tushishi natijasida yuzaga keladi. Bunday holatda ayrim nuqtalarda yorugʻlik intensivligi ortadi, boshqa nuqtalarda esa kamayadi. Natijada ekranda navbatma-navbat joylashgan yorugʻ va qorongʻi interferensiya

chiziqlari hosil boʻladi. Interferensiya hodisasi yorugʻlikning toʻlqin tabiatini tasdiqlovchi eng muhim eksperimental dalillardan biri boʻlib, zamonaviy optik oʻlchash usullari, interferometrik tizimlar, golografiya va yuqori aniqlikdagi metrologik oʻlchovlarning nazariy asosini tashkil etadi [2, 3, 4, 6]. Interferensiya hodisasini namoyish etuvchi klassik tajribalardan biri Lloydning akslantirish tajribasi (*Lloyd's mirror experiment*) hisoblanadi. Ushbu tajriba XIX asrda irlandiyalik fizik Humphrey Lloyd tomonidan taklif etilgan. Tajribada yorugʻlik nurining bir qismi bevosita ekranga tushadi, ikkinchi qismi esa tekis koʻzgudan akslanib ekranga yetib boradi. Koʻzgudan qaytgan nur virtual manba hosil qilgani sababli haqiqiy va virtual manbalardan tarqalgan toʻlqinlar oʻzaro interferensiyalanadi. Natijada ekranda yorugʻ va qorongʻi interferensiya chiziqlari hosil boʻladi. Mazkur tajriba optik yoʻl farqi, fazalar farqi va akslanish jarayonida yuz beradigan faza siljishini oʻrganishda muhim ahamiyat kasb etadi [2, 3, 4]. Hozirgi kunda Lloydning akslantirish tajribasi laboratoriya mashgʻulotlarida asosan He-Ne lazer yordamida bajariladi. Geliy-neon lazeri 632,8 nm toʻlqin uzunligidagi monoxromatik, yuqori darajada kogerent va intensiv yorugʻlik nurini hosil qiladi. Lazer nurining kichik

yoyilish burchagi hamda yuqori fazaviy barqarorligi interferensiya chiziqlarini aniq kuzatish va ularning parametrlarini yuqori aniqlik bilan o'lchash imkonini beradi. Shu sababli He-Ne lazerlari optik laboratoriyalarda, metrologiyada, golografiyada, interferometrik o'lchash tizimlarida hamda ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llaniladi [5, 8, 9]. Fizika ta'limida Lloydning akslantirish tajribasi o'quvchilarda yorug'lik interferensiyasi haqidagi nazariy bilimlarni mustahkamlash, to'liq optikasi qonuniyatlarini amaliy tajribalar asosida tushuntirish hamda nazariy hisoblash natijalarini eksperimental ma'lumotlar bilan taqqoslash imkonini beradi [7, 9, 10]. Mazkur ishda He-Ne lazer yordamida Lloydning akslantirish interferensiyasi kuzatilib, interferensiya chiziqlari hosil qilinadi, ularning oralig'i nazariy formulalar asosida hisoblanadi va olingan natijalar tajriba ma'lumotlari bilan solishtiriladi.

Nazariy qism. Interferensiya fazalar farqi vaqt davomida o'zgarmaydigan ikki yoki undan ortiq kogerent yorug'lik to'liqlarining o'zaro qo'shilishi natijasida yorug'lik intensivligining fazoda qayta taqsimlanish hodisasidir. Kogerent to'liqlar bir xil chastotaga, deyarli teng amplitudaga va doimiy fazalar farqiga ega bo'ladi. Ana shunday sharoitda ular o'zaro kuchayish yoki so'nish hodisasini yuzaga keltiradi. Yorug'lik to'liqlari bir-birini kuchaytiradigan nuqtalarda yorug' interferensiya chiziqlari, bir-birini so'ndiradigan nuqtalarda esa qorong'i interferensiya chiziqlari hosil bo'ladi.

Lloyd tajribasida haqiqiy manba va uning ko'zgudagi mavhum tasviri hosil qilgan ikki manba interferensiyalanadi. Manbalar orasidagi masofa:

$$d = 2h$$

bu yerda:

- h – lazer nuri bilan ko'zgu orasidagi masofa.

Interferensiya maksimumlari sharti:

$$\Delta = m\lambda$$

Interferensiya minimumlari sharti:

$$\Delta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

bu yerda:

$m=0,1,2,3..$

Interferensiya chiziqlari oralig'i

Interferensiya yo'laklari kengligi:

$$\beta = \frac{\lambda L}{d}$$

bu yerda:

- β – chiziqlar oralig'i;
- λ – lazer to'liq uzunligi;
- L – ekran bilan manba orasidagi masofa;
- d – virtual manbalar orasidagi masofa.

Tajribaning maqsadi

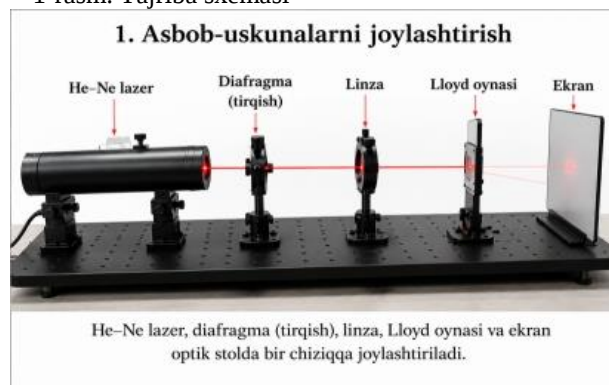
- Lloydning akslantirish interferensiyasini kuzatish.
- Interferensiya chiziqlarini hosil qilish.
- Chiziqlar orasidagi masofani o'lchash.
- Yorug'likning to'liq tabiatini tasdiqlash.

