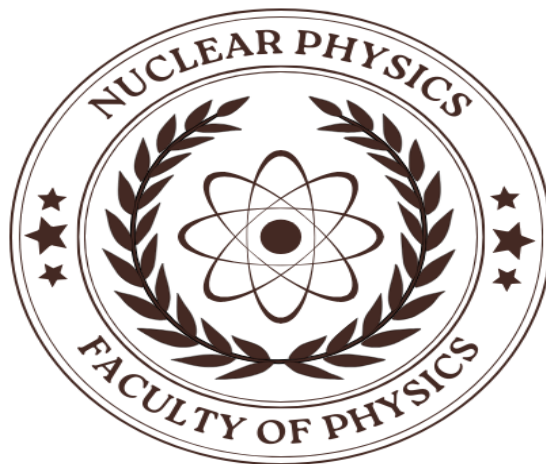


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
FIZIKA FAKULTETI
YADRO FIZIKASI KAFEDRASI



Atom yadrosi va elementar zarralar fizikasi fanidan

MUSTAQIL ISH

Mavzu: Kvant teleportatsiyasi

Talaba: F-2201 guruh talabasi Abdurashidova Ismigul

O'qituvchi: yadro fizikasi kafedrası dotsenti – Muqaddas

Mamayusupova

Mundarija

. Kirish	3
. Asosiy qisim	5
2.1 Kvant teleportatsiyasining nazariy asoslari	5
2.2 Kvant mexanikasining asosiy sinovlari	8
2.3 Kvant teleportatsiyasidagi so'ngi yutuqlar.	12
. Xulosa	16
. Foydalanilgan adabiyotlar	17
. Taqdimot	18

Kirish.

Kvant teleportatsiyasi kvant mexanikasida zarrachalarning jismoniy harakatisiz uzoq zarralar o'rtasida kvant ma'lumotlarini bir zumda uzatish imkonini beruvchi yangi hodisadir. Kvant teleportatsiyasi birinchi marta Bennett va boshqalar tomonidan taklif qilingan. 1993 yilda kvant tizimining holatini tizimning o'zini jismoniy harakatlantirmasdan bir joydan ikkinchi joyga o'tkazish imkonini beruvchi jarayon. Ushbu kontsepsiya kvant hisoblash va aloqa sohalariga chuqur ta'sir ko'rsatadi, chunki u kvant ma'lumotlarini uzoq masofalarga xavfsiz va samarali uzatish vositasini taqdim etadi. Jarayon kvant chalkashlikning o'ziga xos xususiyatlaridan foydalanadi, bunda ikki yoki undan ortiq zarralar bir-biri bilan shunday bog'lanadiki, bir zarraning holati ularni bir-biridan ajratib turadigan masofadan qat'i nazar, bir zumda ikkinchisining holatiga ta'sir qiladi. Bu hodisa klassik sezgilarga qarshi chiqadi va klassik fizikaning cheklovlariga qarshi turuvchi kvant mexanikasi tamoyillariga mos keladi.

Mavzu dolzarbligi

Kvant teleportatsiyasi, kvant kompyuterlarining quvvati bilan birga, zamonaviy kriptografiyaning ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Bugungi kriptografiyaning xavfsizligini yaxshilash kvant mashinalari tomonidan quvvatlanishi mumkin. Kvant kompyuter, o'z ishlashi, ma'lumotlarni tez va samarali tarzda qayta ishlashni beradi, bu esa yangi standartlarini ishlab chiqarishga olib chiqadi.

Kvant teleportatsiyasi ilmiy va innovatsiyalarni rivojlantirishda ham muhim ahamiyatga ega. U yangi nazariyalar va texnologiyani ishlab chiqarishga yordam beradi, bu esa ilm-fan va texnologiyaning rivojlanishiga xizmat qiladi. Kvant mexanikasi asosidagi yangi metodlar, masalan, kvant aloqa tizimlari, yangi axborot olishning yangi usullarini taqdim etishi mumkin.

