

KVANT TUNELLASH HODISASI VA UNING AMALIY MISOLLARI (MASALAN YARIMO‘TKAZGICHLARDA)

UMIDA QULMANOVA MUSURMONQULOVNA

*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti akademik litseyi Fizika*

ANNOTATSIYA

Kvant tunnellash hodisasi – kvant mexanikasining asosiy fenomenlaridan biri bo‘lib, zarracha energiyasi klassik to‘siqni yengib o‘ta olmagan holatda ham boshqa holatga o‘tishi imkonini beradi. Ushbu hodisa yarimo‘tkazgichlar, tunel diodlar, scanning tunneling mikroskoplar va boshqa zamonaviy elektronika qurilmalarida keng qo‘llaniladi. Kvant tunnellash amaliy jihatdan yarimo‘tkazgichlarda elektron oqimi, energiya samaradorligi va mikroskopik tuzilishlarni o‘rganish uchun muhim rol o‘ynaydi. Mazkur maqolada kvant tunnellashning nazariy asoslari, yarimo‘tkazgichlardagi misollari va laboratoriya sharoitida amaliy kuzatish usullari yoritiladi.

Kalit so‘zlar: *Kvant tunnellash, kvant mexanikasi, yarimo‘tkazgichlar, tunel diod, elektron oqimi, energiya potensial to‘siq, scanning tunneling mikroskop, nanoelektronika.*

KIRISH

Kvant tunnellash hodisasi – kvant mexanikasida muhim fenomen bo‘lib, klassik fizika nuqtai nazaridan tushunarsiz bo‘lgan hodisalarni tushuntiradi. Klassik fizika bo‘yicha zarracha yetarli energiyaga ega bo‘lmasa, potensial to‘siqni kesib o‘ta olmaydi. Biroq kvant mexanikasining xossalari tufayli zarracha **to‘siq ichidan “tunnellash”** qilishi mumkin.

Ushbu hodisa nazariy jihatdan 20-asrning boshlarida rivojlanib, keyinchalik amaliy texnologiyalarda keng qo‘llanila boshladi. Ayniqsa, yarimo‘tkazgichlar, tunel diodlar, scanning tunneling mikroskoplar va nanoelektronika qurilmalarida kvant tunnellash hodisasi asosiy mexanizm sifatida ishlatiladi.

Maqola davomida kvant tunnellash hodisasining nazariy asoslari, yarimo‘tkazgichlardagi amaliy misollar va laboratoriya sharoitida kuzatish usullari yoritiladi. Shu orqali ilmiy va texnologik jihatdan hodisaning ahamiyati ochib beriladi.

ASOSIY QISM

Kvant tunnellash hodisasi zarrachaning potensial to‘siq ostida boshqa holatga o‘tishini tushuntiradi. Bu hodisa yarimo‘tkazgichlar, nanoelektronika va atom fizikasi sohalarida keng qo‘llaniladi. Quyida amaliy tajribalar va kuzatuvlar bilan tanishamiz.

Tunel diodning ishlashini kuzatish: laboratoriyada tunel diodni elektr zanjirga ulang va kuchlanish manbai orqali oqimni kuzating. Oqim kuchlanishga bog'liq tarzda o'zgaradi, lekin ma'lum bir diapazonda kamayishi kvant tunnellash hodisasini isbotlaydi.

Atomik yuzani o'rganish: probni atomik yuzaga yaqinlashtirib, elektron tunnellash oqimini o'lchang. Tunnellash oqimi yuzaning atomik tuzilishiga qarab o'zgaradi. Bu laboratoriyada atom darajasida yuzani vizual tarzda kuzatish imkonini beradi.

