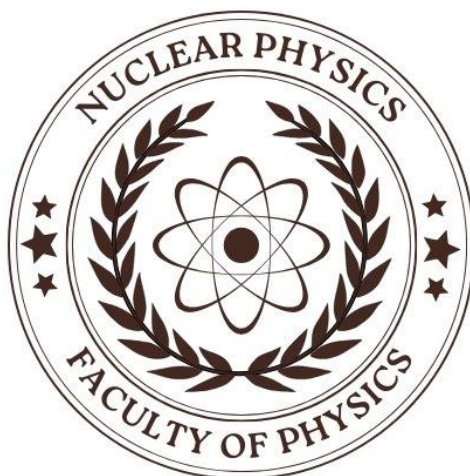


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI**

FIZIKA FAKULTETI YADRO FIZIKASI KAFEDRASI



MUSTAQIL ISH

Mavzu: Kvant interferometrlari.

Topshirdi: Akbarova Latofat.

Qabul qildi: dots.Mamayusupova Muqaddas.

Toshkent-2024

Mundarija

I.Kirish.....	3
II.Asosiy qisim.....	5
1.Kvant interferometriya.....	5
2.HOM interferometri va NOON interferometri.....	6
3.Max-Zender va Michelson-Morley interferometrlari.....	9
IV.Xulosa.....	13
IV.Foydalanilgan adabiyotlar.....	14

I.KIRISH

Interferensiya yorug'likning to'lqin tabiati haqidagi tushunchamizni rivojlantirishda hal qiluvchi bo'lib ro'l o'ynaydi. Interferometrlar yorug'lik interferensiyasidan foydalanish uchun moljallangan bo'lib, interferensiya yorug'lik xususiyatlari haqida qimmatli ma'lumotlar olish imkonini beradi. Maykelson interferometri, Mach-Zender interferometri va ikki tirqishli interferometr kabi klassik interferometrlar optika tarixida muhim kashfiyotlarga olib kelgan tajribalarga hissa qo'shdi. Interferometrlar nafaqat fundamental tadqiqotlar uchun, balki turli sanoat dasturlari uchun ham juda muhimdir. Ular to'lqin uzunligi, faza, amplituda, kogerentlik va polarizatsiya kabi optik xususiyatlarni aniq o'lchashi mumkin. Shuning uchun interferometrlar aniq o'lchovlar, sifat nazorati va ilg'or optik tizimlarni ishlab chiqish uchun ajralmas vosita bo'lib xizmat qiladi. Kvant texnologiyasining rivojlanishi bilan Hong-Ou-Mandel(HOM) interferometri, NOON holat interferometri, Mach-Zender interferometri, Maykelson-Morley interferometri kabi ko'plab kvant interferometrlari kashf qilindi. Klassik hamkasblaridan farqli o'laroq, bu interferometrlar fotonlarning asosiy xususiyatlariga va ikkinchi kvantlash tamoyillariga tayanadi, bu ularning xatti-harakatlarini faqat klassik nazariyalar bilan tushuntirib bo'lmaydi. Kvant interferometrlari kvant olaminig sirlarini ochishda, kvant mexanikasiga xos bo'lgan asosiy tamoyillar va hodisalarni ochib berishda muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, ular kvant axborot texnologiyalarda keng ko'lamli ilovalarni topadilar, bu yerda ularning kvant holatlarini aniq manipulatsiya qilish va o'lchash qobiliyati turli sohalardagi yutuqlarni osonlashtiradi. Kvant metrologiyasi kvant

interferometrlarining misli ko'rilmagan aniqligidan foyda oladi, bu klassik o'lchash asboblari chegaralaridan sezilarli darajada oshadi. Ushbu sharhda kvant interferometrlarining mashhur misollarini ko'rib chiqamiz: HOM interferometri, NOON holat interferometri, Max-Zender interferometri, Michelson-Morley interferometr. Interferometrlarni o'ziga xos xususiyatlari va ishlash tamoyillari asosida tasniflashga harakat qilaman. Interferometrlarning kvant aloqasi, kvant hisoblash, kvant metrologiyasi kabi turli sohalarda keng qo'llanishini ko'rib chiqamiz.