Mavzu maqsadi

Kvant teleportatsiyasi tadqiqotining asosiy maqsadi — kvant vositalarini masofalarga olib borish jarayonlarini chuqur o'rganish bu jarayon orqali

1. **Kvant Holatlarini Uzatish** : tadqiqot kvantlarini oshirish jarayonini yanada samarali va barqarorlashtirish maqsad qiladi. Bu, o'z kuchi, axborotning yangi usullarini taqdim etadi.
2. **Ma'lumotlarni Tez va Katta Hajmda Uzatish** : Kvant teleportatsiyasi yordamida katta hajmdagi ma'lumotlarni tez va samarali ishlab chiqarishni o'rganish, bu asosiy zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi.
3. **Ilmiy Nazar** : Kvant teleportatsiyasini kuchaytirishi, kvant mexanikasi va uni ishlab chiqarishlarini yanada chuqurroq yordamga yordam beradi, bu esa yangi nazariyalar va elementlarni ishlab chiqarishga olib keladi.
4. **Amaliy Ilovalar** : Tadqiqotlar, kvant teleportatsiyasining amaliy dasturlarini, masalan, kvant kriptografiya va kvant kompyuterlarida qo'shimcha tadqiqotlarni o'rganish.

1.Kvant teleportatsiyasining nazariy asoslari

Kvant chalkashligi kvant teleportatsiyasining asosidir. Bu ikki yoki undan ortiq zarrachalar bir-biri bilan shunchalik chuqur bog'langanda yuzaga keladiki, birining holatini boshqasining holatidan mustaqil ravishda tasvirlab bo'lmaydi, hatto katta masofalar bilan ajratilgan bo'lsa ham. Bu o'zaro bog'liqlik zarrachalarning xossalari o'rtasidagi har qanday mumkin bo'lgan klassik korrelyatsiyalardan kuchliroq bo'lgan korrelyatsiyaga olib keladi.

O'zaro bog'liqlik Eynshteyn, Podolskiy va Rozen tomonidan 1935 yilgi maqolalarida mashhur tasvirlangan va ular kvant mexanikasi to'liq bo'lmasligi mumkinligi haqida bahslashgan. Ular chalkashlikning mahalliy bo'lmagan xususiyatini ta'kidlab, "masofadagi qo'rqinchli harakat" tushunchasini kiritdilar.

Keyinchalik Bell teoremasi ushbu mahalliy bo'lmagan korrelyatsiyalarni eksperimental ravishda sinab ko'rish yo'lini taqdim etdi va bu kvant mexanikasining bashoratlarini tasdiqlovchi ko'plab tajribalarga olib keldi. Kvant teleportatsiyasi kontekstida chalkashlik jo'natuvchi(Elis) va (Bob) qabul qiluvchi o'rtasidagi muhim aloqani ta'minlaydi. Elis va Bob chigallashgan juft zarralarni baham ko'rish orqali kvant ma'lumotlarini uzatish imkonini beruvchi kvant kanalini yaratishi mumkin.

Kvant o'lchovi teleportatsiya jarayonida hal qiluvchi qadamdir. Elis kvant holatini Bobga teleport qilmoqchi bo'lganida, u o'z qismida birgalikda o'lchovni amalga oshiradi. chigallashgan juftlik va teleportatsiya qilinadigan qubit. Ushbu o'lchov birlashtirilgan holatni to'rtta Bell holatidan biriga loyihalashtiradi va tizimni asl kubit haqidagi ma'lumotni kodlaydigan muayyan holatga tushiradi. Elisning o'lchov natijasi klassik kanal orqali Bobga etkaziladi. Bu aloqa ikkita klassik bitni yuborishni o'z ichiga oladi, bu Bell holatining o'ziga xos natijasini ko'rsatadi. Ushbu ma'lumotlarga asoslanib, Bob mos keladigan Pauli operatsiyasini (I, X, Y yoki Z) chigallashgan juftlikning o'z qismiga qo'llashi mumkin va shu bilan uni Elis teleport qilmoqchi bo'lgan holatga aylantiradi.

Standart kvant teleportatsiya protokoli quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. **O'zaro bog'liqlik taqsimoti:** Elis va Bob chigal qubit juftligini bo'lishadi. Ushbu chigallashgan juftlik fotonlar, tutilgan ionlar yoki o'ta o'tkazuvchan zanjirlar kabi turli xil jismoniy tizimlar yordamida yaratilishi mumkin.

