



Baxshillo OLIMOV,

O'zbekiston pedagogika fanlari ilmiy tadqiqot instituti professori v.v.b., f.-m.f.n
Tel. 97.755.13.32

O'zMu Fizika fakulteti professori, f.-m.f.d. S.Polvonov taqrizi asosida

FROM THEORY TO PRACTICE

Abstract

This article provides brief information on high temperature superconducting materials. Several proposals have been made in their application of physics as laboratory work, and examples have been given in their use in practice.

Keywords: physics high, low, temperature, superconducting, field, signal, state, texture.

NAZARIYADAN AMALIYOTGA

Аннотация

Ushbu maqolada yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchi materiallar to'g'risida qisqacha ma'lumotlar berilgan. Ulardan fizika laboratoriya ishlari sifatida qo'llanishida bir nechta takliflar va amaliyotda foydalanishda namunalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: fizika, yuqori, past, harorat, o'ta o'tkazuvchi, maydon, signal, holat, xossa.

ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Аннотация

В этой статье представлена краткая информация о высокотемпературных сверхпроводящих материалах. Из них даны несколько предложений по применению физики в качестве лабораторных работ и приведены примеры их применения на практике.

Ключевые слова: высокая, низкая, температура, сверхпроводимость, поля, сигнал, состояние, физика, свойства.

Kirish. Ta'lim sohasida amalga oshirilayotgan keng ko'llamli islohotlar tizimida faoliyat yuritayotgan pedagog – kadrlarning kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishni hozirgi zamon zaruriyatiga aylanayotganligini ko'rsatmoqda. Mazkur muammoni yechishda ta'lim muassalarida olib boriladigan amaliy mashg'ulotlar alohida o'ringa ega.

Fizik qonunlar, hodisalar va jarayonlarning mohiyatini atroflicha tushunish va tushuntirish uchun ularni albatta amaliyotda sinab ko'rish kerak. Fan va texnikaning kundan - kunga rivojlanib borishi, ta'lim sohasiga axborot va pedagogik texnologiyalarning kirib kelishi fizika fan o'qituvchilari uchun ham tegishlidir.

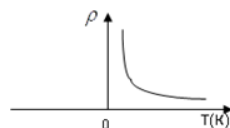
Ta'lim jarayonida o'quvchilarni fan, texnika yutuqlari bilan tanishtirishda laboratoriya ishlarining o'rni muhim. Bu o'z o'rnida o'qish samaradorligini yanada oshirishga yordam beradi. Fizika fanining hozirgi global va dolzarb muammolariga: o'ta o'tkazuvchi, nanotexnologiya, nanomateriallarni olish, quyosh energiyasidan foydalanish va boshqa shunga o'xshash mavzularni misol qilib olish mumkin. Yuqorida keltirilgan muammolar to'g'risida gapirishdan oldin, biz umumta'lim, o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi va oliy ta'lim fizika kurslarida o'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning solishtirma qarshiligining haroratga bog'liqligi va ularni mexanizmini yana bir bor eslab o'tishni lozim deb topdik.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Umuman o'tkazuvchanlik nuqtai nazardan qaralsa metallar quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Umuman tok o'tkazmaydigan materiallar (Izolyatorlar);
2. Yarim o'tkazgichlar;
3. O'tkazgichlar;
4. O'ta o'tkazgichlar:
 - a) Past temperaturali o'ta o'tkazgichlar;
 - b) Yuqori temperaturali o'ta o'tkazgichlar (YUTO'O').

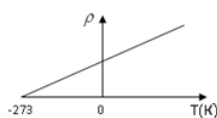
Umuman tok o'tkazmaydigan materiallarga rezina, havo, disterlangan suv, shisha va boshqa elementlar kiradi.

Yuqorida keltirilgan materiallarni asosiy fizik xossalardan biri bu temperaturani solishtirma qarshiligiga bog'liqligidir.



1-rasm

1. Yarim o'tkazgichlarda bu 1-rasmda keltirilgan bog'anishga bo'ladi ya'ni temperatura oshishi bilan solishtirma qarshiligi kamayib borishini ko'rasiz. Bu o'z navbatida kerakli nazariy tushunchalar bilan tushuntiriladi.



