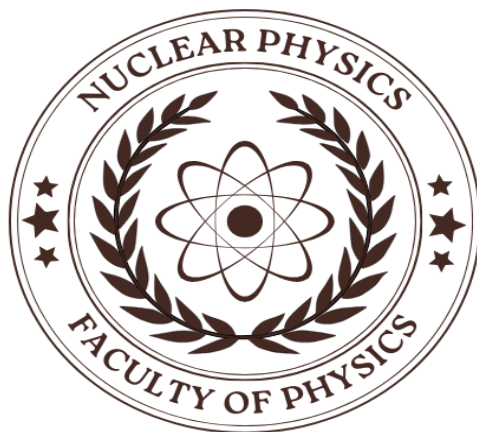


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

FIZIKA FAKULTETI
YADRO FIZIKASI KAFEDRASI



Atom fizikasi fanidan

MUSTAQIL ISH

Kvant korellyastiya

Talaba: F-2203 guruh talabasi Choriyeva Nilufar

O'qituvchi: yadro fizikasi kafedrasi dotsenti – Muqaddas Mamayusupova

Toshkent – 2024

Mundarija

KIRISH

ASOSIY QISM

1. Kvant korelyatsiyaning asoslari va Bell teoremasi
2. Korrelyatsiya sabab bog'liqligini keltirib chiqarmaydi
3. EPR paradoksi

XULOSA

Foydalanilgan manbalar

Kirish.

Kvant korrelyatsiya, kvant mexanikasining muhim tushunchalaridan biri bo'lib, kvant tizimlarining bir-biri bilan o'zaro bog'lanishini va ularning holatlari o'rtasidagi munosabatlarni o'rganadi. Bu fenomen, kvant tizimlarining klassik tizimlardan farqli ravishda, bir-biriga ta'sir qilishi va o'zaro bog'lanishi mumkinligini ko'rsatadi. Kvant korrelyatsiya, ayniqsa, kvant entanglement (kvant bog'lanish) fenomeni bilan bog'liq bo'lib, bu holat ikki yoki undan ortiq kvant tizimlarining bir-biri bilan bog'lanishini va ularning holatlari o'rtasidagi korrelyatsiyani anglatadi.

Kvant korrelyatsiya, kvant hisoblash, kvant aloqa va kvant kriptografiya kabi zamonaviy texnologiyalarda muhim rol o'ynaydi. Bu tushuncha, kvant tizimlarining o'zaro ta'siri va ularning birgalikda ishlashini tushunishga yordam beradi, shuningdek, kvant mexanikasining asosiy tamoyillarini yanada chuqurroq o'rganishga imkon beradi.

Asosiy qism.

1. Kvant korrelyatsiyaning asoslari

Kvant korrelyatsiyasi kvant korrelyatsiyasi muqobil natijalar mahsulotining kutilayotgan qiymatidir . Boshqacha qilib aytganda, bu bitta kvant tizimining o'zaro ta'sir joyidan o'tishi bilan fizik xususiyatlarning kutilayotgan o'zgarishi. Jon Bellning 1964 yilda Bell testini ilhomlantirgan maqolasida A va B natijalari har biri ikkita qiymatdan faqat bittasini, -1 yoki +1ni olishi mumkin deb taxmin qilingan. Bundan kelib chiqadiki, mahsulot ham faqat -1 yoki +1 bo'lishi mumkin, shuning uchun mahsulotning o'rtacha qiymati bo'ladi.

Biroq, haqiqiy tajribalarda detektorlar mukammal emas va ko'plab nol natijalarni keltirib chiqaradi. Korrelyatsiyani hali ham tasodiflar yig'indisi yordamida baholash mumkin, chunki nollar o'rtacha ko'rsatkichga hissa qo'shmaydi.

Ushbu usulning qonuniyligi kuzatilgan tasodiflar chiqarilgan juftliklarning adolatli namunasini tashkil etishi haqidagi taxminga asoslanadi.

Bellning maqolasida bo'lgani kabi mahalliy realistik taxminlardan so'ng, taxminiy kvant korrelyatsiyasi etarli miqdordagi sinovlardan so'ng birlashadi.

$$QC(a, b) = \int d\lambda \rho(\lambda) A(a, \lambda) B(b, \lambda)$$

Bu erda a va b detektor sozlamalari va λ - yashirin o'zgaruvchi , $\rho(\lambda)$ taqsimotidan olingan.

