

YUQORI HARORATLI O'TA O'TKAZGICHLARNING TURLARI VA ULARNING
FIZIKAVIY XOSSALARI

Djurayev D.R

Ramazonova Z.R.

*Buxoro davlat universiteti**djurayev2002@mail.ru, zulxumoramazonova012@gmail.com*

Annotatsiya: *O'ta o'tkazuvchanlikni 1911-yilda Kamerling Onnes¹⁷ kashf etgan. Bu deyarli 50 yil davom etdi 1957 yilda o'ta o'tkazuvchanlikning mikroskopik nazariyasi BKSH¹⁸ nazariyasi ishlab chiqildi. So'ngra hayratlanarli kashfiyot boshlandi fundamental fizika, materialga nisbatan yangi harakatlar fan va texnologik ilovalar. Ushbu qisqacha matnda an'anaviy past haroratning asosiy fizikasini ko'rib chiqilgan. Shuningdek, yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchilar haqida qisqacha ma'lumot berilgan hamda yuqori quvvatli dan past quvvatligacha bo'lgan ilovalar ham tushuntirilgan.*

Kirish

Ma'lumki, o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi kashf etilganidan beri, bunday xossaga ega bo'lgan materiallardan fan, texnika, xalq xo'jaligi, mudofaa, tibbiyot va boshqa ko'pgina sohalarda qo'llanilishi bo'yicha tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu xossaga ega bo'lgan materiallar keng miqiyosda qo'llanilgan taqdirda mazkur sohalarda misli ko'rilmagan, insoniyat uchun juda muhim o'zgarishlar sodir bo'lishi, dunyoning ko'pgina olimlari e'tiborini o'ziga jalb etib kelmoqda.

O'ta o'tkazgichlar fizikasi fani bo'yicha 1911 yildan boshlab ham amaliy, ham nazariy ilmiy tadqiqot ishlari keng miqiyosda olib borilmoqda. 1986 -yilda yaratilgan metall oksidlari asosidagi yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlarning paydo bo'lishi bu sohaning kelajagi yanada porloq ekanligidan dalolat berib, mazkur yo'nalishga bo'lgan e'tiborni yanada kuchaytirishga da'vat etdi. O'ta o'tkazuvchanlik fizikasi sohasidagi tadqiqotlar faqat past haroratlardagina olib borilishi kerakligi sababli, suyuq geliy, suyuq vodorod, suyuq azot va kislorod sovutgichlar bilan uzviy bog'langan.

Kalit so'zlar: o'ta o'tkazuvchanlik tarixi, kupratlar, boratlar, yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar

O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi ilk bor kuzatilgan boshlab 1911-yilda Kamerling onnes uzoq vaqt davomida faqat ideal o'ta o'tkazgich deb hisoblanar edi, ya'ni

¹⁷ Keyke Kamerling Onnes (Niderland. Heike Kamerlingh Onnes; 1853-yil 21-sentabrda, Gro-ningenda tug'ilgan – 1926-yil 21-fevralda Leydenda vafot etgan) — Niderlandiyalik fizik va kimyogar. 1913-yilda o'ta o'tkazuvchanlik holatini kashf etgan va past haroratlar fizikasi sohasida erishgan muvaffaqiyatlari yuqori baholanib Nobel mukofoti bilan taqdirlangan.

