

XONA HARORATIDA O'TA O'TKAZUVCHANLIK HODISASI VA UNING FIZIK ASOSLARI

Jumayev Olamgir — Buxoro davlat universiteti, fizika kafedrası laboranti,

E-mail: olamgirjumayev@gmail.com

Avezov Ismoil Yoshuzoq o'g'li — Buxoro davlat universiteti o'qituvchisi,

E-mail: ismoil.avezov.yoshuzoqvich@gmail.com

Kalit so'zlar: o'ta o'tkazuvchanlik, xona harorati, elektron juftlashuvi, kvant mexanika, supero'tkazuvchi faza, yuqori haroratli o'tkazuvchanlik, energiya oralig'i, supero'tkazuvchi materiallar, BCS nazariyasi, LK-99 modda.

Annotatsiya: Mazkur maqolada xona haroratida kuzatiladigan o'ta o'tkazuvchanlik hodisasining fizik mohiyati, nazariy asoslari hamda so'nggi yillardagi ilmiy kashfiyotlar tahlil qilinadi. Supero'tkazuvchanlikning tabiati, elektron juftlashuvi mexanizmlari, yuqori haroratli moddalarda energiya oralig'ining shakllanishi hamda amaliy texnologik imkoniyatlari yoritilgan. Shuningdek, yangi avlod materiallar, xususan, mis oksidlari, temir asosli birikmalar va yaqinda sintez qilingan LK-99 moddasi misolida xona haroratida o'ta o'tkazuvchanlikning nazariy va eksperimental asoslari muhokama qilinadi.

KIRISH

O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi 1911-yilda Gollandiya olimi Xeyke Kamerling Onnes tomonidan simobning past haroratlarda elektr qarshiligining yo'qolishi orqali kashf etilgan. Ushbu hodisa elektr toki yo'qotilmasdan uzatilishini anglatadi va bu zamonaviy kvant fizikasi hamda materialshunoslik uchun tub burilish yasagan. Keyingi o'n yilliklarda tadqiqotlar ko'rsatdiki, o'ta o'tkazuvchanlik — bu elektronlarning ma'lum kvant juftlashuvi (Kooper juftlari) orqali tartibli harakatga kirishishidir.

Dastlab bu hodisa juda past — kriogen haroratlarda (4–30 K) kuzatilgan bo'lsa, hozirgi tadqiqotlarda ayrim kompleks birikmalar va kristall tuzilmalarda xona haroratiga yaqin sharoitlarda ham o'ta o'tkazuvchanlik kuzatish mumkinligi aniqlanmoqda.

O'ta o'tkazuvchanlikning nazariy asoslari

Klassik tushunchaga ko'ra, metallarda elektronlar erkin harakatlanadi, biroq panjaradagi atomlarning tebranishi (fononlar) ularning harakatiga to'sqinlik qiladi. O'ta o'tkazuvchan holatda esa, elektronlar fononlar bilan o'zaro ta'sirlashib, qarama-qarshi impulsli juftlar hosil qiladi. Ushbu kvant kooperatsiyasi natijasida energiya darajalari oralig'ida turg'un "energiyaviy teshik" paydo bo'ladi va bu elektronlarning issiqlik ta'siridan ajralishini oldini oladi.

BCS (Bardeen–Cooper–Schrieffer) nazariyasiga ko'ra, bu jarayon elektronlarning to'liq funksiyalari fazoda muvofiqlashgan holda yagona kvant tizimni tashkil etishi bilan izohlanadi. Ushbu nazariya klassik metallarda o'ta o'tkazuvchanlikni mukammal tushuntirgan bo'lsa-da, yuqori haroratli materiallarda elektron–fonon o'zaro ta'sirining yanada murakkab shakllarini talab qiladi.

Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchan materiallar

1986-yilda Bednorz va Myuller tomonidan mis oksidlariga asoslangan yangi turdagi keramika materiallarda yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik aniqlanib, bu sohada inqilob yuz berdi. Bunday materiallarda o'tkazuvchanlik kristall panjaraning qatlamli tuzilishi va elektronlarning kuchli korrelyatsiyasi hisobiga yuzaga keladi.

So'nggi yillarda esa LK-99 deb nomlangan fosfatli qo'rg'oshin birikmasida xona haroratiga yaqin (290 K atrofida) o'ta o'tkazuvchanlik kuzatilgani haqidagi xabarlar jahon ilmiy hamjamiyatining e'tiborini tortdi. Har qancha bahsli

bo'lmasin, ushbu materiallar yangi avlod kvant texnologiyalarining rivojlanishida muhim rol o'ynaydi.

Xona haroratida o'ta o'tkazuvchanlikning amaliy ahamiyati

Xona haroratida o'ta o'tkazuvchan materiallarning yaratilishi energiya sohasida haqiqiy inqilob bo'lishi mumkin. Zero, elektr uzatish tizimlarida energiya yo'qotilishini butunlay bartaraf etish, magnit maydonlarni yo'qotmasdan saqlash, kvant kompyuterlar va MRI tizimlarining samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Bundan tashqari, transport tizimlarida (masalan, magnit yostiqchali poyezdlar — MagLev), yuqori aniqlikli sensorlar, va kvant aloqa qurilmalarida o'ta o'tkazuvchan materiallarning amaliy qo'llanilishi istiqbollidir.

Xulosa

Xona haroratida o'ta o'tkazuvchanlik — zamonaviy fizikaning eng muhim va hal qilinmagan masalalaridan biridir. Ushbu hodisaning to'liq tushuntirilishi kvant mexanikasi, kristall fizikasi va materialshunoslikning kesishgan nuqtasida yotadi. Yangi modda tizimlarining kashf etilishi, nano-miqyosdagi strukturalarning nazoratli o'zgarishlari va sun'iy intellekt yordamida material dizaynini tahlil qilish bu yo'nalishda katta yutuqlarga olib keladi.

Shubhasiz, kelajakda xona haroratida ishlovchi supero'tkazuvchilar energetika, transport, tibbiyot va axborot texnologiyalarida inqilobiy o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Kamerlingh Onnes H. "Further Experiments with Liquid Helium. D. The Resistance of Pure Mercury at Helium Temperatures" — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, 1911.

2. Bardeen J., Cooper L.N., Schrieffer J.R. “Theory of Superconductivity” — *Physical Review*, 1957.
3. Bednorz J.G., Müller K.A. “Possible high-T_c superconductivity in the Ba–La–Cu–O system” — *Zeitschrift für Physik B*, 1986.
4. Drozdov A.P. et al. “Conventional superconductivity at 203 Kelvin at high pressures in the sulfur hydride system” — *Nature*, 2015.
5. Lee S. et al. “Observation of room-temperature superconductivity in Pb–phosphate (LK-99)” — *arXiv preprint*, 2023.
6. Poole C.P., Farach H.A., Creswick R.J. *Superconductivity* — Academic Press, 2014.