

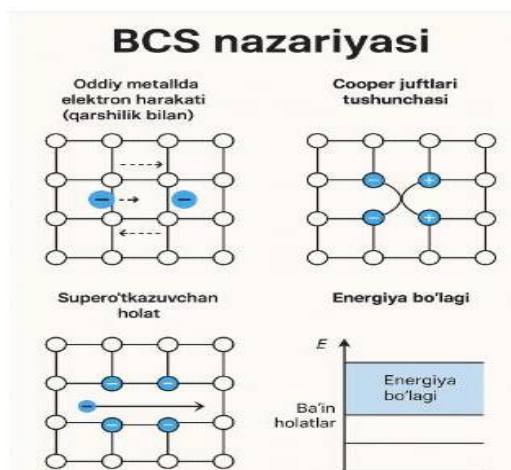


Саидханов Н.Ш.	Сравнение методов ядерных фотоэммульсий и пузырьковых камер по результатам изучения дифракционных процессов	140
Султанов А.М., Бозоров Х.Н.	Исследование влияния примеси Ag на слабодетегированные p^0-n^0 -гетеропереходы и устройства на их основе	147
Esanov N.Q.,	Egri quvurlarning erkin va majburiy tebranishlar masalasi	154
Кувандиқов О.К., Шодиев З.М., Ахтамов Ж.Ш.	Влияние кислорода на электронные и магнитные свойства ферромагнитного кобальта	163
Turayev A.A., Kamolova O.A.	O'ta o'tkazgich moddalarining yaratilishi va ularning zamonaviy fan-texnika sohaslarida tutgan o'rni	170
BIOLOGIYA *** BIOLOGY *** БИОЛОГИЯ		
Хасанов И.Х.	Эффективность карбамидной суспензии на продуктивность растений верболожей колочки и солодки голой в Бухарской области	176
Abdujabborov L.A.	O'zbekistonda yetishtirilgan qovun hosilini saqlash va qayta ishlashning ilmiy asoslari	180
Shodiyeva E.B.	Quruq iqlimda yetishtirilgan bug'doy donining biologik ko'rsatkichlarining un ishlab chiqarishdagi ahamiyati	186
Abdujabborov L.A.	Qovun va uning xususiyatlari	192
INFORMATIKA *** INFORMATICS *** ИНФОРМАТИКА		
Porubay O.V., Turdimatov M.M.	Elektr energetika obyektlarida boshqaruv qarorlarini qabul qilishni intellektuallashtirish	197
Кулматова Г.А.	Визуализация структуры нанослоёв иттриево-железного граната ($Y_3Fe_5O_{12}$) в программе VESTA	203

Dastlabki o'ta o'tkazgichlar juda past haroratlarda ishlagani sababli ularning amaliyotda qo'llanilishi cheklangan edi. Ammo 1986-yildan boshlab, yuqori haroratda (77 K va undan yuqori) o'ta o'tkazgich xususiyatini namoyon qiluvchi yangi sinfdagi materiallar - seramika asosli yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar (YHO'lar) kashf qilindi. Bu voqea o'ta o'tkazgichlikka oid tadqiqotlar va texnologik ishlanmalarni yangi bosqichga olib chiqdi.

Tadqiqot natijalari. Bugungi kunga kelib, o'ta o'tkazgichlar yordamida magnit levitatsion poezdlar (MAGLEV), kuchli magnit maydonli tibbiy qurilmalar (MRI), energiya uzatish liniyalari, kvant kompyuterlar, tez ishlaydigan tranzistorlar kabi ilg'or texnologiyalar yaratildi. Shu bilan birga, xonada ishlay oladigan o'ta o'tkazgichlarni yaratish borasida jadal ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Chunki bunday materiallar energetika inqilobini amalga oshirish imkonini beradi - energiya yo'qotishlarisiz butun shahar yoki mamlakatlarni elektr bilan ta'minlash mumkin bo'ladi. Mazkur maqolada o'ta o'tkazgich moddalarning fizikasiga, ularning yaratilish jarayonlariga, tasnifiga, fizik xossalariga va zamonaviy hayotda tutgan o'miga chuqur yondashiladi. Shuningdek, hozirgi kunda olib borilayotgan so'nggi ilmiy tadqiqotlar va kelajakdagi istiqbollar ham ko'rib chiqiladi. Bu mavzu nafaqat nazariy fizika va materialshunoslik sohasida, balki texnologiyaning barcha zamonaviy tarmoqlarida ham dolzarb ahamiyatga ega.