Kvant korrelyatsiyasi CHSH tengsizligi va boshqa Bell tengsizliklarining asosiy statistikasi bo'lib, kvant mexanikasi va mahalliy realizm yoki mahalliy yashirin o'zgaruvchan nazariya o'rtasidagi eksperimental diskriminatsiyaga yo'l ochadi .

Kvant korrelyatsiyalari turli hodisalarni, jumladan, vaqt bo'yicha ajratilgan zarrachalarning interferensiyasini keltirib chiqaradi.

Bell teoremasi fizikadagi bir-biri bilan chambarchas bog'liq bo'lgan bir qator natijalarni o'z ichiga olgan atama bo'lib , ularning barchasi o'lchov tabiati haqidagi

ba'zi asosiy taxminlarni hisobga olgan holda kvant mexanikasi mahalliy yashirin o'zgaruvchan nazariyalar bilan mos kelmasligini aniqlaydi. Bu erda "mahalliy" mahalliylik printsipiga ishora qiladi, zarrachaga faqat uning yaqin atrofi ta'sir qilishi mumkin va jismoniy maydonlar vositachiligidagi o'zaro ta'sirlar yorug'lik tezligidan tezroq tarqala olmaydi. "Yashirin o'zgaruvchilar" kvant zarralarining taxminiy xususiyatlari bo'lib, ular kvant nazariyasiga kiritilmagan, ammo shunga qaramay tajribalar natijalariga ta'sir qiladi. Ushbu natijalar oilasi nomini olgan fizik Jon Styuart Bellning so'zlariga ko'ra, "Agar [yashirin o'zgaruvchan nazariya] mahalliy bo'lsa, u kvant mexanikasiga mos kelmaydi va agar u kvant mexanikasiga mos kelsa, u mahalliy bo'lmaydi."

Birinchi bunday natijani Bell 1964 yilda Eynshteyn-Podolskiy-Rozen paradoksiga asoslanib, kvant chigalligi fenomeniga e'tibor qaratgan edi. Bell, agar o'lchovlar chigal juftlikning ikkita ajratilgan zarralari bo'yicha mustaqil ravishda amalga oshirilsa, natijalar har bir yarmidagi yashirin o'zgaruvchilarga bog'liq degan taxmin, ikkita o'lchov natijalarining qanday bog'liqligi bo'yicha matematik cheklovni nazarda tutadi, degan xulosaga keldi. Bunday cheklov keyinchalik Bell tengsizligi deb nomlanadi. Keyin Bell kvant fizikasi bu tengsizlikni buzadigan korrelyatsiyalarni bashorat qilishini ko'rsatdi. Keyingi yillarda Bell teoremasi bo'yicha ko'plab o'zgarishlar ilgari surildi, ular turli taxminlar yordamida va turli xil Bell (yoki "Bell-tipi") tengsizliklarini olishdi.

Bell teoremasini sinab ko'rish uchun mo'ljallangan birinchi oddiy tajriba 1972 yilda Jon Klauzer va Styuart Fridman tomonidan o'tkazilgan. Ko'proq ilg'or tajribalar, birgalikda Bell testlari sifatida tanilgan, o'shandan beri ko'p marta amalga oshirildi. Ko'pincha, bu eksperimentlar "bo'shliqlarni yopish", ya'ni eksperimental dizayn yoki o'rnatish muammolarini yaxshilashga qaratilgan bo'lib, ular printsipial jihatdan oldingi Bell testlari natijalarining haqiqiylikiga ta'sir qilishi mumkin. Bell testlari doimiy ravishda jismoniy tizimlar kvant mexanikasiga bo'ysunishini va Bell

tengsizliklarini buzishini aniqladi; ya'ni bu tajribalar natijalari mahalliy yashirin o'zgaruvchan nazariyalar bilan mos kelmaydi.

Korrelyatsiyalar bo'yicha Bell tipidagi cheklovni isbotlash uchun zarur bo'lgan taxminlarning aniq tabiati fiziklar va faylasuflar tomonidan muhokama qilingan. Bell teoremasining ahamiyati shubhasiz bo'lsa-da, kvant mexanikasining turli talqinlari aynan nimani nazarda tutayotgani haqida kelishmaydi.

