

YORUGLIKNING TO'LQIN TABIATI VA INTERFERENSIYA HODISASINING ZAMONAVIY FAN VA TEXNOLOGIYALARDAGI ROLI

Xonqulova Sabina Tal'at qizi, G'ayratova Guli Sherzod qizi,

Qudratova Sevinch Otabek qizi

Shahrisabz davlat pedagogika instituti fizika 2-24 guruh talabalari

Ilmiy rahbar: Avulova Zamira Tursunmorodovna

Shahrisabz davlat pedagogika instituti

Tabiiy fanlar kafedrası, fizika o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada yoruglikning to'lqin tabiatiga asoslangan fundamental fizik hodisalar, xususan interferensiya hodisasining nazariy va amaliy jihatlari atroflicha tahlil qilingan. Yoruglikning elektromagnit to'lqin sifatidagi xossalari, uning faza, chastota va amplituda kabi asosiy parametrlari interferensiya jarayonini tushuntirishda muhim omil sifatida yoritilgan. Maqolada interferensiya hodisasining tarixiy shakllanish bosqichlari, Tomas Yung tajribasi hamda yupqa qatlamlarda va interferometrik qurilmalarda namoyon bo'lish mexanizmlari keng yoritilgan. Shuningdek, lazer texnologiyalari, optik tolali aloqa tizimlari, holografiya, tibbiyot diagnostikasi va nanotexnologiyalar sohalarida interferensiya hodisasining qo'llanilish imkoniyatlari tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari yoruglikning to'lqin xossalari zamonaviy fan va texnologiyalar rivojida muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: yoruglik to'lqinlari, interferensiya hodisasi, elektromagnit to'lqin, koherentlik, monoxromatik yoruglik, Yung tajribasi, lazer texnologiyasi, optik tolali aloqa, holografiya, optik koherent tomografiya, nanotexnologiya, kvant optika.

Hozirgi ilmiy-texnologik taraqqiyot davrida fizika fanining optika bo'limi fundamental va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etmoqda. Axborot texnologiyalari, telekommunikatsiya, tibbiyot, sanoat va nanoelektronika kabi sohalarning jadal rivojlanishi bevosita yoruglik hodisalarini chuqur o'rganish bilan

chambarchas bogʻliqdir. Yorugʻlikning tabiati, uning tarqalish qonuniyatlari hamda turli fizik hodisalardagi ishtiroki zamonaviy texnologik yechimlarning asosini tashkil etadi.

Yorugʻlikning toʻlqin xossalarini oʻrganish jarayonida interferensiya hodisasi alohida ilmiy qiziqish uygʻotadi. Ushbu hodisa yorugʻlik toʻlqinlarining oʻzaro ustma-ust tushishi natijasida intensivlikning makon boʻylab taqsimlanishini oʻzgartirishi bilan tavsiflanadi. Interferensiya hodisasi yorugʻlikning toʻlqin tabiatini isbotlovchi muhim dalillardan biri boʻlib, u koʻplab ilgʻor texnologiyalarning nazariy asosini yaratadi.

Insoniyat tarixida yorugʻlik hodisasi doimo ilmiy va falsafiy qiziqish markazida boʻlib kelgan. Qadimgi yunon faylasuflari yorugʻlikni koʻrish jarayonining faol omili sifatida talqin qilganlar. Masalan, Aristotel yorugʻlikni shaffof muhitning holati deb hisoblagan boʻlsa, Evklid geometrik optika asoslarini ishlab chiqib, yorugʻlik nurlarining toʻgʻri chiziq boʻylab tarqalishini isbotlashga uringan.

Islom olamida Ibn al-Haysam (Alhazen) yorugʻlikning koʻzga tushishi orqali koʻrish hosil boʻlishini ilmiy asoslab, optikaning rivojiga ulkan hissa qoʻshgan.

XVII asrga kelib, yorugʻlikning tabiati haqida ikki asosiy ilmiy yoʻnalish shakllandi. I. Nyuton tomonidan ilgari surilgan korpuskulyar nazariyaga koʻra, yorugʻlik mayda zarrachalar oqimidan iborat boʻlib, u mexanik qonunlarga boʻysunadi. Ushbu yondashuv aks ettirish va sinish hodisalarini tushuntirishda muvaffaqiyatli boʻlgan.

Biroq X. Gyuygens tomonidan taklif etilgan toʻlqin nazariyasi yorugʻlikning interferensiya va difraksiya kabi hodisalarini izohlashda ustunlikka ega boʻldi. Keyinchalik bu nazariya tajribalar orqali tasdiqlanib, ilmiy jamoatchilik tomonidan keng qabul qilindi.