O'ta o'tkazgichlik hodisasi oddiy issiqlik va elektr hodisalarini bilan izohlab bo'lmaydigan kvant fizikasi asosida tushuntiriladi. Moddalarning o'ta o'tkazgichlik holatiga o'tishi kritik harorat (T_c) deb ataluvchi muayyan past haroratda yuz beradi. Ushbu haroratdan pastda, modda ichidagi elektronlar o'zaro bog'lanib, maxsus tartibli holatga o'tadi. Bu holat moddaning elektr qarshiligini butunlay yo'qolishiga olib keladi.



1-rasm. BCS nazariyasi. Oddiy metall va o'ta o'tkazuvchan moddalarda elektronlar harakati

1957-yilda uch nafar amerikalik fiziklar Jon Bardeen, Leon N. Kuper va Jon R. Shriver tomonidan taklif qilingan BCS nazariyasi (ularning familiyalarining bosh harflaridan olingan) o'ta o'tkazgichlikni tushuntirib beruvchi birinchi muvaffaqiyatli kvant nazariyasi bo'ldi. Ushbu nazariyaga ko'ra, o'ta o'tkazgich holatiga o'tishda quyidagi jarayonlar yuz beradi:

- Elektronlar odatda bir-birini itaradi (ular bir xil zaryadga ega). Biroq, past haroratda kristall panjara tebranishlari (fononlar) orqali ular orasida tortishish kuchi yuzaga keladi.
- Bu tortishish elektronlarni juftlashishiga olib keladi. Ushbu elektron jufti Kuper juftligi deb ataladi.
- Kuper juftlari alohida elektronlardan farqli o'laroq, panjaradagi to'siqlar bilan o'zaro to'qnashmaydi va bir xil kvant holatda harakat qiladi.
- Ularning harakati qarshiliksiz bo'lib, butun material bo'ylab energiya yo'qotmasdan tok oqadi.

UO'K 538.945.91

O'TA O'TKAZGICH MODDALARNING YARATILISHI VA ULARNING ZAMONAVIY FAN-TEXNIKA SOHALARIDA TUTGAN O'RNI

Turayev Akmal Atayevich,

Buxoro davlat universiteti

Fizika kafedrası professori, f.-m.f.f.d. (PhD)

a.a.turayev@buxdu.uz

Kamolova Oliyabonu Anvar qizi,

Buxoro davlat universiteti magistranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada o'ta o'tkazgich moddalarning yaratilishi, ularning fizik xususiyatlari, tarixiy kashfiyotlari hamda zamonaviy fan-texnika sohasidagi ahamiyati haqida ilmiy asoslangan ma'lumotlar bayon etiladi. Shuningdek maqolada o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi, materiallar sinfi va ularni qo'llanilish sohasi muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: YBCO, BSCCO, TBCCO, kritik harorat, o'ta o'tkazuvchanlik, Kuper juftligi, BCS nazariyasi, magnit-rezonans tomografiyasi (MRT).

СОЗДАНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В данной статье изложена научно обоснованная информация о создании сверхпроводящих материалов, их физических свойствах, исторических открытиях, а также об их значении в современной науке и технике. Кроме того, в статье обсуждаются явление сверхпроводимости, классификация материалов и области их применения.

Ключевые слова: YBCO, BSCCO, TBCCO, критическая температура, сверхпроводимость, куперовская пара, теория БКШ, магнитно-резонансная томография (МРТ).

THE CREATION OF SUPERCONDUCTIVE MATERIALS AND THEIR PLACE IN MODERN FIELDS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Abstract. This article presents scientifically grounded information about the creation of superconducting materials, their physical properties, historical discoveries, and their significance in modern science and technology. Additionally, the phenomenon of superconductivity, the classification of materials, and their areas of application are discussed in the article.

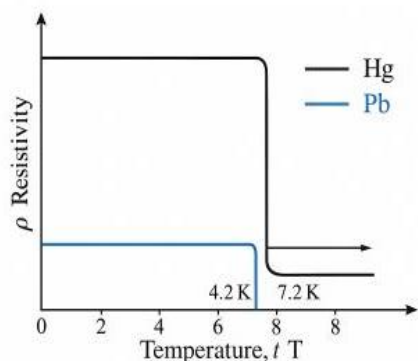
Key words: YBCO, BSCCO, TBCCO, critical temperature, superconductivity, Cooper pair, BCS theory, magnetic resonance imaging (MRI).

Kirish. XX asrda ilm-fan va texnika sohasida yuz bergan eng katta kashfiyotlardan biri-bu o'ta o'tkazgichlik hodisasi bo'ldi. Bu hodisa moddalar muayyan sharoitlarda o'zining elektr qarshiligini butunlay yo'qotib, elektr tokini hech qanday energiya yo'qotmasdan o'tkaza olish xususiyatiga ega bo'lishini anglatadi. Oddiy sharoitda barcha materiallar elektr energiyasini o'tkazishda ma'lum darajada issiqlik ko'rinishida yo'qotadi. Biroq o'ta o'tkazgich holatidagi moddalarda bunday energiya isrofi mutlaqo kuzatilmaydi - bu esa energetika, elektronika, kvant hisoblash, tibbiyot kabi ko'plab sohalarda inqilobiy texnologiyalar uchun asos yaratadi.

