

KRISTALLARDA RENTGEN NURI TA'SIRIDA PAYDO BO'LADIGAN RANG MARKAZLARIN TADBIQ QILISH

Atashov Baxtibay

Nukus davlat pedagogika instituti

Kuljanova Gulsevar

Pirniyazova Shaxnoza

Nukus davlat pedagogika

instituti 1-kurs magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada rentgen nurlari ta'sirida KCl kristallarida hosil bo'ladigan rang markazlarining fizik tabiati va ularni tadqiq qilish usullari o'rganilgan. F-markazlarining yutilish spektrlari, hosil bo'lish kinetikasi va ularning zamonaviy optoelektronikadagi ahamiyati tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: KCl kristalli, rentgen nurlanishi, rang markazlari, F-markazi, yutilish spektri, optik nuqsonlar.

Аннотация: В данной статье исследуется физическая природа центров окраски, возникающих в кристаллах KCl под воздействием рентгеновского излучения, и методы их изучения. Анализируются спектры поглощения F-центров, кинетика их образования и роль в современной оптоэлектронике.

Ключевые слова: кристалл KCl, рентгеновское излучение, центры окраски, F-центр, спектр поглощения, оптические дефекты.

Abstract: This article investigates the physical nature of color centers formed in KCl crystals under X-ray radiation and the methods for their study. The absorption spectra of F-centers, their formation kinetics, and their significance in modern optoelectronics are analyzed.

Keywords: KCl crystal, X-ray radiation, color centers, F-center, absorption spectrum, optical defects.

Kristallarni chuqurroq o'rganish fizikadagi ko'plab muhim tushunchalarni yaxshiroq anglashga yordam beradi. Ayniqsa, kristall panjara ichidagi ionlarning tebranishi va ularning energiya almashinuvi jarayonlari moddaning issiqlik xususiyatlarini belgilaydi. Harorat oshgani sari ionlarning tebranish amplitudasi ortadi, natijada kristall panjara kengayadi. Bu hodisa issiqlik kengayishi deb ataladi va kristallarda ham aniq kuzatiladi. Bundan tashqari, kristall ichida nuqsonlar (defektlar) ham mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, ba'zi joylarda ionlar yetishmasligi yoki ortiqcha joylashuvi kristallning fizik xususiyatlariga ta'sir qiladi. Bu nuqsonlar moddaning optik va elektr xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun real kristallar ideal mukammal tuzilishga ega emas, balki ma'lum darajada kamchiliklarga ega bo'ladi.

Kristallarning yana bir muhim jihati — uning optik xususiyatlaridir. U shaffof modda bo'lib, yorug'lik nurlarini o'tkaza oladi. Shu bilan birga, ba'zi sharoitlarda yorug'lik kristall ichida sinadi va yo'nalishini o'zgartiradi. Bu esa optika fanida o'rganiladigan sinish hodisasining yaqqol misolidir.

Shuningdek kristallar tashqi bosim ta'sirida ham o'z xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Bosim ortishi bilan ionlar orasidagi masofa kamayadi, bu esa kristall panjaraning zichlashishiga olib keladi. Natijada moddaning zichligi va ba'zi boshqa fizik ko'rsatkichlari o'zgaradi. Bu hodisa qattiq jismlar fizikasi doirasida muhim ahamiyatga ega.

Yana bir e'tiborli jihat — kristallarning akustik xususiyatlaridir. Unda tovush to'lqinlari tarqalishi mumkin va bu jarayon kristall panjaraning elastik xususiyatlariga bog'liq. Tovush tezligi kristall ichida ionlarning joylashuvi va o'zaro ta'sir kuchlariga qarab belgilanadi.