XIX asr fizika fanining muhim yutuqlaridan biri sifatida Jeyms Klerk Maksvell tomonidan yaratilgan elektromagnit nazariya yorugʻlik tabiatini ilmiy asosda izohlab berdi. Ushbu nazariyaga muvofiq, yorugʻlik elektr va magnit maydonlarning bir-biri bilan uzviy bogʻlangan tebranishlaridan tashkil topgan elektromagnit toʻlqin

hisoblanadi. Maksvell tenglamalari orqali isbotlanganki, bunday toʻlqinlar moddiy muhitga ehtiyoj sezmaganda, yaʼni vakuumda ham maʼlum tezlik bilan tarqalish xususiyatiga ega. Bu holat yorugʻlikning universal fizik hodisa sifatida qaralishiga asos boʻldi va optika fanining keyingi rivojlanishiga kuchli turtki berdi.

Yorugʻlik toʻlqinlarini tavsiflashda bir qator fundamental fizik kattaliklar muhim oʻrin tutadi. Ular orasida toʻlqin uzunligi nurning fazoviy davriyligini ifodalab, rang va spektral xususiyatlarni belgilaydi. Chastota esa bir soniyada amalga oshadigan tebranishlar sonini koʻrsatib, yorugʻlik energiyasi bilan bevosita bogʻliqdir. Amplituda toʻlqinning intensivligini aniqlab, yorugʻlikning yorqinlik darajasini ifodalaydi. Faza esa toʻlqinning muayyan vaqtdagi tebranish holatini aks ettirib, toʻlqinlar oʻrtasidagi oʻzaro munosabatlarni tahlil qilishda muhim parametr sifatida namoyon boʻladi.

Aynan faza tushunchasi interferensiya hodisasining fizik mohiyatini anglashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Toʻlqinlarning fazaviy mosligi yoki farqi ularning bir-birini kuchaytirishi yoki soʻndirishini belgilaydi. Shu sababli interferensiya hodisasi toʻlqinlarning faza munosabatlariga bevosita bogʻliq boʻlgan murakkab jarayon sifatida qaraladi [2].

Interferensiya hodisasining aniq va barqaror kuzatilishi uchun yorugʻlik manbai muayyan shartlarni qondirishi lozim. Xususan, nurlanish monoxromatik boʻlishi, yaʼni bitta toʻlqin uzunligiga ega boʻlishi hamda toʻlqinlar oʻzaro koherentlik xususiyatiga ega boʻlishi zarur. Koherentlik tushunchasi toʻlqinlar orasidagi faza farqining vaqt davomida deyarli oʻzgarmas boʻlishi bilan tavsiflanadi. Agar ushbu shart bajarilmasa, interferensiya yoʻllari beqaror boʻlib, ularni kuzatish mushkul boʻladi.

Zamonaviy lazer manbalari yuqori darajadagi koherentlik va monoxromatiklikka ega boʻlib, interferensiya hodisasini oʻrganish va amaliy qoʻllash uchun eng qulay yorugʻlik manbalari hisoblanadi. Lazer nurlari yordamida interferensiya jarayonlari barqaror holatda qayd etilib, yuqori aniqlikdagi optik oʻlchovlar, interferometrik tadqiqotlar hamda ilgʻor texnologik jarayonlar muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda.

Интерференсия — bir xil chastotaga ega boʻlgan va oʻzaro muayyan faza munosabatini saqlab qoluvchi toʻlqinlarning ustma-ust tushishi natijasida yorugʻlik intensivligining makon boʻylab notekis taqsimlanishidir. Natijada ayrim nuqtalarda yorugʻlik kuchayadi, boshqa nuqtalarda esa susayadi yoki butunlay yoʻqoladi.

Ingliz fizigi Tomas Yung tomonidan oʻtkazilgan mashhur ikki yoriqli tajriba yorugʻlikning toʻlqin tabiatini amaliy jihatdan isbotladi. Tajriba natijasida ekranda ketma-ket joylashgan yorugʻ va qorongʻi interferensiya yoʻllari hosil boʻlishi kuzatildi. Bu hodisa korpuskulyar nazariya bilan tushuntirib boʻlmas edi.

Интерференсия hodisasi kuzatilishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

- toʻlqinlar koherent boʻlishi;
- chastotalar bir xil boʻlishi;
- tashqi muhit barqaror boʻlishi.