I.ASOSIY QISM

1.Kvant interferometriya.

Kvant interferometriya – bu kvant mexanikasining prinsplaridan foydalanilgan holda aralashish (interferensiya) hodisalarini o'rganish. Kvant interferometriya molekula va atomlar darajasidagi aralashuv jarayonini o'rganish uchun ishlatiladi. Kvant interferometriya datchik, sensor texnologiyalari va kvant hisoblashda qo'llaniladi. Kvant interferometriyada ishlatiladigan asosiy effekt bu kvant superpozitsiya konsepsiyasidir. Superpozitsiyada bo'lgan zarrach bir vaqtda bir nechta holatda bo'lishi mumkin. Masalan, yagona zarra bir vaqtning o'zida ikki xil yo'l orqali o'tishi mumkin. Bu hodisa kvant interferometrlar, masalan, Max-Zender interferometry yordamida ko'rsatilishi mumkin. Max-Zender interferometri ikkita asosiy qismdan iborat: nur bo'linish moslamalari va ko'zgular. Zarrachalar yoki yorug'lik to'lqinlari interferometrning ichiga kirganda, birinchi nur bo'linish moslamasida ikkiga ajraladi. Ular ikki xil yo'ldan o'tishadi va oxirida ikkinchi nur bo'linish moslamasida yana birlashadi. Agar yo'ldagi faza farqlar mavjud bo'lsa, chiqish yo'nalishidagi intensivlik taqsimoti o'zgaradi. Bu o'zgarish interferometr yordamida fazani o'lchash uchun foydali bo'lishi mumkin.

Kvant interferometriya kvant kriptografiya va kvant aloqa tizimlariga asoslangan yangi texnologiyalar yaratishda ishlatiladi.

1.HOM interferometri va NOON interferometri.

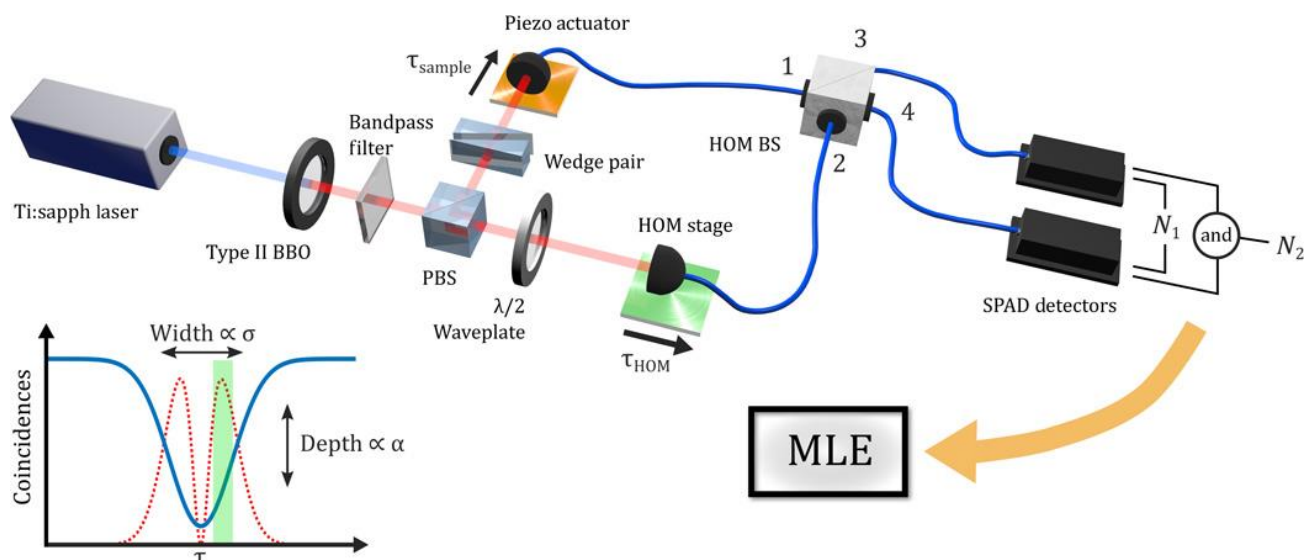
Hong-Ou-Mandel interferometri kvant optikasida ikki fotonning bir-biri bilan aloqadorligini o'rganish uchun ishlatiladigan muhim eksperimental qurilma bo'lib, uni 1987-yilda Rochester universitetining uchta fiziklari: Chung Ki Hong, Chjeyu Ou va Leonard Mandel ishlab chiqqan.