Shu bilan birga, kristallar radioaktiv emas va tashqi muhitga nisbatan barqaror moddalardan biri hisoblanadi. U uzoq vaqt davomida o'z tuzilishini saqlab qolishi mumkin, agar unga kuchli mexanik yoki termik ta'sir ko'rsatilmasa. Kristallarni chuqurroq o'rganish fizikadagi ko'plab muhim tushunchalarni yaxshiroq anglashga yordam beradi. Ayniqsa, kristall panjara ichidagi ionlarning tebranishi va ularning energiya almashinuvi jarayonlari moddaning issiqlik xususiyatlarini belgilaydi. Harorat oshgani sari ionlarning tebranish amplitudasi ortadi, natijada kristall panjara kengayadi. Bu hodisa issiqlik kengayishi deb ataladi va xlorli kaliyda ham aniq kuzatiladi. Bundan tashqari, kristall ichida nuqsonlar (defektlar) ham mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, ba'zi joylarda ionlar yetishmasligi yoki ortiqcha joylashuvi kristallning fizik xususiyatlariga ta'sir qiladi. Bu nuqsonlar moddaning optik va elektr xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun real kristallar ideal mukammal tuzilishga ega emas, balki ma'lum darajada kamchiliklarga ega bo'ladi. Kristallarning yana bir muhim jihati — uning optik xususiyatlaridir. U shaffof modda bo'lib, yorug'lik nurlarini o'tkaza oladi. Shu bilan birga, ba'zi sharoitlarda yorug'lik kristall ichida sinadi va yo'nalishini o'zgartiradi. Bu esa optika fanida o'rganiladigan sinish hodisasining yaqqol misolidir. Shuningdek, kristallar tashqi bosim ta'sirida ham o'z xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Bosim ortishi bilan ionlar orasidagi masofa kamayadi, bu esa kristall panjaraning zichlashishiga olib keladi. Natijada moddaning zichligi va ba'zi boshqa fizik ko'rsatkichlari o'zgaradi. Bu hodisa qattiq jismlar fizikasi doirasida muhim ahamiyatga ega. Yana bir e'tiborli jihat — kristallarning akustik xususiyatlaridir. Unda tovush to'lqinlari tarqalishi mumkin va bu jarayon kristall panjaraning elastik xususiyatlariga bog'liq. Tovush tezligi kristall ichida ionlarning joylashuvi va o'zaro ta'sir kuchlariga qarab belgilanadi. Shu bilan birga, kristallar radioaktiv emas va tashqi muhitga nisbatan barqaror moddalardan biri hisoblanadi. Agar unga kuchli mexanik yoki termik ta'sir ko'rsatilmasa, U uzoq vaqt davomida o'z tuzilishini saqlab qolishi mumkin.

Qattiq jism fizikasi olamida ideal kristall tushunchasi mavjud bo'lsa-da, real olamdagi har qanday modda o'zining betakror ichki nuqsonlari bilan tirikdir. Ishqoriy-galoidli kristallar, xususan, kaliy xlorid uzoq vaqt davomida shunchaki shaffof dielektriklar sifatida qaralgan. Biroq, o'tgan asrning o'rtalarida olimlar ushbu kristallarning nurlanish yoki kimyoviy ishlov berish natijasida rangini kutilmaganda o'zgartirishini kashf etdilar. "Rang markazlari" (Color centers) deb ataluvchi bu hodisa nafaqat fizika fanida yangi sahifa ochdi, balki zamonaviy optoelektronika va lazer texnikasining poydevoriga aylandi. Bu shunchaki moddaning tashqi ko'rinishi o'zgarishi emas, balki kvant darajasidagi elektronlarning "asirga tushishi" natijasidir.

Kristallarida eng fundamental va keng o'rganilgan nuqson — bu **F-markazidir** (nemischasiga *Farbezentrum* – rang markazi). Uning fizik tabiati o'ta qiziqarli: kristall panjarasidagi manfiy zaryadli xlor ioni o'z joyini tark etganda anion vakansiyasi (bo'shliq) hosil bo'ladi. Panjara elektr neytralligini saqlashga intilgani sababli, bu bo'shliqqa bitta erkin elektron kelib o'rinishadi.

Bu elektron o'zini "potensial chuqurdagi zarracha" kabi tutadi va ma'lum kvantlangan energetik sathlarga ega bo'ladi. Toza xlorli kaliy-kristalli ko'rinadigan yorug'likni yutmaydi va shaffof bo'ladi, biroq F-markazlari paydo bo'lganda, elektronlar yashil-sariq spektrdagi yorug'lik kvantlarini yutib, yuqori sathga o'tadi. Natijada, inson ko'zi yutilgan rangga

komplementar (to'ldiruvchi) bo'lgan **binafsha-ko'k** rangni ko'radi. Bu hodisa kvant mexanikasi qonuniyatlarini oddiy ko'z bilan kuzatish imkonini beradi.