Asosiy g'oyada ko'plab o'zgarishlar mavjud, ba'zilar boshqalarga qaraganda kuchliroq matematik taxminlarni qo'llaydi. E'tiborlisi, Bell tipidagi teoremlar mahalliy yashirin o'zgaruvchilarningbiron bir alohida nazariyasiga ishora qilmaydi, aksincha, kvant fizikasi tabiatning klassik rasmlari ortidagi umumiy taxminlarni buzishini ko'rsatadi. 1964 yilda Bell tomonidan isbotlangan asl teorema tajriba uchun eng mos emas va Bell tipidagi tengsizliklar janrini keyingi misol bilan tanishtirish qulay.

Kvant mexanikasini yashirin o'zgaruvchilar bilan "to'ldirish" mumkinmi degan savol kvant nazariyasining dastlabki yillariga to'g'ri keladi. 1932 yilda tug'ilgan vengriyalik polimat Jon fon Neyman kvant mexanikasi bo'yicha o'zining darsligida "yashirin parametrlar" bo'lishi mumkin emasligiga dalil sifatida taqdim etgan. Fon Neyman isbotining to'g'riligi va aniqligi Hans Reyxenbax tomonidan, Grete Hermann tomonidan batafsilroq va ehtimol suhbatda Albert Eynshteyn tomonidan nashr qilinmagan bo'lsa-da, so'roq qilingan. [3-eslatma] (Saymon Kochen va

Ernst Spekker 1961-yildayoq fon Neymanning asosiy taxminini rad etishgan, ammo 1967- yilgacha uning tanqidini e'lon qilishmagan.

2.Korrelyatsiya sabab bog'liqligini keltirib chiqarmaydi

" Korrelyatsiya sababini anglatmaydi " iborasi ikkita hodisa yoki o'zgaruvchi o'rtasidagi sababnatija munosabatlarini faqat ular o'rtasidagi kuzatilgan bog'liqlik yoki korrelyatsiya asosida qonuniy ravishda chiqarib bo'lmasligini anglatadi . "Korrelyatsiya sabab sababni nazarda tutadi" degan fikr shubhali sababli mantiqiy noto'g'rilikka misol bo'lib , unda ikkita hodisa birgalikda sodir bo'lgan sabab-natija munosabatlarini o'rnatgan deb qabul qilinadi. Bu noto'g'ri tushuncha lotincha cum hoc ergo propter hoc ("shuning uchun, shu sababli") iborasi bilan ham ma'lum . Bu post hoc ergo propter hoc ("bundan keyin, shuning uchun shu sababli") deb nomlanuvchi noto'g'ri tushunchadan farq qiladi , bunda boshqasidan keyingi voqea avvalgi hodisaning zaruriy natijasi sifatida ko'riladi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikki hodisaning noto'g'ri qo'shilishi. voqealar, g'oyalar, ma'lumotlar bazalari va boshqalarni birlashtiradi.

Har qanday mantiqiy xatoda bo'lgani kabi, argumentning asosi noto'g'ri ekanligini aniqlash, natijada olingan xulosaning noto'g'ri ekanligini anglatmaydi . Statistik usullar taklif qilingan bo'lib, ular bog'liqlikni gipoteza testlari uchun asos sifatida ishlatadilar , jumladan Granger sabab testi va konvergent o'zaro bog'liqlik xaritasi . Bredford Xill mezonlari , shuningdek, Xillning sabab mezonlari sifatida ham tanilgan, sabab munosabatlarining epidemiologik dalillarini o'rnatishda foydali bo'lishi mumkin bo'lgan to'qqizta tamoyillar guruhidir.

Sabab tahlili - bu sabab va natijani aniqlashga oid eksperimental dizayn va statistika sohasi .

Odatda u to'rtta elementni o'rnatishni o'z ichiga oladi: korrelyatsiya , vaqt bo'yicha ketma-ketlik (ya'ni sabablar ularning taklif qilingan ta'siridan oldin sodir bo'lishi kerak), kuzatilgan ta'sirning mumkin bo'lgan sababdan kelib chiqishi uchun aqliy jismoniy yoki axborot-nazariy mexanizm va umumiy va muqobil ("maxsus") sabablar ehtimoli . Bunday tahlil odatda bir yoki bir nechta sun'iy yoki tabiiy tajribalarni o'z ichiga oladi.