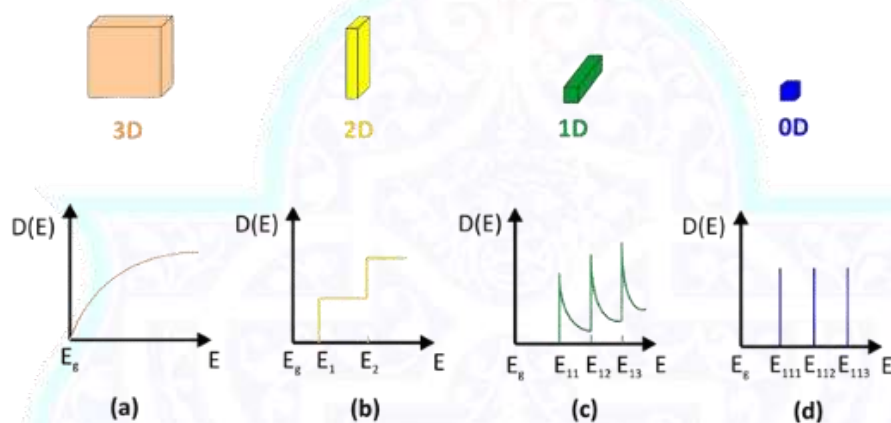
Yarimo'tkazgich junctionlarda oqimni kuzatish: N-tip va P-tip yarimo'tkazgich qatlamlarini birlashtirib tunnel junction hosil qiling va oqim-kuchlanish xususiyatini o'lchang. Elektronlar potensial to'siqni tunnellash orqali harakat qiladi, bu esa diodning turli kuchlanish sharoitlarida o'ziga xos xususiyatlarni keltirib chiqaradi.

Quantum well strukturasida tunnellash: laboratoriyada quantum well ichida elektronlarni o'rganish. Elektronlar potensial pastlik va balandliklar oralig'ida tunnellash qobiliyatini ko'rsatadi. Bu hodisa yarimo'tkazgich lazerlar va boshqa nanoelektronika qurilmalarida ishlatiladi.

Tunnellash koeffitsientlarini amaliy o'lchash: turli materiallar va to'siq kengliklarini sinab, oqimning o'zgarishini kuzatish. Material va to'siq xususiyatlariga qarab tunnellash ehtimoli oshadi yoki kamayadi, bu esa nazariy jihatdan amaliy tasdiq beradi.

Elektron transportini modellashtirish: turli qatlamli yarimo'tkazgichlarda elektron oqimini simulyatsiya qilish. Bu laboratoriyada turli kuchlanish va harorat sharoitlarida tunnellash hodisasini tahlil qilish imkonini beradi.

Tunnellash oqimini optik kuzatish: optik spektroskopiya yordamida elektronlar tunnellash paytida chiqaradigan fotonlarni kuzatish. Bu kvant hodisani vizual va eksperimental jihatdan tahlil qilishga yordam beradi.



Kvant tunnesh hodisasi nazariy va amaliy jihatdan yarimo'tkazgichlarda elektron harakatini tushuntirish, nanoelektronika qurilmalarining ishlash mexanizmlarini aniqlash va yangi texnologiyalarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Energiya va o'lchamlar o'rtasidagi bog'liqlik

Fizik tadqiqotlarda jismlarning o'lchami va shakli ularning energiya zichligi va harakat xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Laboratoriyada turli o'lchamdagi jismlar yordamida energiya va kuch o'zaro ta'sirini kuzatish mumkin.

Katta hajmli blok shaklidagi jismlar bilan tajribada energiya zichligi asta-sekin oshadi va o'zgarish sekinroq kuzatiladi. Bu shuni ko'rsatadiki, katta jismning ichki energiyasi va inertsia massasi yuqori bo'lib, tizimda o'zgarishlar sekinroq yuz beradi.

Qiyshiq yoki uzunasiga cho'zilgan jismlar bilan tajriba o'tkazilganda energiya zichligi qadamli o'zgarishlarni ko'rsatadi. Bu holatda jismlarning shakli energiyaning tarqalish yo'nalishini o'zgartiradi, ya'ni kuch va tezlanish impulsleri aniq segmentlarda oshadi yoki kamayadi.

