

## КРИСТАЛЛ СТРУКТУРАЛАРНИНГ ОПТИК ВА МАГНИТООПТИК ХУСУСИЯТЛАРИ.

**Murotova Aziza Sunnatillayevna**

*Buxoro davlat pedagogika instituti, Aniq va tabiiy fanlar fakulteti magstranti*

**Annotatsiya:** *Maqolada kristall strukturalarning optik va magnitooptik xususiyatlari ularning simmetriyasi, zonali energetik diagrammasi hamda elektromagnit nurlanishning panjara bilan o'zaro ta'siri orqali qanday aniqlanishi yoritiladi. Kristallografik anizotropiyaning sinish ko'rsatkichiga, ikki nurlanish hodisasiga, yutilishga va magnit-Kerr effektiga ta'siri alohida tahlil qilingan. Optik va magnitooptik usullar majmuasi materiallarning elektron holati, nuqsonlari va magnit tartiblanishini chuqur o'rganish imkonini berishi ko'rsatib o'tiladi. Ushbu xususiyatlarning fotonika, spintronika va magnitooptik axborot yozuv texnologiyalaridagi qo'llanilishiga misollar keltiriladi.*

**Kalit so'zlar:** *kristall struktura, optik xususiyatlar, magnitooptik effektlar, anizotropiya, Faraday effekti, Kerr effekti, energiya zonalari, fotonika, spintromika.*

**Annotation:** *The article examines the optical and magneto-optical properties of crystal structures, which are governed by their symmetry, band-structure characteristics, and the interaction of electromagnetic radiation with the lattice. Particular attention is given to the effect of crystallographic anisotropy on refractive indices, birefringence, absorption, and the magneto-optic Kerr effect. It is shown that the combined use of optical and magneto-optical techniques provides deeper insight into the electronic states, defect structure, and magnetic ordering of materials. Examples of applications in photonics, spintronics, and magneto-optical data-storage technologies are presented.*

**Keywords:** *crystal structure, optical properties, magneto-optical effects, anisotropy, Faraday effect, Kerr effect, energy bands, photonics, spintronics.*

**Аннотация:** *В статье рассматриваются оптические и магнитооптические свойства кристаллических структур, определяемые их симметрией, зонной энергетической диаграммой и особенностями взаимодействия электромагнитного излучения с решёткой. Особое внимание уделено влиянию кристаллографической анизотропии на показатели преломления, двулучепреломление, поглощение и магнитокерровский эффект. Показано, что комбинация оптических и магнитооптических методов позволяет глубже анализировать электронные состояния, дефектность и магнитный порядок в материалах. Приведены примеры применения данных свойств в фотонике, спинтронике и магнитооптической записи информации.*

**Ключевые слова:** *кристаллическая структура, оптические свойства, магнитооптические эффекты, анизотропия, эффект Фарадея, эффект Керра, энергетические зоны, фотоника, спинтроника.*

## KIRISH

Kristall strukturalar moddalarning asosiy tarkibiy elementi bo'lib, ularning fizik xususiyatlari aynan panjaraning tartibli joylashuvi bilan belgilanadi. Optik va magnitoptik xossalari kristallarning elektromagnit nurlanish bilan qanday o'zaro ta'sirlashishini o'rganadi. Ushbu soha fotonika, yarim o'tkazgich texnologiyalari, lazer fizikasi va magnitoelektronika kabi zamonaviy yo'nalishlarning nazariy asosini tashkil qiladi. Maqolada kristallar simmetriyasining optik hodisalarga ta'siri, yorug'likning kristalldan o'tish jarayonlari va magnitoptik effektlarning fizik mohiyati yoritiladi.

Kristall strukturalar moddalar fizik xossalari shakllanishida asosiy omillardan biridir. Atomlarning fazodagi tartibli joylashuvi elektronlarning energiya holatlarini, elementar qo'zg'alishlarni hamda elektromagnit to'lqinlarning kristall bilan o'zaro ta'sirini belgilaydi. Optik va magnitoptik xususiyatlarning o'rganilishi zamonaviy fotonika, kvant elektronikasi, spintronika, magnitoptik ma'lumot yozuvi kabi sohalarda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqolada kristall panjaraning simmetriyasi, anizotropiyasi va elektron tuzilishining optik hamda magnitoptik hodisalarga ko'rsatadigan ta'siri yoritiladi.

