

To'rayev Ozodjon G'ayrat o'g'li
Buxoro davlat universiteti izlanuvchisi
E mail: ozodjonturayev@gmail.com

UO'K: 538.945.9

YBCO – 123 NAMUMANING KRISTALL PANJARASIDAGI ATOMLAR BOG'LANISHINI RAMAN SPEKTROMETRIK TAHLILI

Annotatsiya Maqolada YBCO kuprat oilasiga kiruvchi Y-123 kupratining tarkibiy tuzulishi va unda mavjud atomlar Raman spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi. Bunda Raman spektrometri usulida ushbu turdagi namuna bo'yicha dunyo olimlari ishlari ham o'rganilib chiqildi.

Kalit so'zlar: Kuprat, YBCO, Raman spektrometri, tebranish, lazer.

Тураев Озоджон Гайратович
Исследователь Бухарского государственного университета
E-mail: ozodjonturayev@gmail.com

УДК: 538.945.9

РАМАНОВСКИЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ АТОМОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ ОБРАЗЦА YBCO – 123

Аннотация: В данной статье исследована структурная организация и связи атомов купрата Y-123, входящего в семейство купратов YBCO, с использованием метода рамановской спектроскопии. В процессе исследования были проанализированы спектры, полученные с помощью рамановского спектрометра, а также изучены работы мировых ученых по образцам данного типа.

Ключевые слова: Купрат, YBCO, рамановский спектрометр, колебания, лазер.

Turayev Ozodjon
Researcher at Bukhara State University
E-mail: ozodjonturayev@gmail.com

UDC: 538.945.9

RAMAN SPECTROMETRIC ANALYSIS OF ATOMIC BONDING IN THE CRYSTAL LATTICE OF THE YBCO – 123 SAMPLE

Abstract: *This article investigates the structural organization and atomic bonding of the Y-123 cuprate, which belongs to the YBCO cuprate family, using the Raman spectroscopy method. During the research, the spectra obtained through Raman spectrometry were analyzed, and studies by international scientists on samples of this type were reviewed.*

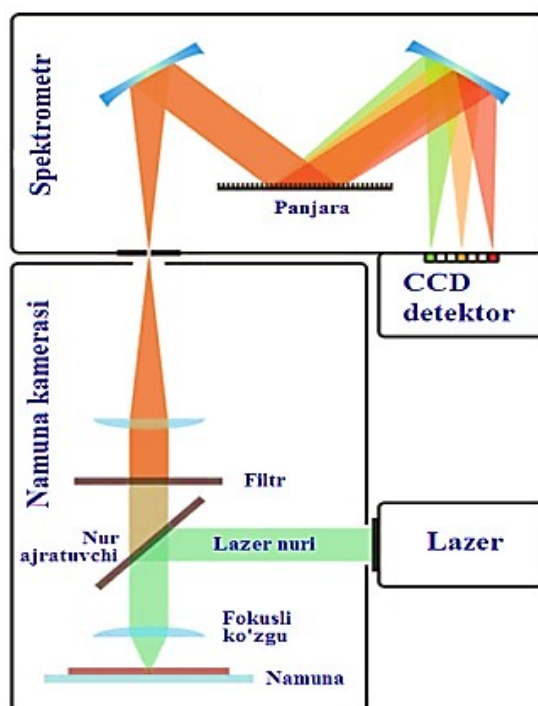
Keywords: *Cuprate, YBCO, Raman spectrometer, vibration, laser.*