Korrelyatsiyadan mantiqiy asossiz xulosa chiqarishga misollar B sabab A (teskari sabab yoki teskari sabab)

Teskari sabab yoki teskari sabab yoki noto'g'ri yo'nalish shubhali sababning norasmiy xatosi bo'lib , unda sabab va oqibat teskari bo'ladi. Buning sababi ta'sir va aksincha, deyiladi.

1-misol

Shamol tegirmonlari qanchalik tez aylansa, shunchalik ko'p shamol kuzatiladi.

Shuning uchun shamol tegirmonlarning aylanishidan kelib chiqadi. (Yoki oddiy qilib aytganda:

shamol tegirmonlari, ularning nomidan ko'rinib turibdiki, shamol ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan mashinalardir.)

Ko'pgina ilmiy dalillar birgalikda sodir bo'lishi kuzatiladigan o'zgaruvchilar [18] korrelyatsiyasiga asoslanadi . Olimlar o'zaro bog'liqlik har doim ham sababchilikni anglatmasligini ta'kidlashga ehtiyot bo'lishadi. A ning B ni faqat B bilan korrelyatsiya qilgani uchun A sabab bo'ladi degan taxmin argumentning qonuniy shakli sifatida qabul qilinmaydi.

Biroq, ba'zida odamlar korrelyatsiyani butunlay rad etishning teskari xatosiga yo'l qo'yishadi. Bu muhim ilmiy dalillarning katta qismini rad etadi. Ba'zi savollarni hal qilish uchun boshqariladigan ikki tomonlama ko'r-ko'rona tadqiqotlarni o'tkazish qiyin yoki axloqiy jihatdanimkonsiz bo'lishi mumkinligi sababli , bir nechta turli burchaklardagi korrelyatsion dalillar sabablarga dalil keltira olmasa ham, bashorat qilish uchun foydali bo'lishi mumkin . Misol uchun, ijtimoiy xodimlar bolalarni zo'ravonlik qilishning akademik natijalarga qanday bog'liqligini bilishdan manfaatdor bo'lishi mumkin. Bolalar tasodifiy zo'ravonlikni qabul qilish yoki olmaslik uchun tayinlangan eksperimentni o'tkazish axloqiy emas bo'lsa-da, tadqiqotchilar eksperimental bo'lmagan korrelyatsion dizayn yordamida mavjud guruhlariga qarashlari mumkin. Agar haqiqatda suiiste'mollik va akademik

samaradorlik o'rtasida salbiy bog'liqlik mavjud bo'lsa, tadqiqotchilar statistik bog'liqlik haqidagi ushbu bilimlardan tadqiqotdan tashqarida zo'ravonlikka duchor bo'lgan bolalar haqida bashorat qilish uchun foydalanishlari mumkin, garchi tadqiqot suiiste'mol qilish akademik samaradorlikni pasaytiradigan sabablarga ko'ra dalillar keltira olmadi.

Mavjud bo'lgan cheklangan metodologiyalar bilan bog'liqlik noto'g'riligini rad etishning kombinatsiyasi ba'zan ilmiy topilmaga qarshi turish uchun ishlatilgan. Misol uchun, tamaki sanoati tarixan tamaki tutuni va o'pka saratoni o'rtasidagi bog'liqlikni rad etish uchun korrelyatsion dalillarni rad etishga tayangan , biolog va statistik Ronald Fisher (ko'pincha sanoat nomidan).

Korrelyatsiya tibbiyot, psixologiya va sotsiologiya kabi sohalarda qimmatli ilmiy dalillar turi hisoblanadi . Korrelyatsiyalar birinchi navbatda haqiqiy ekanligi tasdiqlanishi kerak va keyin har qanday sababchi munosabatlarni muntazam ravishda o'rganish kerak. Oxir-oqibat, faqat korrelyatsiya davolash va foyda, xavf omili va kasallik yoki ijtimoiy yoki iqtisodiy omil va turli xil natijalar o'rtasidagi sabab-ta'sir munosabatlariga dalil sifatida foydalanish mumkin emas. Bu eng ko'p suiiste'mol qilinadigan dalillar turlaridan biridir, chunki korrelyatsiyaning dastlabki ko'rinishiga asoslanib, erta xulosalar chiqarish oson va hatto vasvasaga soladi.