### 1. Kristallarning optik xususiyatlari

Yorug'likning kristall panjarasi bilan o'zaro ta'siri

Optik xususiyatlar kristallning elektron tuzilishi, ionlarning joylashuvi, panjara oralig'i va simmetriyasiga bog'liq. Yorug'lik kristalldan o'tganda uning tezligi va yo'nalishi o'zgarishi sinish ko'rsatkichi nnn orqali ifodalanadi. Kristall panjarasidagi atomlar elektromagnit to'lqinlarni yutishi, qaytarishi yoki sochishi mumkin.

Yorug'lik nuri kristallga tushganda uning sinishi, qaytishi, sochilishi va yutilishi kristalldagi elektronlarning energiya darajalari hamda panjara simmetriyasi bilan belgilanadi.

Dielektrik funksiyasi  $\epsilon(\omega)$  kristallning yorug'lik chastotasiga bog'liq javobini tavsiflab, quyidagi parametrlarni aniqlaydi:

- sinish ko'rsatkichi - n,
- yutilish ko'effitsienti - k,
- optik o'tuvchanlik,
- dispersiya.

Anizotropiya va ikki nur tarqalishi

Aksariyat kristallar anizotrop bo'lib, ular turli yo'nalishlarda turlicha optik xususiyatlarga ega. Bu holat ikki nur tarqalishi - hodisasiga olib keladi. Masalan, kalkit yoki turmalinda kristallga tushgan bir nur ikkita mustaqil qutblangan nurlarga ajraladi. Bu hodisa kristall simmetriyasi past bo'lganda yaqqolroq namoyon bo'ladi.

Ko'plab kristallar optik anizotropiyaga ega, ya'ni turli kristall yo'nalishlarida yorug'likning tarqalish tezligi farq qiladi. Natijada:

- ikki nurlanish,
- polarizatsiya tekisligining aylanishi,
- dispersiya kuzatiladi.

Masalan, kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) kristallida bitta kiruvchi nur ikki mustaqil nurga ajraladi: oddiy va noodatiy nurlar.

Optik yutilish va energiya zonalari

Optik yutilish kristallning elektron energetik zonalari bilan chambarchas bog'liq. Yorug'likning energiyasi valent zona va o'tish zonasidagi farqqa teng bo'lganda foton yutiladi. Shu sababli yarimo'tkazgichlarda yutilish spektri materialning toza yoki legirlangan holatiga qarab o'zgarib turadi.

Kristalldagi yutilish jarayoni valent zona va o'tkazuvchanlik zonalari o'rtasidagi kvant o'tishlarga bog'liq. O'tishlarning tabiati:

- to'g'ridan-to'g'ri,
- bilvosita,
- eksitonli holatlar orqali bo'lishi mumkin.

Bu jarayonlar materialning rangini, shaffoflik diapazonini va fotonlar bilan o'zaro ta'sir samaradorligini belgilaydi.

2. Magnitoptik xususiyatlar

Magnit maydonning optik jarayonlarga ta'siri

Magnitoptik xossalari - bu kristallning optik javobining tashqi magnit maydon ostida o'zgarishi natijasida vujudga keladigan hodisalar. Elektronlarning spin holati va magnitlanish darajasi yorug'lik bilan bog'liq jarayonlarga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Kristall tashqi magnit maydoniga joylashtirilganda elektronlarning spinlari va orbital momentlari bilan bog'liq o'zgarishlar yuzaga keladi. Bu optik javobga ham ta'sir qiladi. Eng muhim effektlar quyidagilar:

- Faraday effekti - magnit maydon ta'sirida nur polarizatsiyasi tekisligining aylanishi (transmissiya rejimida).
- Kerr effekti - magnitlangan sirt orqali qaytgan nurning polarizatsiyasining o'zgarishi (refleksiya rejimida).