1. Kirish. Yttriy barium mis oksid (YBCO) yuqori haroratli o'ta o'tkazgich bo'lib, uning o'ta o'tkazuvchanlik xususiyatlari CuO_2 tekisliklaridagi atomlarning tebranishlari va kristall panjaradagi oksigen tartiblanishi bilan bevosita bog'liqdir [1]. Ushbu maqolada YBCO-123 namunasi Raman spektroskopiya va kimyoviy tasvirlash (chemical imaging) usullari yordamida tahlil qilindi. Raman spektrida Cu–O va Ba–O bog'lanishlariga mos keluvchi asosiy tebranish modalarining aniqlanishi kristall panjaraning yaxlitligini va yuqori kristallilik darajasini tasdiqladi [2,3]. Kimyoviy tasvirlash natijalari esa namunadagi kimyoviy heterojenlik va fazaviy o'zgarishlarni o'rganishga imkon berdi, bu esa YBCO materialining yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchanlikni ta'minlovchi asosiy omillarni chuqurroq tushunishga xizmat qiladi [3].

2. Eksperimental usullar.

Raman spektroskopiyasi usuli. Raman spektroskopiyasi modda molekulalari tebranishini aniqlash uchun qo'llaniladi. Raman spektroskopiyasi fotonlarning noelastik tarqalishiga asoslangan. Monoxromatik nurning manbasi sifatida odatda lazer nurining ko'rinadigan, yaqin infraqizil yoki yaqin ultrabinafsha oralig'idan foydalaniladi, shuningdek rentgen nurlaridan foydalanish ham mumkin. Lazer nuri tizimdagi molekulyar tebranishlar, fononlar yoki boshqa qo'zg'alishlar bilan o'zaro ta'sir qiladi, natijada lazer fotonlarining energiyasi yuqoriga yoki pastga siljiydi. Energiyaning siljishi tizimdagi tebranish rejimlari haqida ma'lumot beradi. Infraqizil spektroskopiya odatda o'xshash, qo'shimcha ma'lumot beradi [4,5]. Odatda namuna lazer nuri orqali yoritiladi. Yoritilgan joydan elektromagnit nurlanish ob'ektiv tomonidan yig'ilib, monoxromator orqali

o'tadi. Lazer chizig'iga to'g'ri keladigan to'liq uzunligidagi elastik sochilgan nurlanish (Rayleigh tarqalishi) yoki tirqish filtri, chekka o'tish filtri yoki tarmoqli o'tkazgich filtri bilan filtrlanadi, qolgan nur esa detektorga boradi [6].