2-rasm

2. Endi o'tkazgichlarga kelsak, o'tkazgichlarga D.I Mendeleyev davriy sistemadagi ko'pchilik elementlari kiradi. Eng qizig'i shundaki, o'tkazgich temperaturasi solishtirma qarshiligiga bog'liqlik grafigiga etibor berilsa, 2-rasmda ko'rsatilgandek bog'lanishga ega. Temperatura oshishi bilan solishtirma qarshiligi monoton ravishda oshib boradi. Bu esa yarim o'tkazgichlarga nisbatan teskari effektga ega. Bu ham fizik nuqtai nazardan to'liq o'z ma'nosiga ega va mexanizmi to'liq tushuntiriladi.

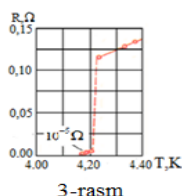
Bizga qiziqarli bo'lgan xuddi shunday bog'lanish o'tao'tkazuvchi materiallarga qanday bo'ladi.

Tadqiqot metodologiyasi.

3. X Kamerling - Onnes tajribasi

a) Past temperaturali o'tao'tkazuvchi materiallar.

Bu hodisani 1911 yilda Niderland olimi X Kamerling - Onnes tajribada kuzatgan. X Kamerling - Onnes asosan o'ta toza qo'rg'oshinni olib xona haroratidan boshlab, suyuq geliy haroratgacha sovitadi va qarshilikning haroratga bog'liqligini o'rganadi.



3-rasmda X. Kamerling Onnesning tajribasidan olingan natija keltirilgan.

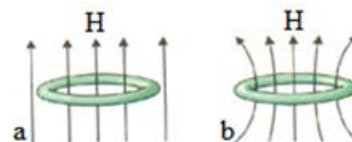
Juda past haroratlarda (4K) ba'zi metal va qotishmalar elektr tokiga qarshilik ko'rsatmay qo'lar ekan. X Kamerling - Onnes bunday materiallarni past temperaturali **o'tao'tkazgichlar** (birinchi tur) deb ataladi. Tajribada Hg uchun o'tao'tkazuvchi harorati 4,2Kga to'g'ri kelishini tasdiqlaydi. Bu qo'rg'oshin uchun kritik harorat deb ataladi, T_c (kritik harorat) bilan belgilanadi va qarshiligi $10^{-5}\Omega$ teng bo'lganini kuzatadi [1].

Shu davrda bunday bog'lanish faqatgina idial va past haroratli o'tao'tkazgichlarda namayon bo'lishi tasdiqlanadi. U berk zanjirda o'tao'tkazuvchi materiallar tok yo'qotmasdan, xohlagancha uzoq vaqt oqib turishi mumkinligi tajribada ko'rsatadi.

Keyinchalik o'tao'tkazuvchanlik faqat o'ta toza materiallardagina emas, balki ko'plab ximiyaviy birikmalar, qotishmalarda va yuqori temperaturalarda ham kuzatiladi; shu bilan birga o'tao'tkazuvchan birikma tarkibiga kiruvchi elementlarning o'zi ham o'tao'tkazgich bo'lmisligi mumkin. Bunday birikmalardan tayyorlangan namuna o'tao'tkazuvchan holatda quyidagi keltirilgan ajoyib xossalarga ega bo'lar ekan:

Birinchidan, o'tao'tkazgichlarda bir marta uyg'otilgan elektr toki tok manbaisiz uzoq muddat mavjud bo'lishi mumkin. Buning sababi shundaki qarshilik yo'q bo'lib qolgan uchun tokning so'nish vaqti $T=L/R$ nihoyatda katta bo'ladi.