2. **Qo'ng'iroq holatini o'lchash:** Elis qubitida qo'ng'iroq holatini o'lchaydi chigallashgan juftlik va u teleportatsiya qilmoqchi bo'lgan qubit. Ushbu o'lchov ikkita kubitni o'rab oladi va ularni to'rtta Bell holatidan biriga yo'naltiradi.

3. **Klassik aloqa va Pauli tuzatishlari:** Elis uning natijasini yuboradi o'lchov (ikki klassik bit) Bobga. Ushbu bitlarga asoslanib, Bob o'zining qubitiga mos keladigan Pauli operatsiyasini qo'llaydi va uni Elis teleport qilmoqchi bo'lgan holatga aylantiradi. Teleportatsiya jarayonining samaradorligi va ishonchliligi chigal juftlarning sifatiga, o'lchovlar va tuzatishlarning aniqligiga bog'liq. Ushbu omillarni optimallashtirish uchun turli xil eksperimental qurilmalar ishlab chiqilgan. Kvant teleportatsiyasining nazariy asoslari kvant mexanikasining fundamental qonunlari va tushunchalariga asoslanadi. Bu tushuncha kvant holatlarini, ya'ni zarrachalarning kvant xususiyatlarini masofaviy tarzda uzatish imkoniyatini tushuntiradi. Quyida ushbu nazariyaning asosiy jihatlari yoritiladi:

1. Kvant holati

Kvant teleportatsiyasi kvant holatini bir joydan boshqasiga uzatish g'oyasiga asoslanadi. Kvant holati – bu zarracha (masalan, foton, elektron) ning to'liq fizik xususiyatlarini tavsiflovchi matematik tavsifdir. Bu holatni bir joydan boshqasiga o'zgartirmasdan ko'chirish kvant teleportatsiyasining maqsadidir.

2. Kvant o'ralish

Kvant teleportatsiyasining asosiy nazariy komponenti kvant o'ralish hodisasidir. O'ralish ikki yoki undan ortiq zarrachalar o'rtasida o'zaro bog'liqlik holatini ifodalaydi. Ular o'rtasidagi bog'liqlik masofa yoki vaqtga bog'liq emas.

Agar ikkita zarracha o'ralgan bo'lsa, ulardan birining holatini o'lchash orqali ikkinchisi haqida ham darhol ma'lumot olish mumkin.

3. EPR paradoksi va Bell tenglamalari

EPR paradoksi (1935): Eynshteyn, Podolskiy va Rosen kvant o'ralish nazariyasi klassik fizikadagi lokal realizm prinsipi bilan ziddiyatda ekanligini ko'rsatdilar. Ular kvant mexanikasi to'liq emas deb hisoblashdi.

Bell tenglamalari (1964): Jon Bell kvant o'ralish haqiqiylikini matematik jihatdan isbotladi va uning eksperimental sinovlari o'tkazildi.

4. Kvant teleportatsiyasi mexanizmi

Kvant teleportatsiyasi jarayoni uchta asosiy bosqichni o'z ichiga oladi:

1. O'ralish hosil qilish: A va B zarrachalari o'ralish holatiga keltiriladi.
2. O'lchash: Birinchi zarrachaning kvant holati o'lchanadi va bu haqdagi ma'lumot klassik kanal orqali uzatiladi.
3. Qayta tiklash: Ikkinchi zarrachaning holati ushbu klassik ma'lumot yordamida o'zgartiriladi, natijada birinchi zarrachaning asl kvant holati tiklanadi.

5. Klassik va kvant aloqaning birlashuvi

Kvant teleportatsiyasini amalga oshirishda kvant kanal (o'ralish orqali aloqa) va klassik aloqa (ma'lumot uzatish uchun) birgalikda ishlaydi.

Bu kvant teleportatsiyasining asosiy cheklovidir, chunki klassik aloqa tezligi yorug'lik tezligidan oshib keta olmaydi.

6. Matematik modeli

Matematik jihatdan kvant teleportatsiyasi quyidagicha izohlanadi:

1. Uchta zarracha ishtirok etadi: Zarrachalardan biri A (uzatiladigan holat). Zarrachalar B va C (o'ralish hosil qilgan juftlik).
2. Kvant holati ifodasi: A zarrachaning holati: O'ralish
3. Jarayon: A va B birgalikda o'lchanadi va natija klassik kanal orqali uzatiladi. Ushbu ma'lumotdan foydalangan holda C zarrachaning holati o'zgartiriladi, natijada A zarrachaning asl holati tiklanadi.