1-rasm. Raman spektrometrining ishlash prinsipi

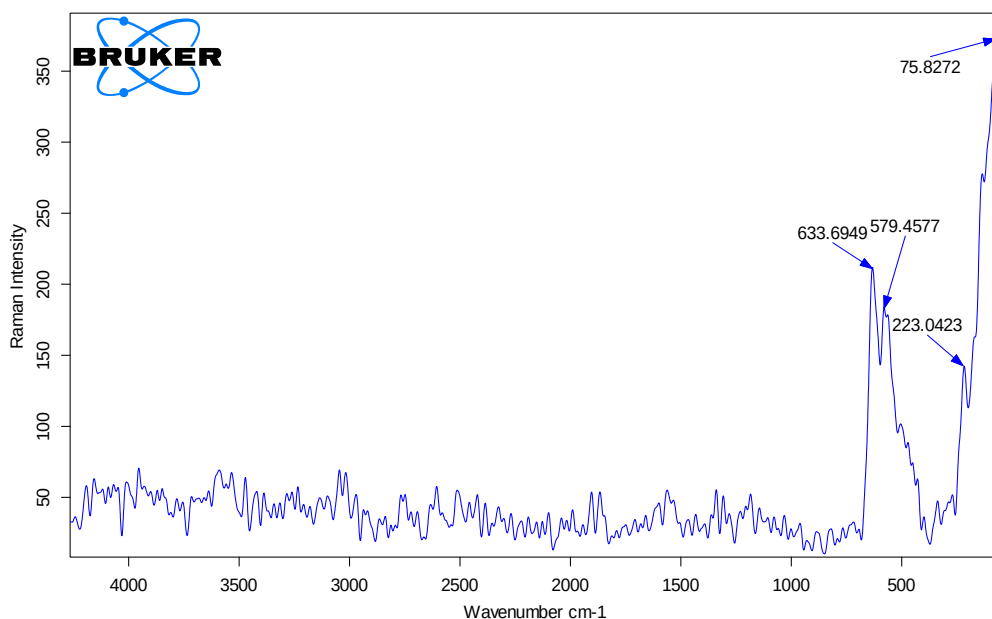
Raman magnitudasining kattaligi molekuladagi elektronlarning qutblanuvchanligi bilan o'zaro bog'liq. Bu foton namunani qo'zg'atadigan noelastik nur sochish shaklidir. Ushbu qo'zg'alish molekulani foton chiqarilishidan oldin qisqa vaqt davomida virtual energiya holatiga keltiradi. Noelastik tarqalish degani, chiqarilgan fotonning energiyasi tushayotgan fotonning energiyasidan pastroq yoki yuqori bo'ladi. Tarqalish hodisasidan keyin namuna boshqa aylanish yoki tebranish holatida bo'ladi. Tizimning umumiy energiyasi molekula yangi rovibronik holatga harakatlengandan keyin doimiy qolishi uchun tarqalgan foton boshqa chastotaga siljiydi. Ushbu energiya farqi molekulaning boshlang'ich va oxirgi rovibronik holatlari farqiga teng [7,8]. Agar yakuniy holat dastlabki holatga qaraganda yuqori energiyaga ega bo'lsa, tarqalgan foton umumiy energiya bir xil bo'lib qolishi uchun pastroq chastotaga (pastroq energiyaga) o'tkaziladi. Ushbu chastotali siljish Stoks siljishi yoki pastga siljish deyiladi. Agar oxirgi holat pastroq energiyaga ega bo'lsa, tarqoq foton yuqori chastotaga moyil bo'ladi, bu esa anti-Stoks siljish yoki yuqoriga siljish deb ataladi.

Raman tarqalishining elektr dipol-elektr dipol qutblanuvchanligi hosilasiga bog'liqligi, shuningdek, elektr dipol momenti, atom qutb tensori (atomic polar tensor – APT) ning hosilasiga bog'liq bo'lgan IQ spektroskopiyasidan farq qiladi [9].

Natijalar va muhokama

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ kupratining Raman spektroskopik tahlili olindi. Bunda tarkibidagi elementlar quyidagi cho'qqilarda ko'rindi.