Ikkinchidan o'tao'tkazuvchan holatda modda ichida magnit induksiya har doim nolga teng bo'ladi. O'tao'tkazgichdan qilingan biror jismni avval sovitib, o'tao'tkazuvchan holatga keltirib, so'ng uni induksiyasi $B_a = \mu_0 H_a$ ga teng bo'lgan tashqi magnit maydonga kiritib, magnit maydon ulanganda o'tao'tkazgichda qo'shimcha $B_i = \mu_0 H_i$ induksiya hosil qiluvchi induksion toklar paydo bo'ladi (4a.rasm). Bu qo'shimcha induksiya Lens qonuniga muvofiq V_a tashqi induksiyaning kompensasiyalaydi. Odatdagi o'tkazgichda induksion toklar darhol so'nadi va faqat magnitlovchi g'altak yuzaga keltirgan oqimgina qoladi. O'tao'tkazgich bo'lgan holda esa kompensasiyalovchi toklar mutlaqo so'nmaydi; shuning uchun jism ichida natijaviy induksiya hamma vaqt $B = V_a + B_i = 0$ bo'ladi. Tashqi fazoda natijaviy induksiya chiziqlari 4b rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi: ularni jism o'zidan itaradi va ular jismni aylanib o'tadi.



4-rasm

O'tao'tkazuvchan holatning bu xossasi faqat elektr qarshilikning yo'qolishi bilangina bog'liq emas. Shunday o'tkazgichni ko'z oldimizga keltiraylikki, uning normal metallardan yagona farqi qarshiligining nolga intilishi bo'lsin.

O'tao'tkazuvchanlikning **uchinchi** o'ziga xos xususiyati magnit maydonning o'tao'tkazuvchanlik holatini buzish xossasidir. O'tao'tkazgich o'tao'tkazuvchan holatga o'tish haroratidan past haroratga qancha kuchli sovitilgan bo'lsa, o'tao'tkazuvchanlik yo'qoladigan "kritik" magnit maydon shuncha katta bo'ladi[3]. O'tao'tkazuvchanlik holatiga o'tish haroratida maydon nolga teng bo'ladi. O'tao'tkazuvchanlikni buzuvchi magnit maydon bo'lib o'tao'tkazgichdagi tokning o'zining kriteriyoni ham xizmat qilishi mumkin. Tok kuchi sim sirtidagi magnit maydon kritik qiymatiga yetadigan kattalikka erishganda o'tao'tkazuvchanlik yo'qoladi. Tokning bu maksimal (kritik) kuchi uning o'tish haroratida nolga teng bo'ladi va harorat pasaygan sari ortib boradi.

b) Yuqori temperaturali o'tao'tkazuvchi materiallar.

1986 yil Bednors va Myullerlar tomonidan qattiq jismlar fizikasiga yana bir yangilik kiritishdi. O'tao'tkazgichlarni yangi bir yangi turi, ya'ni yuqori temperaturali o'tao'tkazuvchan materiallarni olishga muyaassar bo'lishdilar (**ikkinchi tur**). YUTO'O' materiallar okis va okis sifatidagi komponentlar asosida tayyorlandi. Birinchilar qatorida La-Va-Cu sistema tayyorlannib, o'tish temperaturasi $T_c = 73K$ atrofida edi. Keyinchalik olib borilgan tajribalar asosida bunday materiallarni temperaturasi ko'tarilib borildi. Olim va ijodkorlarning asosiy maqsadi T_{cni} xona temperaturasiga yaqinlashtirishdan iborat edi. Shunda bunday materiallarda to'liqligicha amaliyotda foydalanish mumkin. Yuqoridagi komponentlarni tarkibini o'zgaritib turib, asosan Y ni Tl ga almashtirish natijasida namunani o'tish temperaturani 93K ko'tarishga muvassar bo'lishdi. Hozirgi vaqtda bunday materiallarni o'tish temperaturasi 125-150K atrofida. Yaqin vaqt ichida namuna harorati bundan ham yuqori ko'tarilishi kutilmoqda. Bunday materiallarni haroratlari ko'tarilishi bilan bir qatorda, ularni amaliyotda tadbiq qilish ham o'rindir. Hozircha ulardan foydalanish juda sust olib borilayapdi, albatta buning o'z ijobiy va salbiy sabablari bor. Asosiy sabablaridan biri, bu vaqt o'tishi bilan materiallarni o'z xususiyatlarini yo'qotishidir. Bunga birinchi o'rinda degradatsiya kiradi, ya'ni o'tish temperaturasi o'zgarishidir. O'z navbatida bunday materiallarni ishlab chiqarishga tadbiq qilib bo'lmaydi.