7. Nazariy cheklovlar No-kloning teoremasi: Kvant holatlarini nusxalash imkonsizligi sababli, kvant teleportatsiyasi faqat holatni "ko'chirish" imkonini beradi, lekin uning asl nusxasi saqlanmaydi. Qarama-qarshilik: Kvant

teleportatsiyasi faqat mavjud o'ralish resurslari bilan ishlaydi. Kvant teleportatsiyasi nazariyasi kvant o'ralish, kvant mexanikasining o'lchash tamoyillari va klassik ma'lumot uzatishga asoslanadi. Bu nazariya kvant hisoblash va xavfsiz aloqa sohalarida inqilobiy yutuqlarga olib kelmoqda.

2.Kvant mexanikasining asosiy sinovlari

Kvant teleportatsiyasi kvant mexanikasining asosiy tamoyillarini sinab ko'rish uchun noyob platformani taqdim etadi. Kvant chalkashliklari va mahalliy bo'lmaganlik chegaralarini o'rganish orqali teleportatsiya tajribalari kvant nazariyasi haqidagi tushunchamizni tasdiqlash va kengaytirishga yordam beradi.

Bell testlari klassik nazariyalarga qarshi kvant mexanikasi bashoratlarini sinab ko'rish uchun chigal holatlardan foydalanadi. Qo'ng'iroq holatini o'lchashni o'z ichiga olgan teleportatsiya tajribalari kvant chalkashligining mahalliy bo'lmagan tabiatiga kuchli dalil beradi. Yaqinda o'tkazilgan yuqori aniqlikdagi teleportatsiya tajribalari Bell sinovlarida bir nechta bo'shliqlarni yopdi va bu kvant mexanikasining haqiqiyligini yana bir bor tasdiqladi. Teleportatsiya tajribalari, shuningdek, kvant asoslarini o'rganishga, to'lqin funksiyasining qulashi, dekoherentlik va o'lchov muammosi kabi tushunchalarni o'rganishga yordam beradi. Kvant holatlarini yuqori aniqlik bilan manipulyatsiya qilish va uzatish orqali ushbu tajribalar kvant tizimlarining xatti-harakatlari va haqiqat tabiati haqida tushuncha beradi.

A. Qo'ng'iroq holatlarining kelib chiqishi

Qo'ng'iroq holatlari ikkita kubitning maksimal chigallashgan holatini hisobga olgan holda olinadi. Har bir Bell holati $|0\bar{y}\rangle$ va $|1\bar{y}\rangle$ asosiy holatlarning noyob birikmasini ifodalaydi: Bu holatlar o'zaro ortogonal bo'lib, ikki kubitli tizim uchun to'liq asosni tashkil qiladi.

B. Fotonga asoslangan teleportatsiya uchun eksperimental o'rnatish

Fotonga asoslangan kvant teleportatsiyasi uchun odatiy sozlash quyidagilarni o'z ichiga oladi komponentlar:

$$\begin{aligned}
|\Phi^+\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle), \\
|\Phi^-\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle), \\
|\Psi^+\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle), \\
|\Psi^-\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle).
\end{aligned}$$

1. O'ralgan fotonlar manbai: chigal foton juftlarini yaratish uchun chiziqli bo'lmagan kristall yoki parametrik pastga aylantirish jarayoni qo'llaniladi.

2. Qo'ng'iroq holati analizatori: nur ajratgichlar, polarizatorlar va detektorlarning kombinatsiyasi Qo'ng'iroq holatini o'lchashni amalga oshiring.

3. Klassik aloqa kanali: standart aloqa aloqasi (masalan, optik tolali yoki bo'sh joy) o'lchov natijalarini Elisdan Bobga uzatish uchun ishlatiladi.

4. Foton detektorlari: Ko'chki fotodiodlari kabi yuqori sezgir detektorlar fotonlarning mavjudligini aniqlash va ularning xususiyatlarini o'lchash uchun ishlatiladi.

5. Kvant xotirasi: Ba'zi tajribalarda kvant xotira qurilmalari chigal holatlarni saqlash va olish uchun ishlatiladi, bu esa teleportatsiya jarayonida sinxronizatsiya va vaqtni sozlash imkonini beradi.