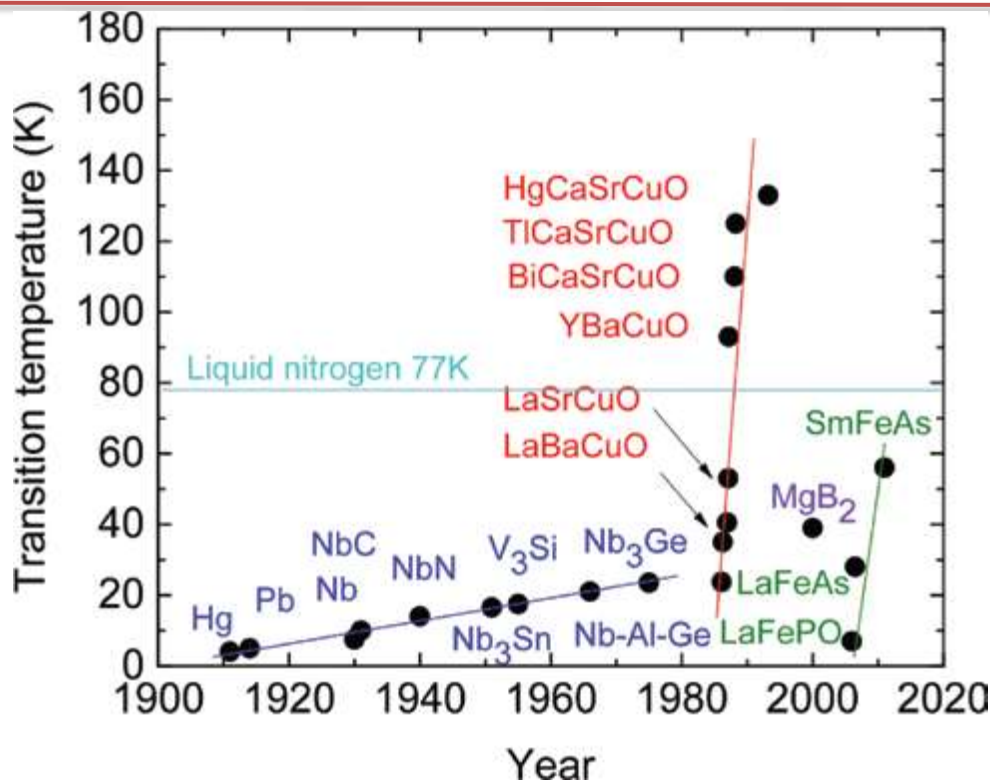
¹⁸ 1957-yilda amerikalik uch olim (John Bardeen, Leon Cooper, John Schrieffer) birinchi bo'lib, ilm ahli tomonidan o'ta o'tkazuvchanlik nazariyasi, ya'ni «BKSH nazariyasi» deb qabul qilingan to'laqonli maqolani e'lon qilishdi. J.Bardin, L.Kuper va J.Shriffer o'ta o'tkazuvchanlik hodisasini shu Kuper juftlari orqali tushuntira oladigan nazariya yaratganliklari uchun 1972-yildagi fizika sohasida «Nobel» mukofotiga sazovor bo'ldilar.

solishtirma qarshiligi nolga teng bo'lgan metalldek. Ammo keyingi tadqiqotlar, aynan Meyssner va Oksendfeld¹⁹ning izlanishlaridan ularning diamagnetiklik xossasiga ham ega ekanligini ko'rsatdi. Keramika kupratlarining kashf etilishi bilan yangi davr boshlandi. Chunki bir necha ichidaoylarda faqat T_k oshib rekord haroratga erishdi. Biroq, bir kamchilik kupratlar - bu materialni yaratadigan ularning keramik tabiati mo'rt, oson sindirish va ishlov berish qiyin. Ayni paytda bu nozikliklar qisman bartaraf etildi. Ko'p yillar davomida kuprat deb taxmin qilingan noyob va yagona haqiqiy yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar.

2001 yilda Akimitsu va uning hamkasblari kashf qildilar boshqa yuqori haroratli o'ta o'tkazgich, ya'ni MgB₂ uchun $T_c=39$ K. Garchi bu qiymat ancha past bo'lsa ham kupratlarning an'anaviy eng yuqoqiymatlardan ancha yuqori. 2006 yilda yana bir yutuq bo'ldi Hosono va hamkasblari tomonidan erishilgan temir asosidagi qatlamli yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik birikmalar. Maksimal $T_c=56$ K, undan ancha past kupratlar. Yaqinda, 2015- yilda Eremets va hamkasblari juda yuqori bosim qo'llash orqali vodorod sulfid H_2S ni o'ta o'tkazgichga aylantirishga muvaffaq bo'ldi va bunda $T_c > 200$ K ga yetadi. Bu topilmaning o'zi juda qiziq, chunki uvodorod bilan bog'langan tizimlar potentsial nomzodlar ekanligini ko'rsatadi. Biroq, o'ta o'tkazuvchanlikka erishish uchun zarur bo'lgan bosimlar amalga oshirilishi mumkin bo'lgan chegaralardan tashqarida. Yuqoridagi tizimlarning umumiy jihati shundaki, ular bor qatlamli materiallar. Kupratlar va temirga asoslangan supero'tkazgichlar soni qayerda o'xshash bosqich diagramma tashuvchilar soni T_c ning kattaligini aniqlaydi. Bunga qo'shimcha, izolyatsion bo'lsa, ikkalasi ham magnitdir. Turli xil an'anaviy va yuqori haroratlar uchun T_c ni ishlab chiqish yilning funktsiyasi sifatida o'ta o'tkazgichlar ularning kashfiyoti 1-rasmda tasvirlangan.