O'ta o'tkazuvchanlik-bu ayrim materiallarda ma'lum kritik haroratdan past haroratlarda elektr qarshiligining butunlay yo'qolishi bilan ifodalanadigan kvant fizikasi hodisasidir. Ushbu xususiyat 1911-yilda Gollandiyalik olim Xayke Kamerling Onnes tomonidan simobning elektr qarshiligi nolga tenglashishi orqali kashf etilgan. Onnesning fikricha juda sof moddalarning qarshiligi ularning kristall panjaralardagi atomlarning tebranishi orqali aniqlanishi kerak edi. Keyingi olib borilgan ilmiy izlanishlar natijalari bu fikrning haqiqatga yaqin ekanligini tasdiqladi. Onnes o'z ilmiy mulohazalarini tasdiqlash maqsadida, o'sha vaqtning toza metalli hisoblangan simobdan ilmiy tadqiqot ob'ekti sifatida foydalandi. Simob moddasi elektr qarshiligining haroratga bog'lanishi o'rganilayotganda, uning qarshiligi harorat 4,2 K ga yaqinlashgach to'satdan keskin kamayishi kuzatildi. Qarshilik shunchalik kichik qiymatgacha kamaydiki, uni o'lchash mumkin bo'lmay qoldi. Bu kashfiyot keyinchalik materialshunoslik va elektronika sohalarda inqilobiy o'zgarishlarga sabab bo'ldi.

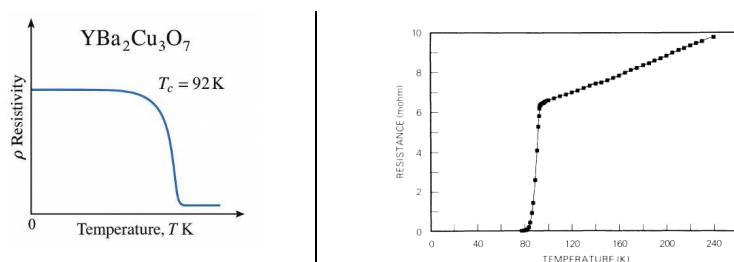
Bu materiallar o'zining o'ta o'tkazgichlik xususiyatini, asosan, kritik harorat (T_c) degan belgilangan qiymatga erishgandan keyin namoyon qiladilar. Kritik harorat (T_c): Ushbu materiallar faqat 1,2K dan 30K gacha bo'lgan juda past haroratlarda o'ta o'tkazgich holatiga o'tadi. Simob (Hg): $T_c = 4,2$ K, Qo'rg'oshin (Pb): $T_c = 7,2$ K, Nikel (Ni) va Sn (Qalay) ham past haroratli o'ta o'tkazgichlarga kiradi (3-rasm).

Past haroratli o'ta o'tkazgichlar asosan suyuq azot yoki geliya yordamida sovutiladi. Ular ko'pincha laboratoriya sharoitida, ilmiy tajribalar va maxsus qurilmalarda qo'llaniladi. Ushbu turdagi materiallar o'ta o'tkazgichlik xususiyatlarini qo'lga kiritishda ko'plab qiyinchiliklarga sabab bo'lgan haroratni kamaytirish masalalarini hal qilishga olib keladi. Magnit rezonans tasvirlash (MRI): Past haroratli o'ta o'tkazgichlar, ayniqsa yuqori magnit maydonlar yaratishda qo'llaniladi. Magnit levitatsiya: O'ta o'tkazgichlar magnit levitatsiya texnologiyasida ishlatiladi, masalan, MAGLEV poezdlarida.



3-rasm. Past haroratli o'ta o'tkazgichlar. Simob (Hg) va qo'rg'oshin (Pb) materiallarning o'ta o'tkazgichlik holatiga o'tishi

Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar (High-temperature superconductors) - 1986-yilda fizika olimlari yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlarni (YHO) kashf etishdi, ya'ni ular o'ta o'tkazgichlik xususiyatini odatdagi o'ta o'tkazgichlardan ancha yuqori bo'lgan haroratlarda namoyon qila boshladilar. Bu kashfiyot o'ta o'tkazgichlar va ular bilan bog'liq texnologiyalarni amalda qo'llash imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Kritik harorat (T_c): YHO'lar $T_c=30$ K va undan yuqori bo'lgan haroratlarda o'ta o'tkazgichlik holatiga kirishadi. Boshqacha aytganda, ular suyuqlangan azot bilan sovutiladi.