Ushbu komponentlar kvant holatlarini muvaffaqiyatli teleportatsiya qilish uchun birgalikda ishlaydi, ularning samaradorligi va ishonchliligini oshirishga qaratilgan doimiy tadqiqotlar.

C. Kvant teleportatsiyasi uchun matematik asos

Kvant teleportatsiyasining matematik asosi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

1. Dastlabki holat: Dastlabki holat teleportatsiya qilinadigan kubitdan ($|\psi\rangle$) va Elis va Bob o'rtasida o'ralgan juftlik:

$$|\psi\rangle \otimes |\Phi^+\rangle = (a|0\rangle + b|1\rangle) \otimes \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

2. Kombinatsiyalangan holat: Tizimning chigallashgandan keyingi birlashgan holati juftlik:

$$|\psi\rangle \otimes |\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(a|0\rangle \otimes (|00\rangle + |11\rangle) + b|1\rangle \otimes (|00\rangle + |11\rangle))$$

3. Qo'ng'iroq asosida qayta yozish: Shtat Bell asosidagi holatlar nuqtai nazaridan qayta yozilishi mumkin va Bob kubiti:

$$|\psi\rangle \otimes |\Phi^+\rangle = \frac{1}{2} \sum_{i,j=0}^1 |\Phi_{ij}\rangle \otimes \sigma_{ij}|\psi\rangle$$

4. O'lchov va aloqa: Elisning Bell-davlat o'lchovi loyihalari Qo'ng'iroq holatidan biriga birlashtirilgan va natija Bobga xabar qilinadi klassik bitlar orqali.

5. Pauli tuzatishlari: Bob Elisga asoslangan tegishli Pauli operatorini qo'llaydi Dastlabki holatni tiklash uchun o'lchov natijasi:

$$\sigma_{ij}|\psi\rangle$$

Bu jarayon kvant holatining Bob kubitiga muvaffaqiyatli teleportatsiya qilinishini ta'minlaydi.

Kvant teleportatsiyasidagi qiyinchiliklar

Muhim yutuqlarga qaramay, kvant teleportatsiyasini amaliy amalga oshirishda bir qator muammolar mavjud. Bularga quyidagilar kiradi:

1. Dekogerentlik va shovqin: Kvant tizimlari dekoherentlikka juda sezgir va shovqin, bu teleportatsiyaning ishonchliligini pasaytiradi. Xatolarga chidamli protokollarni ishlab chiqish va muvofiqlik vaqtlarini yaxshilash ishonchli teleportatsiya uchun juda muhimdir.

2. O'zaro bog'liqlikni yaratish va tarqatish: uzoq masofalarda yuqori sifatli o'ralgan juftlarni samarali ishlab chiqarish va tarqatish katta muammo hisoblanadi. Bog'lanishni tozalash va kvant takrorlagichlari kabi usullar o'rganilmoqda bu masalani hal qiling.

3. Kvant o'lchovi aniqligi: Muvaffaqiyatli teleportatsiya uchun aniq kvant o'lchovlari juda muhimdir. Yuqori samarali detektorlar va xatolarni to'g'rilagan o'lchash protokollari kabi o'lchov texnologiyasidagi yutuqlar kerak.

4. Scalability: Keng miqyosli kvant tarmoqlari va kvant hisoblash kabi amaliy ilovalar uchun kvant teleportatsiyasini kengaytirish integratsiya va barqarorlik bilan bog'liq texnik va muhandislik qiyinchiliklarini bartaraf etishni talab qiladi.

Potentsial yechimlar va innovatsiyalar

Tadqiqotchilar ushbu muammolarni hal qilish uchun turli xil echimlar va innovatsiyalarni faol ravishda o'rganmoqdalar:

1. Ilg'or materiallar va texnologiyalar: yangi materiallarni ishlab chiqish va topologik izolyatorlar va o'ta o'tkazgichli sxemalar kabi texnologiyalar kvant teleportatsiya tizimlarining ishlashi va ishonchliligini oshirishga va'da beradi.