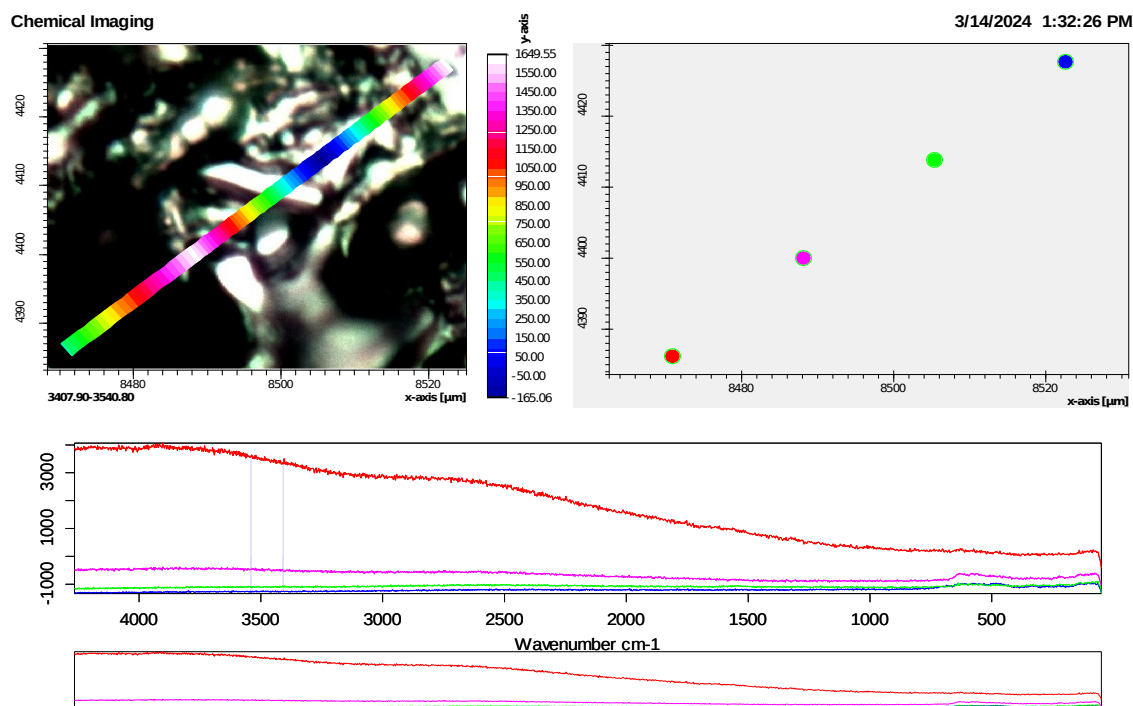
Raman spektrida $579,4 \text{ cm}^{-1}$ da kuzatilgan cho'qqi materialdagi Ba-O bog'lanishlarining cho'zilgan tebranishlariga mos keladi. Bu yutilish chizig'i kristall panjarada kislorod atomlari bilan bog'langan Ba atomlarining mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu cho'qqining intensivligi va pozitsiyasi material ichidagi Ba-O aloqalarining kuchi va tabiati haqida ma'lumot beradi. $633,6 \text{ cm}^{-1}$ da kuzatilgan yutilish chizig'i materialdagi Cu-O bog'lanishlarining tebranishlarini ifodalaydi. Ushbu cho'qqining intensivligi va pozitsiyasi Cu-O aloqalarining xususiyatlari, masalan, bog'lanish kuchi va muvofiqlashtirish muhiti haqida tushuncha beradi. $223,04 \text{ cm}^{-1}$ cho'qqisi Y-O bog'larining tebranishlariga to'g'ri keladi, bu kislorod atomlari bilan bog'langan ittriya atomlarining mavjudligini ko'rsatadi (2-rasm).



2-rasm. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ kupratining Raman spektri.

YBCO namunasi uchun Raman spektri uning ortorombik kristall tuzilmasiga mos keluvchi asosiy tebranish modalarini ko'rsatadi. Past to'lqin sonlari sohasida

($\sim 500 \text{ cm}^{-1}$) yaqqol koʻzga tashlanadigan choʻqqilar Cu–O va Ba–O bogʻlanishlarining tebranishlariga toʻgʻri keladi, bu bogʻlanishlar oʻta oʻtkazuvchan CuO_2 qatlamlarining yaxlitligini saqlash uchun muhimdir. Ushbu modalar kislorodning toʻgʻri tartiblanganligi va panjara simmetriyasi mavjudligini tasdiqlaydi, bu esa yuqori haroratli oʻta oʻtkazuvchanlik uchun zarurdir. Bundan tashqari, spektrning aniq choʻqqilari va minimal shovqin namunadagi yuqori kristallilik darajasi va past defekt zichligini koʻrsatadi.



3-rasm. YBCO-123 namunasining Raman spektroskopiyasi va kimyoviy tasvirlash natijalari