3.EPR paradoksi

Eynshteyn -Podolskiy-Rozen (EPR) paradoksi fiziklar Albert Eynshteyn , Boris Podolskiy va Natan Rozen tomonidan taklif qilingan fikrlash tajribasi bo'lib , u kvant mexanikasi tomonidan taqdim etilgan jismoniy voqelikning tavsifi to'liq emasligini ta'kidlaydi. 1935-yilda chop etilgan “Jismoniy voqelikning kvant-mexanik tavsifini to'liq deb hisoblash mumkinmi?” nomli maqolada ular kvant nazariyasiga kirmaydigan “voqelik elementlari” mavjudligini ta'kidladilar va buni amalga oshirish mumkinligini taxmin qilishdi. ushbu yashirin o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan nazariyani tuzing . Paradoks qarorlari kvant mexanikasini talqin qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

Fikrlash tajribasi keyinchalik chigallashgan holat sifatida ma'lum bo'ladigan holatda tayyorlangan bir juft zarrachani o'z ichiga oladi . Eynshteyn, Podolskiy va Rozen shuni ta'kidladilarki, bu holatda birinchi zarrachaning holati o'lchangan bo'lsa, ikkinchi zarrachaning holatini o'lchash natijasini oldindan aytish mumkin. Agar buning o'rniga birinchi zarraning impulsi o'lchangan bo'lsa, ikkinchi zarraning impulsini o'lchash natijasini oldindan aytish mumkin edi. Ularning ta'kidlashicha, birinchi zarrachaga qilingan hech qanday harakat boshqasiga bir zumda ta'sir qila olmaydi, chunki bu nisbiylik nazariyasiga ko'ra imkonsiz bo'lgan yorug'likdan tezroq ma'lumot uzatilishini o'z ichiga oladi . Ular keyinchalik "Haqiqatning EPR mezonini" deb nomlanuvchi printsipga asoslanib, shunday deb ta'kidladilar: "Agar tizimni hech qanday tarzda bezovta qilmasdan, biz fizik miqdorning qiymatini aniq (ya'ni, birlikka teng ehtimollik bilan) bashorat qila olsak. , keyin bu miqdorga mos keladigan haqiqat elementi mavjud." Shundan kelib chiqib, ular ikkinchi zarracha har ikkala miqdorni o'lchashdan oldin ham joylashuvi, ham impulsning aniq qiymatiga ega bo'lishi kerak degan xulosaga kelishdi. Ammo kvant mexanikasi bu ikki kuzatiladigan narsani mos kelmaydigan deb hisoblaydi va shuning uchun ikkalasi uchun bir vaqtning o'zida qiymatlarni hech qanday tizim bilan bog'lamaydi. Shunday qilib, Eynshteyn,

Podolskiy va Rozen kvant nazariyasi haqiqatning to'liq tavsifini bermaydi degan xulosaga kelishdi.

"Eynshteyn-Podolskiy-Rozen paradoksi" yoki "EPR" atamasi 1934 yilda Eynshteyn fashistlar Germaniyasining yuksalishidan qochib , Ilg'or tadqiqotlar institutiga qo'shilganidan keyin yozilgan maqoladan kelib chiqqan . Asl maqola "biz o'zaro ta'sir o'tkazishga ruxsat beruvchi ikkita tizim I va II" bilan nima sodir bo'lishi kerakligini tasvirlashga mo'ljallangan va bir muncha vaqt o'tgach, "biz o'ylaymizki, bu ikki tizim o'rtasida endi hech qanday o'zaro ta'sir yo'q deb o'ylaymiz. qismlar." EPR tavsifi "ikkita zarrachani, A va B ni o'z ichiga oladi, [ular] qisqacha o'zaro ta'sir qiladi va keyin qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi." Heisenbergning noaniqlik printsipiga ko'ra , B zarrasining momentini ham, o'rnini ham aniq o'lchash mumkin emas; ammo A zarrasining aniq o'rnini o'lchash mumkin. Hisoblash yo'li bilan, shuning uchun A zarrachaning aniq o'rni ma'lum bo'lsa, B zarrasining aniq joylashuvini bilish mumkin. Shu bilan bir qatorda, A zarrasining aniq impulsini o'lchash mumkin, shuning uchun B zarrasining aniq impulsini ishlab chiqish mumkin. Manjit Kumar yozganidek , "EPR ular ... [zarracha] B bir vaqtning o'zida aniq pozitsiya va impuls qiymatlariga ega bo'lishi mumkinligini isbotlaganligini isbotladilar. ... B zarrasi haqiqiy pozitsiyaga va haqiqiy impulsiga ega. EPR paydo bo'ldi. A zarrachada o'tkazilgan o'lchovlar tufayli B zarrasining momentum yoki pozitsiyasining aniq qiymatlarini aniqlash uchun vositani o'ylab topish , B zarrasining jismoniy bo'lishining eng kichik imkoniyatisiz bezovta qildi."