2. Gibril tizimlar: turli kvant tizimlarini, masalan, fotonlar va qattiq davlat kubitlari, har bir platformaning kuchli tomonlaridan foydalanishi va individual zaif tomonlarini yumshatishi mumkin. Gibril tizimlar kuchli kvant teleportatsiya tarmoqlarini qurish uchun ko'p qirrali yondashuvni taklif qiladi.

3. Kvant xatosini tuzatish: Kengaytirilgan kvant xatosini tuzatishni amalga oshirish texnikasi real vaqtda xatolarni aniqlash va tuzatish orqali teleportatsiyaning ishonchliligini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

4. Bog'lanishni almashtirish va kvant takrorlash vositalari: Bu usullar juda muhim kvant aloqa tarmoqlari doirasini kengaytirish uchun. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotlar chalkashliklarni almashtirish va amaliy kvant takrorlagichlarini ishlab chiqishning maqsadga muvofiqligini ko'rsatdi.

3.Kvant teleportatsiyasidagi so'ngi yutuqlar.

So'nggi yillarda kvant teleportatsiyasini eksperimental amalga oshirishda sezilarli yutuqlarga guvoh bo'ldi.

Fotonga asoslangan teleportatsiya

Fotonlar past dekoherentlik darajasi va manipulyatsiya qulayligi tufayli kvant ma'lumotlarini ideal tashuvchilardir. Kvant teleportatsiyasining dastlabki tajribalarida chiziqli bo'lmagan kristallarda o'z-o'zidan parametrik pastga konvertatsiya qilish orqali hosil qilingan chigal fotonlardan foydalanilgan. Ushbu tajribalar qisqa masofalarda kvant teleportatsiyasining asosiy tamoyillarini muvaffaqiyatli namoyish etdi. Optik texnologiyaning rivojlanishi uzoq masofalarga teleportatsiya qilish imkonini berdi. 2015 yilda tadqiqotchilar optik tolalar yordamida 100 kilometrdan ortiq masofani teleportatsiya qilishga erishdilar. Ushbu tajriba chigal foton juftlarini yaratish, bitta fotonni tola orqali uzatish va qabul qiluvchi uchida qo'ng'iroq holatini o'lchashni o'z ichiga olgan. 2017-yilda Xitoyning Micius sun'iy yo'ldoshi 1200 kilometr masofada yerdan sun'iy yo'ldoshga kvant teleportatsiyasini muvaffaqiyatli namoyish etdi. Ushbu muhim tajriba sun'iy yo'ldoshdagi fotonlarni chalkashtirib yuborish va ularni yerosti stantsiyalariga uzatishni o'z ichiga oldi, bu erda teleportatsiyaga Bell holatini o'lchash va klassik aloqa orqali erishildi.

Qattiq holat tizimlari

Kvant nuqtalari, olmosdagi azot-vakansiya (NV) markazlari va o'ta o'tkazuvchan kubitlar kabi qattiq holat tizimlari kengaytirilishi va mavjud yarimo'tkazgich texnologiyalari bilan integratsiyalashuvi tufayli kvant teleportatsiyasi uchun istiqbolli platformalarni taklif qiladi. Kvant nuqtalari biexciton kaskad jarayonlari orqali chigal foton juftlarini hosil qilishi mumkin. Yaqinda o'tkazilgan tajribalar fotonik sxemalarga o'rnatilgan kvant nuqtalari yordamida teleportatsiyani ko'rsatdi va bu chipdagi kvant tarmoqlariga yo'l ochdi. Olmosdagi NV markazlari yana bir istiqbolli platforma bo'lib, uzoq vaqt davomida uyg'unlik va elektron va yadro

spinlarini chalkashtirish qobiliyatini taklif qiladi. Tajribalar millimetr miqyosidagi masofalar bilan ajratilgan NV markazlari orasidagi teleportatsiyani ko'rsatdi, bu kengaytiriladigan kvant tarmoqlari uchun potentsialni ko'rsatdi. Ko'pgina kvant hisoblash arxitekturalarida ishlatiladigan supero'tkazuvchi kubitlar teleportatsiya tajribalarida ham qo'llanilgan. Mikroto'lqinli rezonatorlar orqali ulangan supero'tkazuvchi kubitlar o'rtasida yuqori aniqlikdagi teleportatsiyaga erishildi, bu qattiq holatdagi kvant protsessorlarida teleportatsiyaning maqsadga muvofiqligini ko'rsatdi.