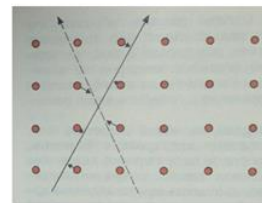
Elektron – fonon o'zaro ta'sirlashuv.

Eslatib o'tamiz, fononlar metallning kristalli panjara to'liqini. Shu bilan birga, biz ularni kvant mexanikasidan bilamizki bu - zarracha sifatida qabul qilingan. Bundan tashqari, biz ideal kristalli panjara elektronni sezmasligidan, shuning uchun to'liqini kristalli panjara elektronning tarqalishi fononlarda tarqalish deb hisoblanishi mumkin.

Elektron panjara to'liqinida tarqalganda yoki elektron fonon bilan to'qnashganda, bu zarrachalarning harakati energiyasi, tezligi va yo'nalishi o'zgaradi, lekin energiya tejash va momentum qonunlari kuzatiladi. Misol tariqasida ikkita billiardni o'zaro to'qnashuvini tasavvur qilishimiz mumkin, ammo elektron va fonon tabiatda juda ko'p turli zarralar va shuning uchun aniqroq boshqa tasvirdir:

Kuper juftliklarini hosil bo'lishi.

Bu qanday sodir bo'lishini tushinish uchun, elektron tomonidan uyg'otilgan fonon harakatini kuzatamiz (5-rasm). Shunday qilib, elektron panjara orqali uchib o'tadi va panjara tugunlarida joylashgan ionlarning tebranishiga sabab bo'ladi. Elektron manfiy zaryadga ega va ionlar musbat zaryadlangan. Shuning uchun ionlar uchayotgan elektronga bir oz tortilgan bo'ladi. Ammo ionlar elektronga qaraganda ancha og'ir, shuning uchun ularning harakati sekinroq. "Elektron allaqachon" uzoq vaqt oldin uchib o'tgan va ionlar u turgan joyga qadar tortilgan edi. Bu shuni anglatadiki, bu joyda kichik ortiqcha musbat zaryad (bir kiska vaqt) hosil bo'lgan va allaqachon bu joyda o'tgan yana bir elektron uni sezadi va harakatini o'zgartiradi, bu joyga jalb qilinadi.



5-rasm

Shunday qilib, fononlar elektronlar orasidagi zaif tortishishlarni yaratadi. Ammo uzoq masofalardagi elektronlar bir-biri bilan tortishadi. Axir, ikkinchi elektronni ionlar bilan tortishishi uchun birinchi elektron ancha uzoqqa uchib ketishi kerak, aks holda uning manfiy zaryadlari barcha tortishishlarni to'xtatadi. Yaqin atrofdagi elektronlar, Kulon qonuniga ko'ra, ikkita manfiy zaryadga ega bo'lishi kerak, va juda uzoq masofalarda ular fononlar tufayli ta'sir qilinadi. Uzoq masofalarda ikki elektronning repulsatsiyasi to'sqinlik qilmaydi, chunki atrofida va har ikkala elektron o'rtasida ko'plab ijobiy ionlar va boshqa elektronlar mavjud va barcha tortishish va tortish kuchlari tenglashadi.

Elektronlar orasidagi tortishishini Amerka olimlari J.Barden, L. Kuper va J. Shriffer tomonida tushuntiriladi. O'z o'rnida Kuper sharafiga kuper juftliklari deb atalgan.

Hozirgi zamon nazariyasida o'ta o'tkazuvchanlik hodisasi Kuper juftlaridan tashkil topgan elektronlar kollektivining hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi (elektronlarning juft-juft birlashmalarini 1956 yil L.Kuper tomonida tadqiq qilingan)?