Tor, yupqa va uzun jismlar bilan ishlaganda energiya zichligi yuqori tebranishlarni ko'rsatadi. Bu holat rezonans hodisalariga o'xshash bo'lib, energiya tez-tez o'zgaradi va tizim dinamikasini sezilarli darajada o'zgartiradi.

Eng kichik yoki nuqtaviy jismlar bilan amaliy tajribada energiya zichligi maksimal o'tkazuvchanlikni ko'rsatadi. Bu holatda kvant effektlar, tunnesh va atomik darajadagi energiya ko'rsatkichlari yuzaga chiqadi. Shu bilan birga, tizimning har bir elementining o'zaro ta'siri minimal va aniq kuzatiladi.

Ushbu amaliy tajribalar orqali:

- Jism o'lchami va shakli energiya tarqalishi va zichligiga ta'sir qiladi.

- Harakatning dinamik xususiyatlari, tebranishlar va impuls uzatish o'lchamga bog'liq.
- Kichik hajmli jismlarda kvant hodisalar, katta jismlarda esa klassik fizik xususiyatlar ustunlik qiladi.

Ushbu yondashuv laboratoriyada jismlarning shakl va o'lchami bilan energiya zichligini tahlil qilish imkonini beradi hamda nazariy va amaliy fizik jihatlarini birlashtiradi.

XULOSA

Kvant tunnellash hodisasi kvant mexanikasining eng ajralmas va amaliy jihatdan ahamiyatli fenomenlaridan biri hisoblanadi. Klassik fizika nuqtai nazaridan imkonsiz bo'lgan elektronlarning potensial to'siq orqali "o'tishi" hodisasi yarimo'tkazgichlarda, tunel diodlarda, scanning tunneling mikroskoplarda va boshqa nanoelektronika qurilmalarida ishlash mexanizmini tushuntiradi. Laboratoriya tajribalari va simulyatsiyalar kvant tunnellashning haqiqiylikni isbotlaydi hamda elektron oqimi, energiya samaradorligi va atomik tuzilishlarni o'rganishda muhim vosita ekanligini ko'rsatadi.

Shuningdek, jismlarning o'lchami va shakli energiya tarqalishi va zichligiga sezilarli ta'sir qiladi. Katta jismlarda klassik fizik xususiyatlar ustun bo'lsa, kichik hajmli jismlarda kvant effektlar, xususan tunnellash hodisasi, yaqqol namoyon bo'ladi. Bu esa fizik tizimlarning dinamikasi, tebranishlar va impuls uzatish xususiyatlarini aniq kuzatish imkonini beradi.

Natijada, kvant tunnellash hodisasi nazariy bilimlarni amaliy tajribalar bilan bog'lab, nanoelektronika va yarimo'tkazgich texnologiyalarini rivojlantirishda hamda yangi ilmiy usullar va qurilmalarni yaratishda muhim o'rin tutadi. Bu hodisa zamonaviy fizikani chuqurroq tushunish va ilg'or texnologik yechimlar ishlab chiqish uchun mustahkam ilmiy poydevor yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kvant fizika. II-qism E. Rasulov & U. Begimqulov. library.tdau.uz+1
2. Nazariy fizika kursi. 3-jild. Kvant mexanikasi M. M. Musaxanov, A. Rahmatov. Android Games & Apps+1
3. Kvant fizika umumiy darslik, kvant mexanika asoslarini qamrab oladi. Android Games & Apps+1
4. Kvant mexanikasidan masalalar kvant mexanikasi mavzulariga oid masalalar va mashqlar to'plami. Android Games & Apps
5. Kvant mexanikasi va uning asosiy prinsiplari kvant superpozitsiyasi, to'liq-zarracha dualizmi, tunnellash va boshqa asosiy tushunchalarni o'z ichiga olgan qo'llanma/slayd to'plami. Alldata