Uzoq masofali kvant teleportatsiyasi

Uzoq masofali kvant teleportatsiyasiga intilish ajoyib yutuqlarga erishdi.

Uzoq masofalardagi kvant teleportatsiyasi global kvant aloqa tarmoqlarini rivojlantirish uchun juda muhimdir. Teleportatsiya doirasini kengaytirish uchun bir nechta strategiyalar qo'llanilgan.

Sun'iy yo'ldoshga asoslangan kvant aloqasi

Sun'iy yo'ldoshga asoslangan kvant aloqasi uzoq masofali teleportatsiya uchun istiqbolli yondashuvdir. Micius sun'iy yo'ldosh tajribasi sun'iy yo'ldosh va yerosti stansiyalari o'rtasida teleportatsiyaga erishish orqali kosmik kvant tarmoqlarining maqsadga muvofiqligini ko'rsatdi. Ushbu yondashuv ma'lum to'lqin uzunliklarida fotonlarning past atmosfera yutilishidan foydalanadi va bu juda katta masofalarda xavfsiz aloqani ta'minlaydi.

Kvant takrorlagichlari

Kvant takrorlagichlari yer usti kvant aloqa tarmoqlarini kengaytirish uchun zarurdir. Ushbu qurilmalar uzoq masofalarga bog'lanishni sezilarli darajada yo'qotmasdan kengaytirish uchun chalkashliklarni almashtirish va kvant xatolarini tuzatishdan foydalanadi. Yaqinda o'tkazilgan tajribalar kvant takrorlagichlarining asosiy tamoyillarini ko'rsatdi, doimiy tadqiqotlar amaliy tatbiqlarni ishlab chiqishga qaratilgan.

1-jadval: Kvant teleportatsiyasidagi asosiy tajribalar

Yil platformasi	Masofa (km)	Asosiy yutuq
1997 yil Fotonlar	0,01	Birinci eksperimental namoyish
2015 Fotonlar	100	Optik tola orqali uzoq masofaga teleportatsiya
2017 sun'iy yo'ldosh-foton	1200	Kosmosga asoslangan kvant teleportatsiyasi
2020 Supero'tkazuvchilar Qubitlar	-	Qattiq holatda yuqori aniqlikdagi teleportatsiya
Olmosdagi 2021 NV markazlari -		Kvant tarmoqlari bilan integratsiya

2-jadval: Kvant teleportatsiya platformalarini solishtirish

Platforma	Afzalliklar	Qiyinchiliklar
Fotonlar	Kam dekoherentlik, uzoq masofali potentsial	Foton yo'qolishi, murakkab optik sozlamalar
Kvant nuqtalari	Fotonik bilan integratsiya sxemalar	Ishlab chiqarish qiyinchiliklari, cheklangan izchillik
NV markazlari Olmos	Uzoq izchillik vaqtlari, xona harorat	Qiyin bog'lanish avlod
Supero'tkazuvchilar Qubitlar	Yuqori aniqlik, integratsiya sxemalar	Kriogen haroratlari, dekoherentlik

Kvant teleportatsiyasi kvant hisoblashni rivojlantirishda hal qiluvchi rol o'ynashga tayyor. uning turli qismlari o'rtasida kvant holatlarini uzatishni ta'minlash orqali kvant protsessori, teleportatsiya taqsimlangan kvant eshiklari va operatsiyalarini yaratishga yordam beradi. Bu qobiliyat murakkab hisob-kitoblarni bajara oladigan kengaytiriladigan kvant kompyuterlarini yaratish uchun zarurdir.

Kvant darvozasi teleportatsiyasi

Kvant darvoza teleportatsiyasi - bu uzoq kubitlarda kvant eshiklarini amalga oshirish uchun teleportatsiyadan foydalanadigan texnikadir. Ushbu usul to'g'ridan-to'g'ri o'zaro ta'sir qilmaydigan kubitlar o'rtasida chalg'ituvchi eshiklarni yaratish uchun

ishlatilishi mumkin, bu esa keng ko'lamli kvant zanjirlarini qurish imkonini beradi. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotlar turli kvant platformalarida, shu jumladan o'ta o'tkazuvchan kubitlarda va tutilgan ionlarda darvoza teleportatsiyasining maqsadga muvofiqligini ko'rsatdi.