HOM interferometrida ikki foton bir manbadan chiqariladi va ikkita turli yo'l bo'ylab tarqaladi. Bu yo'llarning oxirida fotonlar yana bir-birlariga qo'shiladi. Agar fotonlar bir-biri bilan aloqador bo'lsa, ya'ni o'zaro chambarchas holatda bo'lsa, ular qayta birlashish nuqtasida interferensiya hodisasini yuzaga keltiradi. Bu hodisa fotonlarning bir-biriga nisbatan fazasiga bog'liq bo'ladi.

HOM interferometri kvant optikasida bir qator muhim tajribalarda qo'llaniladi.

Jumladan:

- **Kvant tutashuvi:** Ikki fotonning bir-biri bilan aloqadorligini o'rganish va kvant tutashuv holatini yaratish.
- **Kvant teleportatsiyasi:** Kvant ma'lumotini bir nuqtadan boshqa nuqtaga teleportatsiya qilish.
- **Kvant kriptografiya:** Xabarlarini xavfsiz uzatish uchun kvant kalitini yaratish.
- **Kvant hisoblash:** Kvant kompyuterlarda amallarni bajarish uchun kvant ventillari yaratish.

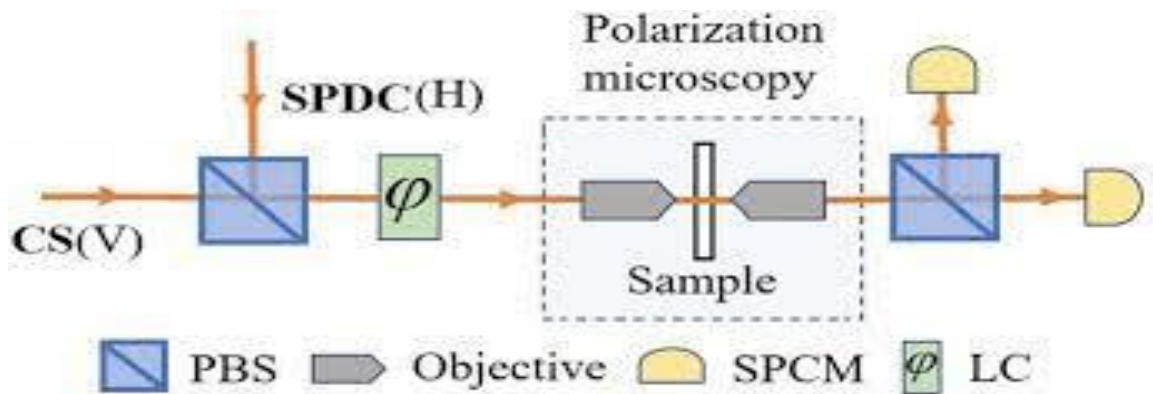


HOM interferometri soda va ishonchli tuzilishga ega. Bu qurilma bilan turli xil optik tajribalarni amalga oshirish mumkin. Bundan esa fotonlarning bir-biri bilan aloqadorligini aniqlash uchun yuqori darajadagi aniqlik va barqarorlik talab etiladi.

