



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

FIZIKA FAKULTETI

Norkulov Abdullohning

“Atom fizikasi fanidan”

MUSTAQIL ISHI

MAVZU: Atom interferometrlari

2024-2025-o'quv yili

Reja:

1. Atom interferometrlari.
2. Atomlarning kvant mexanikasi
3. Atom interferometrlarining amaliy qo'llanilish usullari

1.Atom interferometrlari

Atom interferometrlari — kvant mexanikasining interferensiya tamoyillariga asoslangan sezgir o'lchov qurilmalari bo'lib, ular atomlarning to'lqin xossaligidan foydalanadi. Ular yorug'lik interferometrlariga o'xshash ishlaydi, ammo fotonlar o'rniga atomlar bilan bog'liq interferensiya kuzatiladi. Ushbu texnologiya yuqori aniqlikdagi o'lchovlarni amalga oshirish imkonini beradi va fundamental fizika, geofizika, astronomiya, va sanoat kabi ko'plab sohalarda qo'llaniladi. Atom interferometrining ishlash tamoyili:

Atom interferometrining asosiy tamoyillari quyidagilar:

1. Atomlarning kvant xatti-harakati: Atomlar kvant mexanikasi qonunlariga ko'ra to'lqin va zarracha sifatida harakat qiladi. Atom interferometrlar bu to'lqin xususiyatidan foydalanadi.
2. Interferensiya: Atomlar ikki yoki undan ko'proq yo'nalishda bo'linganda, ular keyinchalik birlashib, interferensiya manzarasini hosil qiladi. Ushbu naqsh o'lchash uchun ishlatiladi.
3. Atomlarning ajratilishi va qayta birlashtirilishi: Atomlar lazer yordamida ikkiga bo'linadi, yo'nalishlar bo'ylab harakat qiladi va qayta birlashtiriladi.
4. Lazerlar va magnit maydonlar: Atomlarning harakatini boshqarish va ularni ajratish uchun yuqori aniqlikdagi lazerlar va magnit maydonlar qo'llaniladi.

Atom interferometrlarining komponentlari:

Lazerlar: Atomlarni sovitish va boshqarish uchun ishlatiladi.

- Boshlang'ich atom buluti: Harakatga kelgan va lazer bilan sovutilgan atomlar interferometrning asosiy "zarrachalari" hisoblanadi.
- Vakum tizimi: Atomlarning to'qnashuvini kamaytirish va o'lchov aniqligini oshirish uchun vakuum muhitda ishlatiladi.

- Detektorlar: Atomlarning interferensiya naqshini qayd etadi
- **Atom interferometrlarining turlari:** Atom interferometrlarining turli xil turlari mavjud:
 1. Gravitatsion atom interferometrlar: Gravitatsion kuchlarni o'lchashda ishlatiladi.
 2. Inertial atom interferometrlar: Akseleratsiya va burchak tezlanishini aniqlaydi.
 3. Magnit interferometrlar: Atomlarning magnit maydonlarga ta'sirini o'rganadi.
 4. Kvant interferometrlar: Materiya to'lqinlarini tadqiq qiladi va kvant mexanikasi tajribalari uchun ishlatiladi.

Amaliyotta qo'llanilishi: Fundamental fizika, geodeziya va gravimetriya, navigatsiya va inertial o'lchovlar, Sanoat va xavfsizlik, kosmik tadqiqotlar, tibbiyot va biologiya.

Atom interferometrlarning afzalliklari:

Yuqori sezgirlik: Kichik o'zgarishlarni aniqlay oladi.

Aniqlik: Oddiy interferometrlarga qaraganda ko'proq aniqlik bilan ishlaydi.

Barqarorlik: Tashqi ta'sirga nisbatan kamroq sezgir.

Kamchiliklari:

Murakkab texnologiya: Atom interferometrlar ishlab chiqarish va boshqarish yuqori darajadagi texnik bilim talab qiladi.

Katta hajm va energiya talabi: Hozirgi atom interferometrlarning ko'pchiligi laboratoriya sharoitida ishlaydi va ko'chma variantlari cheklangan.

Narxi yuqori: Murakkab asbob-uskunalar tufayli bu texnologiya qimmat.

Atom interferometrlar kelajakda fizika va texnologiya turli sohalarida katta yutuqlarga olib kelishi kutilmoqda. Ularning rivojlanishi GPS muqobili, kvant texnologiyalari va zamonaviy ilm-fan uchun muhim bo'lib qolmoqda.