Kvant xatosini tuzatish

Kvant xatosini tuzatish shovqin va dekogerentlik mavjud bo'lganda kvant holatlarining muvofiqligini saqlash uchun juda muhimdir. Teleportatsiyaga asoslangan xatolarni tuzatish sxemalari, masalan, sirt kodi, kvant holatini to'g'ridan-to'g'ri o'lchamasdan xatolarni aniqlash va tuzatish uchun chigal holatlar va teleportatsiya protokollaridan foydalanadi. Ushbu sxemalar bir nechta eksperimental tizimlarda amalga oshirilgan bo'lib, kuchli kvant hisoblash imkoniyatlarini namoyish etadi.

Kvant aloqasi

Kvant teleportatsiyasi kvant aloqa tarmoqlarini amalga oshirish uchun muhim ahamiyatga ega. Kvant ma'lumotlarini xavfsiz uzatishni ta'minlash orqali teleportatsiya aloqa tizimlari uchun misli ko'rilmagan xavfsizlikni ta'minlaydi.

Kvant kalitlari taqsimoti (QKD)

Kvant kalitlarini taqsimlash (QKD) uzoq tomonlar o'rtasida kriptografik kalitlarni xavfsiz taqsimlash uchun kvant teleportatsiyasidan foydalanadi. QKD xavfsizligi kvant mexanikasitamoyillariga asoslangan bo'lib, uni klassik xakerlik usullaridan himoya qiladi. BB84 va E91 kabi bir nechta QKD protokollari kvant teleportatsiyasi yordamida amalga oshirildi va hozirda QKD tijorat tizimlari mavjud.

Kvant tarmoqlari

Kvant tarmoqlari bir nechta kvant qurilmalarini uzoq masofalarga ulashga qaratilgan bo'lib, taqsimlangan kvant hisoblash va xavfsiz aloqani ta'minlaydi. Teleportatsiya ushbu tarmoqlarning asosiy komponenti bo'lib, tarmoq tugunlari o'rtasida kvant holatlarini uzatishni osonlashtiradi.

Xulosa

Kvant teleportatsiyasi kvant ma'lumotlarini tushunish va manipulyatsiya qilishda chuqur sakrashni anglatadi. Kvant holatlarini bir zumda uzatish imkonini berib, u kvant hisoblash, xavfsiz aloqa va fundamental fizika tadqiqotlari uchun yangi imkoniyatlar ochadi. Ushbu maqolada kvant teleportatsiyasining nazariy tamoyillari, eksperimental yutuqlari va kelajakdagi istiqbollari haqida to'liq ma'lumot berilgan. Texnologik imkoniyatlarimizni rivojlantirishda davom etar ekanmiz, kvant teleportatsiyasining amaliy amalga oshirilishi bizni kvant texnologiyalarining to'liq salohiyatini ro'yobga chiqarishga yaqinlashtiradi. Oldindagi sayohat qiyinchiliklarga to'la, ammo mukofotlar bizning hisoblash, aloqa va kvant dunyosi haqidagi tushunchamizga bo'lgan yondashuvimizni inqilob qilishni va'da qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bennett, CH, Brassard, G., Crépeau, C., Jozsa, R., Peres, A., & Wootters, WK (1993). Ikki klassik va Eynshteyn-Podolskiy-Rozen kanallari orqali noma'lum kvant holatini teleportatsiya qilish.
2. Bouwmeester, D., Pan, J.-W., Mattle, K., Eibl, M., Weinfurter, H., & Zeilinger, A. (1997). Eksperimental kvant teleportatsiyasi.
3. Ren, J.-G., Xu, P., Yong, H.-L., Chjan, L., Liao, S.-K., Yin, J., ... & Pan, J.- V. (2017). Yerdan sun'iy yo'ldoshga kvant teleportatsiyasi.
4. Pfaff, V., Hensen, B., Bernien, X., van Dam, SB, Blok, MS, Taminiau, TH, ... & Hanson, R. (2014). Uzoqdagi qattiq holat kvant bitlari orasidagi shartsiz kvant teleportatsiyasi.
5. Chjou, Q., Xan, Y. va Guo, G. (2020). Supero'tkazuvchilar konturda yuqori aniqlikdagi kvant teleportatsiyasi.