NOON interferometri:

NOON interferometr kvant optikasida ikki fotondan iborat tutashgan holatlarni ishlatib, faza sezgirliğini oshirish uchun ishlatiladigan eksperimental qurilmadir. Bu holatlarda barcha fotonlar bir xil yo'l bo'ylab tarqaladi yoki barchasi boshqa yo'l bo'ylab tarqaladi. Bu interferometr ikki yo'l bo'ylab tarqalayotgan fotonlarning fazalari o'rtasidagi farqni aniqlashga imkon beradi. Agar faza farqi bo'lsa, fotonlar qayta birlashish nuqtasida interferensiya hodisasini yuzaga keltiradi. Bu hodisa fotonlarning fazalariga bog'liq bo'ladi. NOON interferometri kvant tutashuv holatlarini ishlatishga imkon beradi. Bu kvant texnologiyalarida muhim ahamiyatga ega. Interferometr klassik interferometrlarga qaraganda yuqoriroq faza sezgirligiga ega. NOON interferometry kvant optikasida bir qator muhim tajribalarda qo'llaniladi. Jumladan:

- **Kvant metrologiyasi:** Yuqori darajadagi aniqlik bilan o'lchashlarni amalga oshirish.
- **Kvant sensorlar:** Yuqori sezgirlikka ega sensorlar yaratish.
- **Kvant hisoblash:** Kvant kompyuterlarda amallarni bajarish uchun kvant ventillari yaratish.



HOM va NOON interferometrlari kvant optikasida keng qo'llaniladigan ikki xil asbob bo'lib, ular faza o'lchashlari va kvant o'lchashlarda muhim rol o'ynaydi.

Farqlari:

HOM: Klassik lazer nuridan foydalanadi va fotonlarning superpozitsiya holatiga ega emas. Faza o'zgarishlarini aniqlash uchun gomodin detektordan foydalanadi. Faza o'lchashlari, lazerli lokatsiya, kvant aloqa da qo'llaniladi.

NOON: Ikki va undan ortiq fotonlarning superpozitsiya holatidan foydalanadi, bu esa yuqori sezgirlikni ta'minlaydi. Faza o'zgarishlarini aniqlash uchun interferensiya namunalarini tahlil qiladi. Yuqori daqiqlikdagi faza o'lchashlari, gravitatsiya to'lqinlarini aniqlash, kvant metrologiyasida qo'llaniladi.

2.Max-Zender va Michelson –Morley interferometrlari.

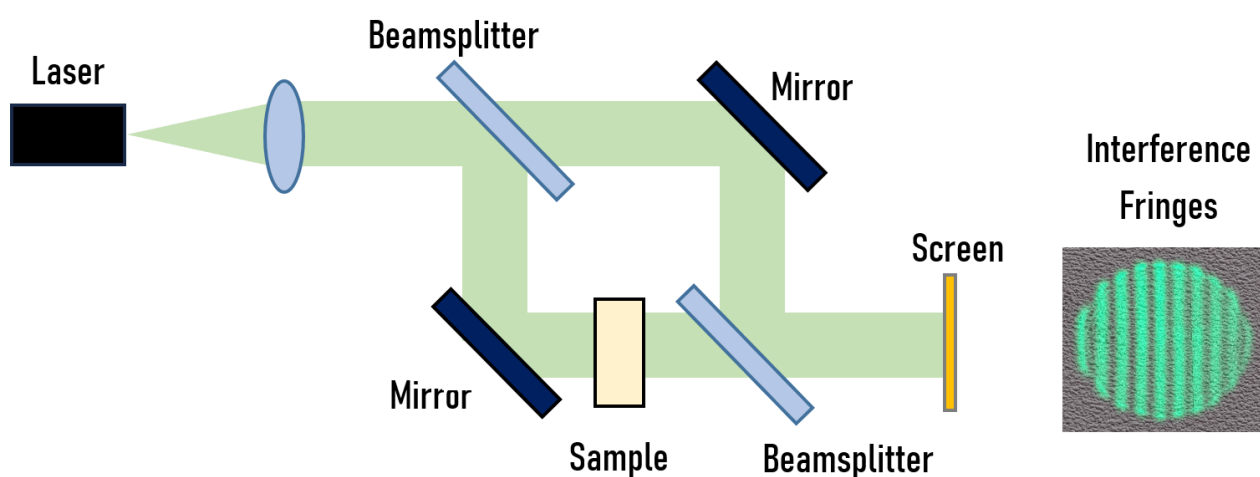
Max-Zender interferometri:

Max-Zender interferometri – bu ikkita kollimatsiyalangan nur oqimlari orasidagi nisbiy faza siljishini o'lchash uchun ishlatiladigan optic qurilma. U fiziklar Lyudvig Max va Lyudvig Zender sharafiga nomlangan bo'lib, ular mustaqil ravishda XX-asrning boshlarida dizaynini kashf qilishgan. Max-Zender interferometri nur boluvchi, ikkita oyna va ikkita nur birlashtiruvchidan iborat.

Nur bo'luvchi: Kiruvchi nur oqimi yarim shaffof oyna yoki nur bo'luvchi vosita yordamida ikkita nurga bo'linadi. Ikki bo'lingan nur alohida yo'llar bo'ylab harakatlanadi. Har bir yo'lda odatda nurni nur bo'luvchiga qaytaradigan oyna mavjud.

Faza modulyatsiyasi (ixtiyoriy): Ba'zi hollarda, yo'llardan birida boshqariladigan faza siljishini kiritib, sozlanishi mumkin bo'lgan faza modulyatori bo'lishi mumkin.

Nur birlashtiruvchi: oynalarda aks etgan ikkita nur ikkinchi nur bo'luvchida birlashtiriladi. Bu nur bo'luvchi birinchisiga o'xshash.



Interferensiya naqshi: Birlashtirilgan nurlar bir-biri bilan interferensiya hosil qiladi. Interferensiya naqshi ikki nur oqimi orasidagi faza farqiga bog'liq.

Chiqish: Birlashtirilgan nurlar bir-birini kuchaytirishi (konstruktiv interferensiya) yoki bir-birini o'chirishlari (destruktiv interferensiya) mumkin bo'lgan chiqishda interferensiya naqshi kuzatiladi. Yo'l uzunligini sozlash yoki yo'llardan biriga faza siljishini kiritish orqali inyerferensiya manipulatsiya qilish mumkin, bu Max-Zender interferometrini kichik siljishlarini o'lchash, optik komponentlarni sinovdan o'tkazish va kvant axborotini qayta ishlash kabi turli xil ilovalar uchun ko'p qirrali vositaga aylantiradi.

Michelson-Morley interferometi :

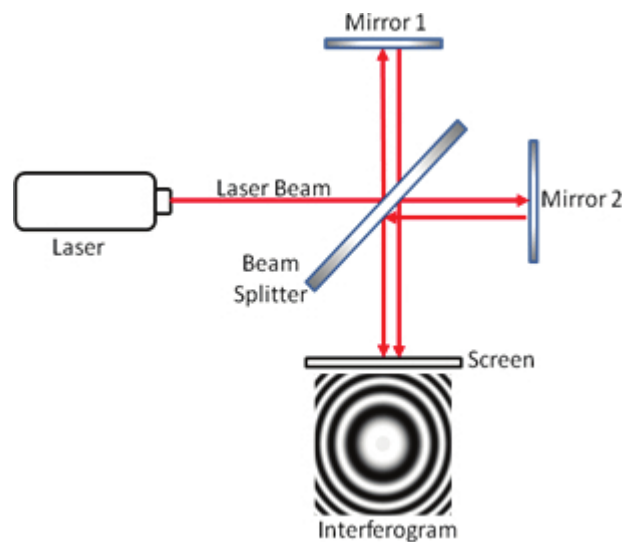
Michelson-Morley interferometri – bu yorug'lik to'lqinlarining tarqalish muhitini aniqlash uchun mo'ljallangan optik qurilma. U XIX-asr oxirida amerikalik fiziklar Albert Michelson va Edvard Morley tomonidan ishlab chiqilgan va amalga oshirilgan.

Nur bo'luvchi: Kiruvchi nur oqimi yarim shaffof oyna yordamida ikkita nurga bo'linadi.