4-rasm. Yuqori haroratli o'ta o'tkazgich. Yttriy barium mis oksid ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$) - $T_c = 92\text{K}$

Bu hodisa faqat kritik haroratdan pastda sodir bo'ladi. Harorat ko'tarilishi bilan juftlashgan elektronlar parchalanadi va oddiy metall holatga qaytadi. Elektr toki - bu erkin elektronlarning harakati natijasida hosil bo'lib, metall ichida ular panjara orqali harakatlanadi, lekin panjaraning tebranishlari va boshqa zarralar bilan to'qnashadi, bu esa qarshilik keltirib chiqaradi. Oddiy metall ichida elektronlar panjara bilan to'qnashadi va energiya yo'qotadi (1-rasm).

BCS nazariyasiga ko'ra, juda past haroratlarda elektronlar bir-biri bilan indirekt (bilvosita) tarzda juftlik hosil qiladi. Bu juftliklar "Kuper juftlari" deb ataladi. Oddiy sharoitda elektronlar bir-birini itaradi (ikkalasi ham manfiy zaryadli). Ammo past haroratda panjara orqali ular o'zaro tortilish hosil qilishi mumkin. Cooper juftlari¹: elektronlar panjara tebranishlari (fononlar) orqali bir-biriga bog'lanadi.

Kuper juftlari zichligi n_{pair} elektronlarning bir-biriga bog'lanish darajasini ifodalaydi va quyidagicha ifodalanadi:

$$n_{pair} = \frac{m^*}{h^2} \cdot \left(\frac{\Delta}{k_B T_c} \right)^2 \quad (1)$$

m^* - elektronlarning samarali massasi,

h^2 - Planck doimiysi,

Δ - o'ta o'tkazgichlikdagi energiya bo'shlig'i,

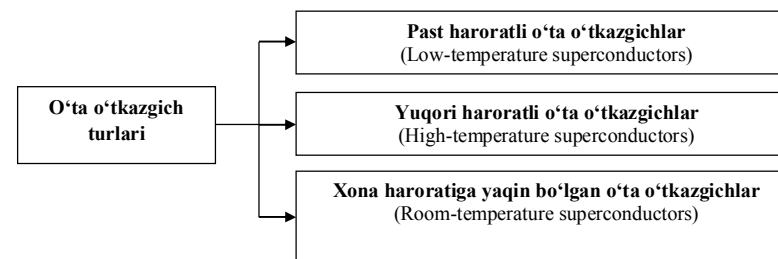
k_B - Boltzmann doimiysi,

T_c - kritik harorat.

Kuper juftliklar zichligi n_{pair} va ularning kvant holati orqali tok zichligi J quyidagicha ifodalanadi²:

$$J = n_{pair} \cdot e \cdot \theta \quad (2)$$

Bu yerda e - electron zaryadi, θ - harakat tezligi [1].



2-rasm. O'ta o'tkazgich turlari

O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi kvant mexanika qonunlariga asoslanadi. Oddiy sharoitda elektr toki orqali o'tganda elektronlar kristall panjaradagi zarralar bilan to'qnashib, energiya yo'qotadi. Ammo o'ta o'tkazuvchi holatga o'tilganda, elektronlar juftlashib (Kuper juftlari hosil bo'ladi) panjara bilan to'qnashmaydi va hech qanday qarshilikka uchramaydi. Bu holat faqat kritik harorat deb ataladigan ma'lum bir past haroratda yuz beradi.

O'ta o'tkazgichlik faqat qarshilikning yo'qolishi bilan cheklanmaydi. 1933-yilda nemis fiziklari V. Meissner va R. Oksfeld tomonidan kashf etilgan Meissner effektiga ko'ra, o'ta o'tkazgich modda ichidagi barcha magnit maydonlarni chiqarib yuboradi. Bu esa moddaning ideal diamagnet xususiyatga ega bo'lishiga olib keladi. Bu holat ham Kuper juftlari tomonidan kvant mexanik tarzda tushuntiriladi: ular magnit maydonni kompensatsiya qiluvchi qarshi oqimlar hosil qiladi va modda ichida magnit induksiya nolga teng bo'ladi [2]. O'ta o'tkazgich moddalar 3 turga bo'lib o'rganiladi (2-rasm).

Past haroratli o'ta o'tkazgichlar (Low-temperature superconductors) - Past haroratli o'ta o'tkazgichlar deb nomlanuvchi materiallar o'ta o'tkazgichlik holatiga faqat juda past haroratlarda kirishadi.

³ <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.58.908>

¹ https://www.physics.rutgers.edu/grad/621/lectures/L19_SC.pdf?utm_source=chatgpt.com

² <https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.108.1175>