2. Atomlarning kvant mexanikasi

Atomlarning kvant mexanikasi nafaqat atomlar va molekulalarning tuzilishini, balki ularning ichki energetik holatlarini va xatti-harakatlarini ham o'rganadigan fundamental fizik nazariya hisoblanadi. Kvant mexanikasi klassik fizikaning an'anaviy konsepsiyalarini kengaytiradi va atom miqyosida sodir bo'ladigan tabiiy jarayonlarni aniqroq tushunish imkonini beradi.

Kvant mexanikasining asosi, odatda, to'lqin-funktsiya kontsepsiyasiga tayanadi. Bu nazariyada atomlar energiya darajalarida diskret holatlar bilan tasvirlanadi, ya'ni ular faqat ma'lum kvant holatlarda bo'lishi mumkin. Bunda asosiy farazlardan biri Heisenbergning noaniqlik prinsipi bo'lib, u har qanday zarrachalar uchun ularning joylashuvi va momenti bir vaqtning o'zida aniq o'lchab bo'lmasligini ifodalaydi: $(\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi})$, bu yerda (Δx) – zarrachaning pozitsiyasidagi noaniqlik, (Δp) – impulsidagi noaniqlik va (h) – Plank doimiysi (6.626×10^{-34}) Js).

Atomlar kvant mexanikasida kvant sonlari to'plami orqali tasvirlanadi. Bosh kvant soni (n) atomdagi elektronning energiya darajasini belgilaydi va musbat butun son ko'rinishida bo'ladi. Azimut kvant soni (l) elektron orbitasining shakli bilan bog'liq va 0 dan $(n-1)$ gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi. Magnit kvant soni (m) elektron orbitasining orientatsiyasini aniqlaydi va $(-l)$ dan $(+l)$ gacha qabul qilinadigan qiymatlarga ega. Spin kvant soni (s) esa elektronning ichki kvant xususiyatini belgilaydi, u $(\pm \frac{1}{2})$ qiymatlarini olishi mumkin. Bu kvant sonlari elektronlarning atom ichidagi taqsimlanishini va ularning energiya holatini belgilashga yordam beradi.

Atom tuzilishini o'rganishda eng muhim model – bu Schrödinger tenglamasi orqali aniqlangan. Schrödinger tenglamasi atomda elektronning to'lqin-funktsiyasini matematika jihatidan ifodalaydi, va uning kvadrat moduli elektron

topilish ehtimolini beradi. Bu ehtimollik buluti elektronning ma'lum bir joyda topilish ehtimolini ta'minlaydi. Kvant mexanikasiga ko'ra, elektronlarning harakatini tushuntirish uchun orbital tushunchasi qo'llaniladi. Orbital elektron ehtimol topiladigan elektiron sohasi hisoblanadi yani sohani ifodalaydi. Atomlar va molekulalar kvant mexanikasida kvant superpozitsiyasi kontseptsiyasi orqali aniqroq tasvirlanadi. Bu nazariya bo'yicha, atom har qanday davrda ko'p indekslangan holatlarda bo'lishi mumkin, ya'ni bir nechta energiya holatlari bir vaqtda mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, vodorod atomining asosiy holatidagi elektron har qanday vaqt bir necha kvant holatlardan birida bo'lishi mumkin.

Koxidlangan elektronlar kvant mexanikasining boshqa muhim qismi hisoblanadi. Atomning ko'p elektronlari bir-biriga turli tarzda ta'sir ko'rsatadi, bu holat Hartree-Fock metodidan foydalangan holda hisoblab chiqiladi. Bungacha kvant mexanikasi, ayniqsa, elektronlarning kimyoviy bog'lanishini va molekula shaklini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega bo'lib kelgan.

Kvant mexanikasi nafaqat mikro dunyoni, balki nano texnologiyalar va kvant kompyuterlari ishlab chiqishda ham asosiy rol o'ynaydi. Nano darajadagi protsessorlar va boshqa texnologiyalar kvant mexanikasining asosida ishlab chiqilgan. Ushbu nazariya energiya turlarini, masalan, kvant tunnelling va kvant teleportatsiyani o'rganishga imkon beradi. Kvant kompyuterlari esa, odatiy kompyuterlarga nisbatan katta tezlikda ma'lumotlarni qayta ishlaydi va murakkab hisoblamalarni amalga oshirishga qodir bo'ladi.