Yo'llar: Ikki bolingan nur alohida yo'llar bo'ylab harakatlanadi. Har bir yo'lda odatda nurni nur bo'luvchiga qaytaradigan oyna mavjud.

Nur birlashtiruvchi: Oynalarda aks etgan ikkita nur ikkinchi nur bo'luvchida birlashtiriladi. Bu nur bo'luvchi birinchisiga o'xshashdir.

Interferensiya naqshi: birlashtirilgan nurlar bir- biri bilan interferensiya qiladi. Interferensiya naqshi ikki nur oqimi orasidagi fazalar farqiga bog'liq.



Chiqish: Birlashtirilgan nurlar bir-birini kuchaytirishi (konstruktiv interferensiya) yoki bir-birini o'chirishlari (destruktiv interferensiya) mumkin bo'lgan chiqishda interferensiya naqshi kuzatiladi.

Michelson-Morley yerning harakatlanish tezligini o'lchash uchun interferometrni ishlatishdi. Ular yerning harakatlanish yo'nalishi bo'ylab va unga perpendikulyar yo'nalishda yorug'lik tezligini taqqoslashni rejalashtirishgan. Agar yorug'lik etrer deb atalgan muhitda tarqalsa, unda yerning harakati yorug'lik tezligiga ta'sir qilishi kerak edi. Biroq tajriba natijasi salbiy bo'ldi: Yerning harakatlanish yo'nalishi va unga perpendikulyar yo'nalishda yorug'lik tezligi o'rtasida sezilarli farq topilmadi. Bu natija eter nazariyasini jiddiy ravishda shubha ostiga qo'ydi va Albert Enshteynning maxsus nisbiylik nazariyasini rivojlanishiga olib keldi.

Michelson-Morley tajribasi fizika tarixida muhim ahamiyatga ega, chunki u klassik fizika tushunchalarini qayta ko'rib chiqishga va yangi, inqilobiy nazariyalarni ishlab chiqishga olib keldi.

Max-Zender va Michelson-Morley interferometrlari ikkalasi ham yorug'likning to'lqin xossalarini o'rganish uchun ishlatiladigan optik qurilmadir. Ularning asosiy vazifasi yorug'lik nurlarining bir-biriga qanday ta'sir etishini o'rganishdir. Biroq, ularning ishlash prinsipi va qo'llanish sohalari bir-biridan farq qiladi.

Farqlari:

Max-Zender: Nurlar bir-biridan to'liq ajralib, keyin yana birlashtiriladi. Asosan lazerlarning xossalarini o'rganish, optik aloqa tizimlarida va fanatlarni tekshirishda qo'llaniladi.

Michelson-Morley: Nurlar bir-biridan qisman ajralib, keyin yana birlashtiriladi. Nisbiylik nazariyasini tasdiqlash va yorug'lik tezligining doimiyligini o'rganish uchun tarixiy ahamiyatga ega.

Bog'liqligi: Ikkalasi ham interferensiya hodisasiga asoslangan.

Xulosa.

Xulosa qilib aytganda ushbu sharhda taniqli interferometrlarni ko'rib chiqdik. Men birinchi navbatda har bir interferometrni o'ziga xos xususiyatlariga ko'ra alohida toifalarga ajratdim. Va interferometrni turli soxalarda qo'llanilishini o'rganib chiqdim. Ularning har biri

o'ziga xos xususiyatlari va qo'llanilish sohalari bilan ajralib turadi. Max-Zender interferometri optikada qo'llanadigan ko'pqirrali qurilma bo'lsa, Michelson-Morley interferometri esa fizikaning rivojlanishida muhim ro'l o'ynagan tarixiy asbobdir. NOON interferometridan sezgirlik daqiqlik talab qilinsa, HOM interferometri oddiy, lekin ishonchlidir.

IV.Foydalanilgan adabiyotlar.

- 1.<https://gemini.google.com>
2. <https://www.google.com>
- 3.<https://arxiv.uz>