Qog'ozning nashr etilishi Niels Bohrning javobiga turtki bo'ldi , u xuddi shu jurnalda (Jismoniy sharh) o'sha yili xuddi shu nomdan foydalangan holda nashr etdi. (Bu almashuv Bor va Eynshteyn o'rtasidagi kvant voqeligining tabiati haqidagi uzoq davom etgan munozarada faqatbitta bob bo'ldi.) U EPR noto'g'ri fikr yuritganini ta'kidladi. Borning ta'kidlashicha, pozitsiya va momentum o'lchovlari bir-birini to'ldiradi , ya'ni birini o'lchashni tanlash boshqasini o'lchash imkoniyatini istisno

qiladi. Binobarin, laboratoriya apparatlarining bir joylashuvi bo'yicha chiqarilgan faktni boshqasi yordamida chiqarilgan fakt bilan birlashtirib bo'lmaydi, shuning uchun ikkinchi zarracha uchun oldindan belgilangan pozitsiya va impuls qiymatlari haqidagi xulosa haqiqiy emas edi. Bor EPRning "argumentlari kvant tavsifi asosan to'liq bo'lmaganligi haqidagi xulosalarini oqlamaydi" degan xulosaga keldi.

O'zining nashrlari va yozishmalarida Eynshteyn EPR qog'ozidan qoniqmaganligini va uning ko'p qismini Rozen muallifligida ekanligini ta'kidladi. Keyinchalik u kvant mexanikasi to'liq bo'lmagan nazariya ekanligini ta'kidlash uchun boshqa dalillarni ishlatdi. U EPRning "haqiqat elementlarini" B zarrasining pozitsiyasi va momentumiga bog'lashini aniq ta'kidlab, "Menga bundan kam ahamiyat bermadim" dedi. B zarrasining pozitsiyasi va momentini aniq bashorat qilish imkonini berdi.

Eynshteyn uchun argumentning hal qiluvchi qismi nolokallikni namoyish qilish edi, ya'ni A zarrasida bajarilgan o'lchovning joylashuvi yoki momentumini tanlash B zarrasining ikki xil kvant holatiga olib keladi. Uning ta'kidlashicha, mahalliylik tufayli B zarrasining haqiqiy holati A da qanday o'lchov qilinganiga bog'liq bo'lishi mumkin emas va shuning uchun kvant holatlari haqiqiy holatlar bilan birma-bir mos kela olmaydi. Eynshteyn o'zining mahalliylik haqidagi g'oyasiga yaxshiroq mos keladigan nazariyani topish uchun umrining oxirigacha muvaffaqiyatsiz kurashdi

Xulosa

Kvant korrelyatsiya, kvant mexanikasining asosiy tushunchalaridan biri bo'lib, kvant tizimlarining o'zaro bog'lanishi va ularning holatlari o'rtasidagi munosabatlarni o'rganadi. Bu fenomen, kvant entanglement orqali o'z ifodasini topadi va zamonaviy texnologiyalarda, masalan, kvant hisoblash va kvant kriptografiyada muhim ahamiyatga ega. Kvant korrelyatsiyaning o'rganilishi, kvant tizimlarining murakkabligini va ularning bir-biriga ta'sirini tushunishga yordam beradi, bu esa ilm-fan va texnologiya sohalarida yangi imkoniyatlar va innovatsiyalarni keltirib chiqaradi. Kelajakda, kvant korrelyatsiya fenomenini yanada chuqurroq o'rganish, kvant mexanikasining yangi nazariyalarini rivojlantirish va amaliyotda qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Foydalanilgan manbalar

1. Wikipedia.uz
2. Orbita.uz