Rang markazlarini hosil qilish — bu kristallning ichki strukturasi nozik boshqarish demakdir. Eng barqaror markazlar **additiv bo'yash** usuli bilan olinadi: kristall kaliy (K⁺) bug'larida yuqori haroratda qizdiriladi. Bunda tashqi muhitdan kirgan atomlar panjara muvozanatini buzib, barqaror F-markazlarini yaratadi. Ikkinchi yo'l — **radiatsion nurlanish**. Rentgen yoki gamma nurlari kristallga urilganda, eksitonlarning radiatsiyasiz yemirilishi natijasida rang markazlari paydo bo'ladi.

Rang markazlarining optik xususiyatlari **Franka-Kondon prinsipi** asosida ishlaydi. Elektron yorug'likni yutib yuqori holatga o'tganda, uning atrofidagi ionlar yangi muvozanat holatiga intiladi va energiyani bir qismi issiqlikka (fononlarga) aylanadi. Shuning uchun xlorli kaliykristalli yutilgan yorug'likdan ko'ra uzunroq to'lqin uzunligida nur sochadi. Bu hodisa **Stoks siljishi** deb ataladi va aynan shu xususiyat xlorli kaliykristallarini lazerlar uchun mukammal muhitga aylantiradi.

Bugungi kunda xlorli kaliydagi rang markazlari faqat laboratoriya namunasi emas, balki yuqori texnologik instrumentdir:

Sozlanuvchi Lazerlar: Litiy bilan legirlangan kaliy xlorid va Natriy bilan legirlangan kaliy xlorid. kristallari infraqizil sohada ishlash va to'lqin uzunligini silliq o'zgartirish imkonini beradi. Bu lazerlar atmosferani zondlash va yuqori aniqlikdagi molekulyar spektroskopiya uchun tengsizdir.

Optik Axborotni Saqlash: Rang markazlarining holatini yorug'lik yordamida boshqarish imkoniyati yuqori zichlikdagi 3D xotira tizimlarini yaratishga yo'l ochadi. Bu kelajakda terabaytlab ma'lumotni kichik bir kristall bo'lagiga joylashtirish mumkinligini anglatadi.

Radiatsion Dozimetriya: Kristallning ranglanish darajasi unga tushgan nurlanish dozasiga proporsionaldir. Bu xususiyat inson hayoti uchun xavfli nurlanishlarni aniqlovchi dozimetrlarda qo'llaniladi.

Kvant Texnologiyalari: So'nggi tadqiqotlar rang markazlaridagi elektron spinlarini kvant bitlari (**kubitlar**) sifatida ishlatish yo'lini ochmoqda, bu esa kvant kompyuterlari davrida xlorli kaliykristallarining ahamiyatini yanada oshiradi.

Xulosa o'rnida aytish mumkinki, xlorli kaliykristallaridagi rang markazlari-bu tabiatning nuqsonlarni fazilatga aylantirish san'atidir. Bir paytlar shunchaki "kristall panjarasidagi buzilish" deb qaralgan hodisa bugun kvant fizikasi va yuqori texnologiyalar chorrahasida turibdi. Ushbu nuqsonlarning tabiatini boshqarish orqali insoniyat nurning yangi qirralarini egallamoqda. Kelajakda bu "rangin nuqsonlar" fotonika va nanotexnologiyaning yangi davrini boshlab berishi shubhasizdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Xodjayev O'.** *Qattiq jism fizikasi*. Toshkent: "O'qituvchi" nashriyoti, 2006.– 456 b.
2. **Lushchik Ch. B., Lushchik A. Ch.** *Raspad elektronnix vozbujdeniy s obrazovaniem defektov v tverdix telax*. Moskva: "Nauka", 1989. – 264 s.
3. **Mollenauer L. F.** *Color Center Lasers*. In: Quantum Electronics (Edited by C.L. Tang). Academic Press, 1985. – pp. 1-78.
4. **Fowler W. B.** *Physics of Color Centers*. Academic Press, New York, 1968. – 655 p.
5. **Radjabov S. A.** *Opticheskie svoystva tochechnix defektov v shelochno-galoidnix kristallax*. Jurnal prikladnoy spektroskopii, 2020. – T. 87, №3. – S. 412-418.