Savol nima uchun o'ta o'tkazgichlarda elektronlar juftlashadi? Axir, Kulon qonuniga muvofiq, ular itarilishi kerak-ku. Sabab elektronlarning kristal panjara bilan o'zaro ta'sirlashuvda ekan. Elektronlar kristal panjara ionlarini o'zaro tortadi va go'yo musbat zaryadlardan tashkil topgan "po'stin" bilan o'ralgan. Natijada elektronlar orasidagi o'zaro ta'sir ishorasi o'zqarishi mumkin va ular bir-biriga tortiladi. (BKSha nazariysi)

Tahlil va natijalar. YUTO'O'larni maktab laboratoriya xonalarida tayyorlash.

Biz quyida fizika, ximiya o'qituvchilari yoki krujok rahbarlari yordamida yangi bir yo'nalish o'ta o'tkazuvchan namunalarni tayyorlashni va ularni ayrim magnit xossalarni o'rganishni taklif qilmoqdamiz. Bunday materiallarni maktab sharoitida olish bilan chet el hamkasblarimiz allaqachon shug'illana boshlaganlar. Albatta, kimki o'zining qiziqishi bilan shug'illanar ekan unda u o'zining maqsadiga tezroq erishadi. Yuqoridagilarga asoslangan holda, quyida biz yuto'o' namunalarni tayyorlashni retseptini keltiramiz. Albatta hozircha bizning hamma maktablarimizda ximikatlar va namuna tayyorlash uchun o'lchov uskunalar yo'qligi sababli ularni amalga oshirishga ozgina qiynalamiz, lekin bunday materiallarni tayyorlashda kasb-hunar kollejlari imkoniyatlar bor. Yuqori temperaturali o'ta o'tkazuvchan namuna (Y-Ba-Cu-O)lar qanday qilib tayyorlanadi. Buning uchun ittriy oksidi Y_2O_3 , ugloks bariy $BaSO_3$ va mis oksidi SuO lardan foydalanamiz.

YUTO'O' namunalarni tayyorlash retsepti.

1. 1,13 gr ittriy oksidi, 3,95 gr bariy va 2,39 gr mis oksidi olamiz.
2. Oldin bu komponentlar yaxshilab qo'shiladi, stupkaga solib yoziladi va poroshok holiga olib kelinadi.
3. Tayyorlangan aralashmani 950°S haroratda 12 soat pechkaga solib qizdiriladi.
4. Namuna sovutilgandan keyin yana maydalanadi.
5. Parashok ko'rinishidagi namunani tabletkaga holiga olib kelinadi (balki boshqacha forma kerak bo'lsa, shunday formada).
6. Tabletkaga ko'rinishiga keltirilgan namunani yana o'sha haroratda va shu vaqt davomida kislorod bilan boyitish yordamida qizdiriladi.
7. Tayyorlangan namuna 100 grad/soatdan katta bo'lmagan tezlikda sovutilishi kerak.
8. Yuqoridagi retsept asosida tayyorlangan o'ta o'tkazuvchan (Y-Ba-Cu-O) namuna og'irligi 7gr atrofida bo'ladi. Yoki xuddi shunday diametri 1sm va qalinligi 1mm dan 5 ta tabletkaga tayyorlash mumkin. Bunday retsept asosida namunani tayyorlashda o'zining ayrim qiyinchiliklari ham bor, lekin oldindan aniq bo'lgan retsept asosida tayyorlashni ma'qul deb bilamiz.

O'ta o'tkazuvchan materiallarni rangi, uning sifatini ko'rsatadigan ko'rsatkichdir. Agar tayyorlangan keramika rangi yashilroq rangda bo'lsa, unda tayyorlash uncha yaxshi olib borilmagan, bunday holatda namunalarni boshqattan tayyorlash kerak.

Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar asosida laboratoriya ishlarini tashkillashtirish.

Ishdan maqsad: yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlik haqida tasavvurga ega bo'lish va ularning magnit xossalarni tajribada kuzatish. Laboratoriya ishini bajarish davomida shu yo'nalish haqida umumta'lim maktab o'quvchilarga ozgina bo'lsa ham ma'lumot berish va shunga o'xshash yangi kashfiyotlar bilan tanishtirib turishdir[2].