Ushbu grafik YBCO (yttrium barium copper oxide) yuqori haroratli oʻta oʻtkazgichining kimyoviy tasvirlash (chemical imaging) va Raman spektroskopiya yordamida olingan tahliliy natijalarini koʻrsatadi. Chapdagi rangli gradient tasvir maʼlum bir x va y oʻq boʻylab namunadagi kimyoviy komponentlarning taqsimotini aniqlaydi, bu esa heterojenlik yoki tarkibdagi oʻzgarishlarni ifodalaydi. Oʻngdagi tasvir esa namunadagi fazoviy boʻlinishni, yaʼni turli kimyoviy fazalar yoki kristall tuzilish oʻzgarishlarini aks ettiradi. Quydagi spektral grafik Raman spektrlarini koʻrsatib, har bir rang maʼlum bir nuqtada olingan maʼlumotni ifodalaydi. Raman spektrida koʻzga tashlanadigan intensivlikning pasayishi va choʻqqilarining joylashuvi YBCOdagi fonon-elektron oʻzaro taʼsiri, oksigen taqsimoti va potentsial kristall panjara deformatsiyalariga ishora qiladi. Grafikning

pastki qismidagi intensivlikdagi farqlar namunadagi turli kimyoviy fazalar yoki defektlar borligini ko'rsatadi, bu esa o'ta o'tkazuvchanlik haroratiga (T_c) va materialning fizik xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin.

Xulosa Raman spektrometrik tahlili natijasida biz sintez qilgan namunaning kristall panjarasida kerakli atomlar bog'lamlari yetarlicha mavjudligini ko'rish mumkin. O'ta o'tkazuvchanlik hosil bo'ladigan Cu-O bog'lamlari ham kristall panjara asosi bo'lgan Y atrofida bog'lamlar hosil qilgani ham keltirilgan. Bu natijalar $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ formula asosida namunaning to'g'ri ya'ni ortorombik kristall panjara sifatida shakllanganini isbotlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

[1] John Busbee , Rand Biggers, Gregory Kozlowski, Iman Maartense , John Jones, David Dempsey, "Investigation of in situ Raman spectra for the control of PLD of YBCO thin film superconductors", Engineering Applications of Artificial Intelligence 13 (2000) 589±596.

[2] M. Bakr, A. P. Schnyder, L. Klam, D. Manske, C. T. Lin, B. Keimer, M. Cardona, C. Ulrich, "Electronic and phononic Raman scattering in detwinned $YBa_2Cu_3O_{6.95}$ and $Y_{0.85}Ca_{0.15}Ba_2Cu_3O_{6.95}$: s-wave admixture to the $d_{x^2-y^2}$ -wave order parameter", All content following this page was uploaded by Manuel Cardona on 17 May 2014.

[3] Mohammed Zaahid Gaffoor, Alan Lawrence Leigh Jarvis , Jonathan Calvin Archer "Investigating the critical transitional temperature increase in graphene oxide doped bulk YBCO", Results in Physics 44 (2023) 106140, <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2022.106140>, 25 November 2022

[4] Tanveer Wani, Budigi Prabhakar, "Crystal structure visualization and powder diffraction pattern of YBCO superconductor" Article in AIP Conference Proceedings October 2020.

[5] Philippe Colomban, Aneta Slodczyk, Raman intensity: An important tool to study the structure and phase transitions of amorphous/ crystalline materials, Optical Materials 31 (2009) 1759 –1763, <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2008.12.030>.

[6] Niyazov, L.N., Djuraev, D.R., Investigation of evolution of domain structure in iron garnet $\text{Tb}_{0.26}\text{Y}_{2.74}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, Solid State Phenomena This link is disabled., 2014, 215, pp. 427–431.

[7] Tanveer Wani, Budigi Prabhakar, “Crystal structure visualization and powder diffraction pattern of YBCO superconductor” Article in AIP Conference Proceedings October 2020.

[8] Dadras S, Dehghani S, Davoudiniya M, Falahati S. Improving Superconducting Properties of YBCO High Temperature Superconductor by Graphene Oxide Doping. Mater ChemPhys 2017;193:496–500.

[9] Dzhuraev, D.R., Abdulloev, Zh.S., Turaev, A.A., Correlations Between Electronic and Superconducting Properties of Superconductors, 2024 10th International Conference on Information Technology and Nanotechnology, ITNT 2024.