Kvant mexanikasi ta'lim va ilmiy izlanishlarda muhim ahamiyatga ega. Ko'pchilik universitetlar va ilmiy tadqiqot markazlari bu sohani chuqur o'rgatadi va unda yangi texnologiyalarni ishlab chiqish uchun imkoniyat yaratadi. Shu sababdan kvant mexanikasi kelajak texnologiyalari rivojlanishida asosiy o'rinni egallaydi.

3. Atom interferometrilarining amaliyotda qo'llanilish usullari

Atom interferometrlari kvant mexanikasi asosida ishlaydigan yuqori aniqlikdagi o'lchov asboblari bo'lib, ularning amaliy qo'llanilish sohalari juda keng deyishimiz mumkin. Quyida atom interferometrlarining asosiy qo'llanilish usullari keltirilgan:

1. Gravitatsiyani o'lchash va geodeziya:

Atom interferometrlar gravitatsiya maydonining lokal farqlarini aniqlashda ishlatiladi. Yer osti strukturalarini (masalan, yer osti suv omborlari, minerallar yoki geologik qatlamlar) aniqlash uchun ishlatiladi. Yani gravitatsion konstantani aniqroq o'lchashga yordam beradi.

Gravitatsion konstanta nima degan savol tug'ulishi mumkin? Gravitatsion konstanta-fizikada barcha jismoniy obyektlar orasida gravitatsion o'zaro ta'sirni aniqlaydigan universal doimiy kattalik. Bu konstanta Nyutonning gravitatsiya qonunidan paydo bo'ladi yani aniqlangan va sayyoralar, yulduzlar, va boshqa jismlarning tortishish kuchini hisoblash uchun ishlatiladi.

2. Inertial sensorlar:

Akselerometrlar va giroskoplar: Atom interferometrlar yuqori sezgir inertial o'lchov asboblari yaratishda qo'llaniladi. Avtonom transport vositalari (masalan, dronlar yoki dengiz kemalari) navigatsiyasi uchun inertial o'lchov tizimlarida qo'llaniladi.

3. Astronomiya va kosmik tadqiqotlar: Gravitatsion to'lqinlarni aniqlashda ishlatiladigan sezgir sensorlar yaratishda foydalaniladi. Oy yoki boshqa sayyoralarining gravitatsion xaritalarini tuzish uchun qo'llaniladi.

4. Fundamental fizika tajribalari:

Kvant mexanikasi, umumiy nisbiylik nazariyasi va gravitatsiya o'rtasidagi bog'lanishlarni o'rganish. Katta hajmdagi kvant o'lchovlar uchun ishlatiladi, masalan, materiyaning interferometrik xususiyatlarini o'rganish.

5. Harbiy va xavfsizlik sohasida qo'llanilishi:

Yer osti tunnel yoki yashirin inshootlarni aniqlash. GPS'ga alternativ navigatsiya tizimlarini ishlab chiqishda qo'llaniladi.

6. Zamonaviy texnologiyalar va sanoat

Qurilish va muhandislikda aniqlik talab qiluvchi geodezik tadqiqotlarda qo'llaniladi. Neft va gaz qidiruvi sohasida yer tuzilmasini xaritalash uchun ishlatiladi.

7. Tibbiyot va biologiya:

Biomolekulalar va boshqa nanoobyektlarni aniq o'lchash uchun foydalaniladi. Biomexanik tadqiqotlarda mikrogravitatsiya o'lchovlarida qo'llaniladi.

8. Materialshunoslik va texnologiyalar:Yangi materiallarni o'rganish: Materiallarning fizik xususiyatlarini atom darajasida o'lchash imkonini beradi. Aniq o'lchov tizimlari: Optik asboblarni kalibrlash va yangi texnologiyalarni ishlab chiqishda atom interferometrlar muhim rol o'ynaydi.

Atom interferometrlarining rivojlanishi natijasida bu texnologiyaning qo'llanilish doirasi kengayib bormoqda. Atom interferometrlarining keng qo'llanilishi ularning yuqori sezgirlik, aniqlik va barqarorlik kabi afzalliklari bilan bog'liq. Bu sohada yangi tadqiqotlar davom etib, ularning imkoniyatlari yanada kengaymoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. atomic interferometers pdf — Яндекс: нашлось 87 тыс. результатов

<https://yandex.ru/search/touch/?clid=2237970&text=atomic+interferometers+pdf&lr=10335>

2. Mushanov M.M. Rahmatov A.S. Kvant mehanikasi.

3. CHatGPT