1-rasm

¹⁹ 1933-yilda nemis fizigi V. Meyssner va uning xodimi R. Oksendfeld shuni kuzatdilar ki, agar silindrsimon namuna bo'ylama magnit maydoniga joylashtirilib, kritik haroratdan past haroratgacha sovitilsa, unda u o'zidan magnit maydoni oqimini to'la siqib chiqaradi, Meyssner effekti (levitatsiya effekti) kuzatiladi.

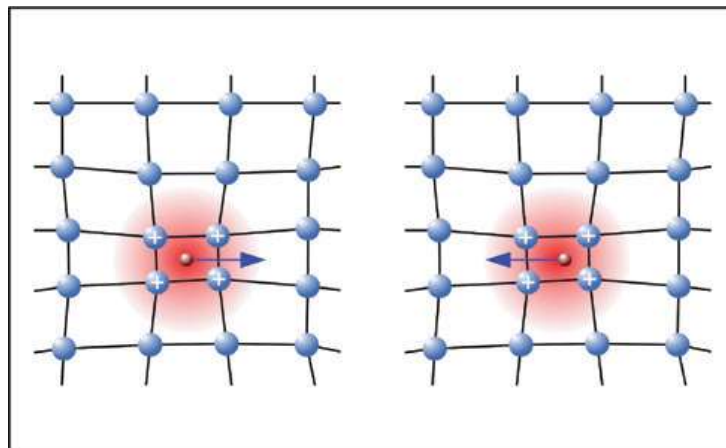


Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar fizikasi

Kuprat yuqori haroratli o'tkazgichlarining bir nechta oilalari mavjud. Ularning barchasi qatlamli tuzilishga ega va izolyatsion qatlamlar bilan ajratilgan CuO₂ qatlamlari (qarang 2-rasm). Supero'tkazuvchanlik CuO₂ qatlamlarida sodir bo'ladi (4-rasm) va izolyatsion qatlamlar zaryadlovchi rezervuar sifatida xizmat qiladi. CuO₂ qatlamlariga zaryad tashuvchilar vazifasini bajaradi. Kuprat yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlarining kashfiyoti bunday emas edi ko'plab olimlar tomonidan e'lon qilinganidek, tasodifiy, juda kuchli elektron panjarali o'zaro ta'sir mavjud degan fikr Te ning yuqori qiymatlariga erishish uchun kerak. BKSH nazariyasi bunga allaqachon javob beradi, deb ta'kidlaydi. Biroq, bu nazariyaning cheklovlari shundaki panjara chastotasi, erkin tashuvchilar soni va ulanish tashuvchilar va panjara o'rtasidagi tashuvchilar barchasi bir-biriga bog'liqdir. Bu shuni anglatadiki, BKSH nazariyasi yondashuvida Te uchun aniq chegaralar mavjud o'rnatiladi, shuning uchun yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlikni istisno qiladi. Bednorz va Myuller ba'zi oksidli o'ta o'tkazuvchilar ko'rsatganligini kuzatdi juda past tashuvchiga qaramay, Te ning ancha qiymati yuqori. Bu ularni noan'anaviy tarzda xulosa qilishiga olib keldi ya'ni tashuvchilar va panjara o'rtasidagi katta birikma ko'rib chiqilgan doiradan tashqarida bo'lishi kerak edi. Bunga erishish uchun mumkin bo'lgan yo'l sifatidakuchli birikma, ular polaron hosil bo'lishini taxmin qilishdi, xususan, Teller polarons ko'rib chiqildi. Polaron - bu tashuvchi va panjara deformatsiyasi bo'lgan kvazi-zarracha bulut, 3-rasmda tasvirlanganidek, yangi ob'ektni hosil qiladi va panjara orqali harakatlanishi mumkin. Supero'tkazuvchanlikka erishish uchun bu kvazizarralarning ikkitasi birlashadi

an'anaviy Kuper juftlari²⁰dan farqli o'laroq bipolaron juftlik (2-rasm (chapda)) faqat bir necha nm orqali bog'langan. Bu birlik hajmidagi juftlar sonini cheklaydi va ular orasidagi bir-birining ustiga chiqishi dargumon (2-rasm (o'ngda)). Ushbu kvazizarraning hosil bo'lishi va uning bog'lanish

2-rasm: (chapda) Oddiy past haroratda bir-birining ustiga chiqqan elektron juftlari O'ta o'tkazgich. (O'ngda) Kupratdagi elektron juftlari