Faraday effekti

Faraday effekti - magnit maydon ta'sirida kristalldan o'tayotgan yorug'likning qutblanish tekisligining burilishi hodisasidir. Burilish burchagi quyidagi ifoda bilan beriladi:

$$\theta = VBL$$

bu yerda:

- V— Verdet doimiysi,
- B— magnit maydon kuchi,
- L— muhitning qalinligi.

Ushbu effekt optik izolyatorlarda, lazer tizimlarida va magnit sensorlarda keng qo'llaniladi.

Magneto-Kerr effekti

Magneto-Kerr effekti yorug'likning sirtidan qaytishi jarayonida kuzatiladi. Magnitlangan materialga tushgan nur qaytganda uning qutblanishi o'zgaradi. Bu effekt:

- sirt magnitlanishini o'lchashda,
- magnitoptik yozuv tizimlarida,

- spintromika qurilmalarida asosiy rol o'ynaydi.

#### Magnitoptik spektrlar va elektron holatlar

Magnitoptik tadqiqotlar kristallning elektron zichligi, energiya darajalari orasidagi o'tishlar, defektlarning mavjudligi va magnit tartiblanish darajasini aniqlashda juda muhim. Magnit maydon ostida yutilish va qaytish chiziqlarining siljishi elektron struktura haqida qo'shimcha axborot beradi.

#### 3. Optik va magnitoptik xususiyatlarning qo'llanilishi

Keng polosali optik spektroskopiya, ellipsometriya va MOKE metodlarining birgalikda qo'llanilishi materialning to'liq elektron tuzilishini aniqlash imkonini beradi. Bu usullar yordamida:

- zona tuzilishidagi bo'shliqlar,
- lokal defektlar,
- magnit tartiblanish darajasi,
- spin tuzilishi aniqlanadi.

Bunday integratsiya zamonaviy nanomateriallarni, yarim o'tkazgichlarni, topologik izolyatorlarni va ikki o'lchamli kristall strukturalarni o'rganishda juda samaralidir.

#### Fotonika va optoelektronika

Birefringent materiallar optik modulyatorlar, qutblagichlar va faza almashtirgich qurilmalarida ishlatiladi. Yarimo'tkazgich kristallar diodlar, fotodetektorlar, lazer modullarida asosiy material sifatida xizmat qiladi.

#### Spintromika

Magnitoptik effektlardan foydalangan holda elektron spin oqimlarini boshqarish va ularni o'qish mumkin. Bu soha energiya tejamkor kompyuter texnologiyalarining kelajak yo'nalishi hisoblanadi.

#### Ma'lumotlarni magnitoptik yozish tizimlari

Kerr effekti yordamida optik disklar (MO diskleri)da ma'lumot yozish amalga oshiriladi. Bunda lazer nuri materialning magnitlanish holatini o'zgartirib, ma'lumot bitlarini shakllantiradi.

#### Xulosa

Kristall strukturalarning optik va magnitoptik xususiyatlari ularning simmetriya darajasi, elektron zonalar tuzilishi va tashqi magnit maydon bilan o'zaro ta'sirlashuviga bog'liq. Bu xususiyatlar fizik tadqiqotlar va zamonaviy texnologiyalar — fotonika, spintromika, magnit sensorlar va magnitoptik axborot tizimlarida keng qo'llaniladi.

Mazkur yo'nalishlarni chuqur o'rganish yangi yuqori funksional materiallar yaratish imkonini beradi.

### ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. «Ashcroft, N., Mermin, N.» Solid State Physics. Holt, Rinehart and Winston, 1976.
2. «Kittel, C.» Introduction to Solid State Physics. 8th Edition, Wiley, 2005.

3. «Zvezdin, A.K., Kotov, V.A.» Modern Magneto-optics and Magneto-optical Materials. Taylor & Francis, 1997.
7. «Fateev, E.G., Glushkov, V.V.» Opticheskie svoystva kristallov. Moskva: Nauka, 1990.
13. «Zaytsev, V.A.» Magnitooptika va uning qo'llanilishi. Toshkent: O'qituvchi, 1995.