Yupqa qatlamlarda interferensiya hodisasi kundalik hayotda ham uchraydi. Masalan, sovun pufakchalari yoki suv yuzasidagi yogʻ qatlamining rang-barang jilosi yorugʻlik toʻlqinlarining interferensiyasi bilan izohlanadi.

Michelson interferometri yorugʻlik nurlarining oʻtish yoʻllarida yuzaga keladigan nihoyatda kichik farqlarni aniqlashga moʻljallangan yuqori aniqlikdagi optik oʻlchov qurilmasi hisoblanadi. Ushbu asbob interferensiya yoʻllarining siljishini qayd etish orqali masofa, uzunlik va optik yoʻl farqlarini juda yuqori aniqlik bilan oʻlchash imkonini beradi. Shu sababli Michelson interferometri zamonaviy metrologiya tizimlarida uzunlik etalonlarini aniqlashda, astronomiyada yulduzlar va kosmik obyektlar haqidagi nozik oʻlchovlarni amalga oshirishda, shuningdek, fundamental fizika doirasida yorugʻlik tezligi va fazoviy oʻzgarishlarni tadqiq etishda keng qoʻllanilmoqda.

Lazer texnologiyalarining rivojlanishi interferensiya hodisasiga asoslangan amaliy yechimlarning yaratilishiga keng yoʻl ochdi. Lazer nurlari yuqori darajadagi koherentlik, monoxromatiklik va yoʻnaltirilganlik xossalariga ega boʻlgani sababli, ular interferensiya jarayonlarini barqaror va aniq kuzatish imkonini beradi. Natijada lazer interferometriyasi yordamida masofani aniqlik bilan oʻlchash, sanoatda yuqori

aniqlikdagi kesish, materiallarni payvandlash va mikroishlov berish jarayonlari samarali amalga oshirilmoqda. Bunday texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarida aniqlikni oshirish va resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, interferensiya hodisasi optik axborot uzatish tizimlarida muhim funksional ahamiyatga ega. Optik signallarni modulyatsiya qilish, faza va amplituda oʻzgarishlarini boshqarish jarayonlarida interferensiya mexanizmlaridan keng foydalaniladi. Optik tolali aloqa tizimlari interferensiya va toʻlqin xossalariga asoslangan holda juda katta hajmdagi maʼlumotlarni uzoq masofalarga minimal yoʻqotishlar bilan uzatish imkonini beradi. Bu esa zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining yuqori tezlik va ishonchlilik bilan ishlashini taʼminlaydi.

Interferensiya hodisasining tibbiyot sohasidagi muhim qoʻllanilishlaridan biri optik koherent tomografiya texnologiyasidir. Ushbu usul past koherentli yorugʻlik manbalaridan foydalangan holda tirik biologik toʻqimalarning yuqori aniqlikdagi qatlamli tasvirlarini olish imkonini beradi. Optik koherent tomografiya ayniqsa oftalmologiya, kardiologiya va onkologiya yoʻnalishlarida keng qoʻllanilib, kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va davolash samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Zamonaviy kvant optikada interferensiya fotonlarning kvant xossalarini oʻrganishda muhim ahamiyatga ega. Nanooʻlchamdagi strukturalarda yorugʻlik interferensiyasi yangi avlod sensorlari va kvant qurilmalarini yaratishda qoʻllanilmoqda [4].

Xulosa qilib aytganda, yorugʻlikning toʻlqin xossalari va interferensiya hodisasi zamonaviy fan va texnologiyalar taraqqiyotining ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu hodisalarni chuqur oʻrganish orqali yuqori aniqlikdagi oʻlchov tizimlari, tezkor aloqa vositalari va innovatsion tibbiy texnologiyalar yaratildi. Shu bois, interferensiya hodisasi nafaqat nazariy fizikaning muhim mavzusi, balki amaliy ahamiyatga ega boʻlgan ilmiy yoʻnalish sifatida ham dolzarbdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Saleh, B. E. A., & Teich, M. C. (2019). Fundamentals of photonics (3rd ed.). Wiley.
2. Yariv, A., & Yeh, P. (2019). Photonics: Optical electronics in modern communications (6th ed.). Oxford University Press.
3. Schmitt, J. M. (2018). Optical coherence tomography. IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 5(4), 1205–1215.
4. Salehinia, S., & Capolino, F. (2021). Optical interference phenomena in nanostructures. Optics Express, 29(6), 8450–8465.