Kerakli jihozlar

- He-Ne lazer
- Lloyd ko'zgusi (tekis ko'zgu)
- Optik rels
- Ekran
- Millimetrlı lineyka
- Shtativ va tutqichlar

Tajriba qurilmasi

1-rasm. Tajriba sxemasi



Bu yerda lazerdan chiqqan nur ikki qismga ajraladi:

1. Bevosita ekranga tushuvchi nur.
2. Ko'zgudan akslanib ekranga tushuvchi nur.

Tajribaning bajarilish tartibi

2-rasm. Qurilmani sozlash



He-Ne lazer optik relsga o'rnatiladi.

1. Lloyd ko'zgusi lazer nuriga juda kichik burchak ostida joylashtiriladi.

2. Ekran ma'lum masofaga qo'yiladi.

3. Nur yo'nalishi tekshiriladi.

3-rasm. Interferensiya manzarasi. Ekranda quyidagi ko'rinishdagi interferensiya chiziqlari hosil bo'ladi:



Hisoblash

Berilgan:

$$\lambda = 632.8 \cdot 10^{-9} m, L = 1.5 m, d = 1.0 \cdot 10^{-3} m \quad \beta = ?$$

Formula:

$$\beta = \frac{\lambda L}{d}$$

Hisoblaymiz:

$$\beta = \frac{632.8 \cdot 10^{-9} \cdot 1.5}{1.0 \cdot 10^{-3}} = 0.95 mm$$

Demak, interferensiya chiziqlari orasidagi masofa taxminan 0.95mm ga teng.

Natijalar. Tajriba davomida He–Ne lazer yordamida Lloyd interferensiyasi muvaffaqiyatli kuzatildi. Ekranida yorugʻ va qorongʻi interferensiya chiziqlari hosil boʻldi. Olingan natijalar nazariy formulalar bilan mos keldi hamda yorugʻlikning toʻlqin tabiatini tasdiqladi.

Xulosa. Mazkur ishda He–Ne lazer yordamida Lloydning akslantirish tajribasini oʻqitish metodikasi ishlab chiqildi va laboratoriya sharoitida sinovdan oʻtkazildi. Tajriba davomida haqiqiy va virtual yorugʻlik manbalari hosil qilgan interferensiya hodisasi kuzatildi hamda ekranida yorugʻ va qorongʻi interferensiya chiziqlari hosil boʻldi. Interferensiya chiziqlari oraligʻi nazariy formulalar asosida hisoblanib, tajribada olingan natijalar bilan taqqoslandi. Hisoblash va tajriba natijalari oʻzaro mos kelishi yorugʻlikning toʻlqin tabiatini hamda interferensiya qonuniyatlarining toʻgʻriligini tasdiqladi. Tajriba natijalari He–Ne lazerining monoxromatikligi va yuqori

kogerentligini interferensiya hodisasini aniq kuzatishda muhim omil ekanligini koʻrsatdi. Lloydning akslantirish tajribasi optik yoʻl farqi, faza siljishi va interferensiya chiziqlarining hosil boʻlish mexanizmini amaliy jihatdan tushuntirish imkonini beradi. Shu sababli mazkur tajriba talabalar va oʻquvchilarda toʻlqin optikasi boʻyicha nazariy bilimlarni mustahkamlash hamda laboratoriya koʻnikmalarini rivojlantirishda samarali oʻqitish vositasi hisoblanadi. Taklif etilgan oʻqitish metodikasi oliy taʼlim muassasalarining fizika laboratoriyalarida, optika fanini oʻqitishda hamda zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etiladigan amaliy mashgʻulotlarda qoʻllanilishi mumkin. Olingan natijalar interferensiya hodisasini oʻqitish samaradorligini oshirish va laboratoriya mashgʻulotlarini takomillashtirish uchun ilmiy-uslubiy asos boʻlib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. 10-nashr. – Wiley, 2014.
2. Born M., Wolf E. “Principles of Optics”. – Cambridge University Press, 1999.
3. Pedrotti F.L., Pedrotti L.S., Pedrotti L.M. “Introduction to Optics”. – Pearson Education, 2007.
4. Hecht E. “Optics”. 5-nashr. – Pearson, 2016.
5. Yariv A. “Quantum Electronics”. – John Wiley & Sons, 1989.
6. Landsberg S.S. Optika. -Toshkent: «Oqtuvchi», 1983.
7. Akimova J., Turekeev X., Qalxorazov Q., Kazaxbaev M. Fizika kursi boʻyicha laboratoriyaliq jumislar. -Nokis: «Ilmpaz», 2024.
8. Silfvast W.T. “Laser Fundamentals”. – Cambridge University Press, 2004.
9. Acevedo B.X. “Optika va lazer fizikasi”. – Toshkent: 2020.
10. Bozorova S., Kamolov N., Fizika(Optika .Atom va yadro fizikasi).-Toshkent:Ozbekiston Respublikasi Oliy va orta talim vazirligi nashri, 2007.