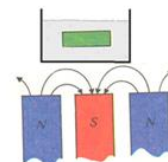
Laboratoriya ishlarini o'quvchilarning o'zlari mustaqil ravishda bajarishlari ham mumkin. Quyida ana shu laboratoriya ishlaridan biri misol tariqasida keltirilgan. Bu laboratoriya ishi yangi, shu bilan birga DTSni takomillashtirilgan variantiga to'liq mos keladi. Eng muhimi qiziqarli va hayotiy, o'quvchilarning bilim darajalari asosida tanlab olingan.

Ishning bajarilish tartibi:

a). Namuna tayyorlangandan so'ng o'ta o'tkazgich holatiga o'tdimi yoki normal holatdalgini aniqlash [4].

Agar namuna to'ri to'rtburchan shaklida tayyorlangan bo'lsa, unda tajriba quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Magnitlarni bir nechtasini 6-ramda ko'rsatilgandek qutblari bilan joylashtiriladi.

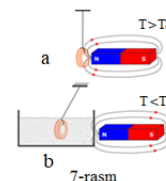


6-rasm

3. Penoplasdan tayyorlangan idishga suyuq azot quyib namunani ham idish ichiga tushirig.
4. O'zgaras magnitlarni 6- rasmda ko'rsatilganidek joylashtiring.
5. Suyuq azot solingan idishni namuna bilan birgalikda magnitlardan ma'lum balandlikda joylashtiring.
6. Ma'lum vaqtdan keyin namuna suyuq azot solingan idish tubidan yuqoriga ko'tariladi va mualliq turadi (o'tao'tkazuvchanlik holat).
7. Magnitlarni o'z o'qi atrofida aylantirilganda namuna ham aylansa u o'tao'tkazgich holatiga o'tgan bo'ladi.

b) laboratoriya ishi

1. Uzunligi 40-50sm bo'lgan ingichka ipga yuqori haroratli o'ta o'tkazgichni (keramika bublik shaklida) mahkam boylab, shtativga osing.
2. O'zgaras magnitni ipga osilgan o'ta o'tkazuvchan namunaga yaqinlashtiring.
3. Namuna bilan o'zgaras magnit maydon o'rtasida o'zaro ta'sirlashish kuzatilmaydi $T > T_c$ (7a- rasm).
1. Magnitni namunadan uzoqlashtiring.
2. Namunani suyuq azotga tushirib, magnitni yaqinlashtiring.
3. Namunani oldingi holatiga nisbatan ma'lum burchakka og'ishini kuzatasiz $T < T_c$ (7b- rasm).
4. Suyuq azot solingan idishni namunadan ma'lum masofaga uzoqlashtiring.
5. Bir necha sekunddan keyin namuna magnitga yaqinlashganini ko'rasiz $T > T_c$ (7a-rasm).
6. Tajribani bir necha marta takrorlang va bu hodisaning fizik mohiyatini tushuntiring.



Xulosa. Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim sharoitida faoliyat yuritadigan har bir fan mutaxasisi, jumladan fizika o'quvchilari kasbiy kompetensiyalarni egallamasdan turib aniq natijalarga erishish juda qiyin. Aynigsa bo'lg'usi fizika o'qituvchilarini amaliy mashg'ulotlarni mustaqil ravishda tanlashga, o'zlari tashkil qilishda yoki bajarib o'rgatishlari, ularda kasbiy kompetensiyalarni shakllanishda muhim o'rin tutadi.

ADABIYOTLAR

1. Шмидт В. Введение в физику сверхпроводников.- М.: Наука .-1982.
2. Алиев М.К., Муминов Т.М., Олимов Б.А., Холбаев И. Свойства высокотемпературных сверхпроводящих керамик в слабых магнитных полях. Доклад II -школы молодых ученых ТашГУ, 1988, 27 мая.
3. Дмитренко И.М. В мире сверхпроводимости.-Киев: Наукова думка. -1981.
4. Olimov B.A. va boshqalar. O'ta o'tkazuvchi materiallarni magnit xossalarini o'rganish. Guvohnoma Intellektual mulk ob'ekti saqlashga kiritilganligi to'g'risida. Ro'yhat soni № 3987.-2022.