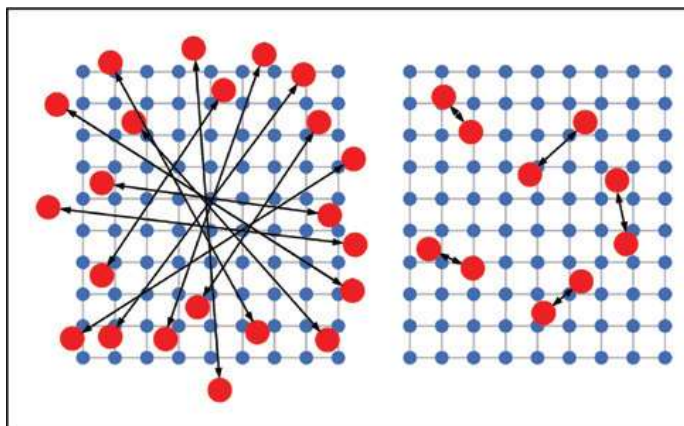
3-rasm: Jozibali o'zaro ta'sirning sxematik tasviri

elektron panjara o'zaro ta'siri tufayli ikkita elektron o'rtasida

Kuper juftligini hosil qiladi. Birinchi elektron panjarani polarizatsiya qiladi (chapda).

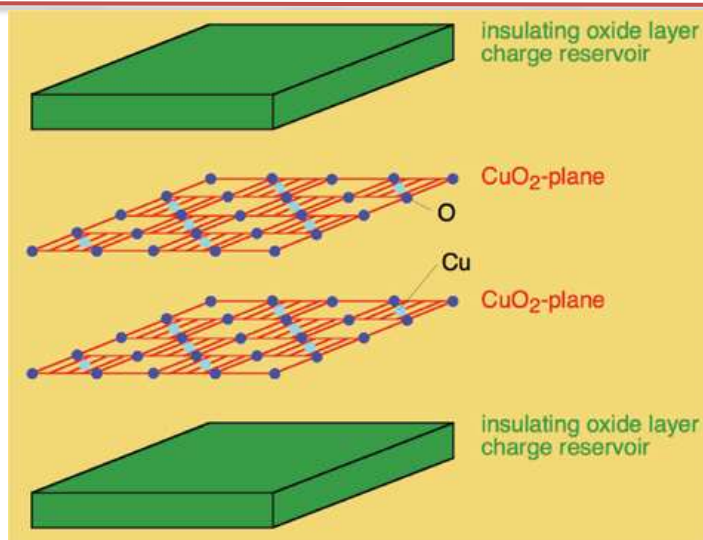
Ikkinchi elektron musbat kontsentratsiyaga tortiladi

birinchi elektronning orqasida qolgan zaryad (o'ngda).



4-rasm

²⁰ Elektronlar juftlashgan-da ularning umumiy energiyasi namoyishini birinchi bo'lib A.Kuper ko'rsatdi. Shuning uchun bu elektron juftlar „Kuper juftlari“ deb ham ataladi.



2014 yilda dunyodagi eng uzun HTS²¹ kabeli o'rnatildi Essen (Germaniya) elektr tarmog'iga qo'yiladi. Tizim bir kilometr 10 kV dan iborat (2300 A) HTS kabeli (5-rasm), shu jumladan birlashma va nosozlik oqimi cheklovchi, suyuq azot bilan sovutiladi va ulanadi. Essen shahar markazida ikkita podstansiya. Bu bo'lagi yuqori voltli kabelni (110 kV) a bilan almashtirish uchun mo'ljallangan o'rta kuchlanishli (10 kV) kabel, shu bilan podstansiyalarda joyini tejash transformatorlarga va boshqalarga bo'lgan ehtiyojni bartaraf etish orqali katta hajmli uskunalar. Ayniqsa samarali va joyini tejaydi texnologiya besh baravar ko'proq elektr energiyasini tashiydi deyarli yo'qotishlarga ega bo'lmagan an'anaviy kabellarga qaraganda. Ushbu yangi elektr tarmog'i tizimini sinovdan o'tkazish yo'l topishi mumkin shaharlarning kelajakdagi energiya ta'minoti tizimlarini rejalashtirish uchun. Bu yangi tizim, shuningdek, asoslangan nosozlik-oqim cheklovchini o'z ichiga oladi.



5-rasm. Nexans tomonidan ishlab chiqilgan HTS elektr uzatish kabeli

²¹ HTS-ingliz tilida **high temperature superconductors** ya'ni yuqori haroratli o'ta o'tkazgich



SuperConductors GmbH. Uchlikning konsentrik joylashuvi L1, L2 va L3 fazalari juda ixcham kabel dizayniga imkon beradi. kabelning o'tkazuvchi qismlari (L1, L2, L3) HTS materialidan iborat.