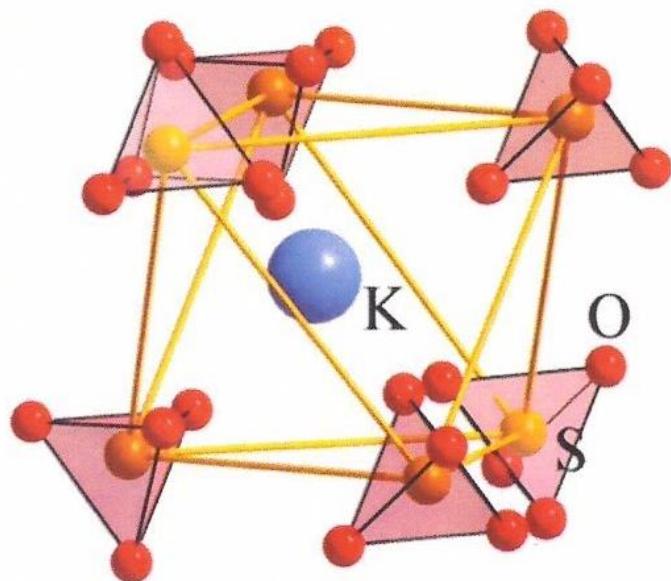


М. Я. Рудиш, П. А. Щепанський, В. Й. Стадник, Р. С. Брезвін

# ЗОННА СТРУКТУРА ТА РЕФРАКТИВНІ ПАРАМЕТРИ КРИСТАЛІВ З ІЗОТРОПНОЮ ТОЧКОЮ



Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**ЗОННА СТРУКТУРА  
ТА РЕФРАКТИВНІ ПАРАМЕТРИ  
КРИСТАЛІВ З ІЗОТРОПНОЮ ТОЧКОЮ**

МОНОГРАФІЯ

ЛЬВІВ  
2022

УДК [538.911:535.5]:543.428.4

334

Автори : Рудиш М. Я., Щепанський П. А., Стадник В. Й., Брезвін Р. С.

Рецензенти:

д-р фіз.-мат. наук, проф. I. Д. Столлярчук

(Дрогобицький педагогічний університет імені Івана Франка);

д-р фіз.-мат. наук, проф. Г. Л. Мирончук

(Волинський національний університет імені Лесі Українки);

д-р фіз.-мат. наук, проф. A. M. Коструба

(Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького)

*Рекомендовано Вченою радою*

*Львівського національного університету імені Івана Франка*

(Протокол № 21/11 від 3 листопада 2021 р.)

334

**Зонна структура та рефрактивні параметри кристалів з ізотропною точкою : монографія / [М. Я. Рудиш, П. А. Щепанський, В. Й. Стадник, Р. С. Брезвін]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. – 264 с.**

ISBN 978-617-10-0717-8

У монографії наведено першопринципні розрахунки зонно-енергетичної структури та густини електронних станів, а також результати експериментального та теоретичного дослідження дисперсійних залежностей рефрактивних параметрів низки діелектричних кристалів групи  $\text{ABSO}_4$  (де A, B = Li, Na, K,  $\text{NH}_4$ ) з ізотропною точкою. Вирішується проблема встановлення впливу заміщення структурних елементів на оптичні та електронні властивості кристалів, а також досліджується вплив катіонного заміщення та зовнішніх полів на оптико-електронні параметри кристалів групи  $\text{ABSO}_4$  з ізотропною точкою. Проведено кореляційний аналіз між структурою, рефрактивними параметрами та зонно-енергетичною структурою кристалів групи  $\text{ABSO}_4$ . Вивчено вплив часткового ізоморфного заміщення  $\text{Rb}^+ \rightarrow (\text{NH}_4)^+$   $\rightarrow \text{Na}^+ \rightarrow \text{K}^+$  на зонно-енергетичну структуру кристалів.

Для магістрів, науковців у галузі фізики твердого тіла, кристалооптики, спектроскопії кристалів, прикладної фізики, фіzikів-теоретиків.

УДК [538.911:535.5]:543.428.4

ISBN 978-617-10-0717-8

© Рудиш М. Я., Щепанський П. А.,  
Стадник В. Й., Брезвін Р. С., 2022

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2022

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>Розділ 1. БУДОВА ТА РЕФРАКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ КРИСТАЛІВ З ІЗОТРОПНОЮ ТОЧКОЮ ГРУПИ ABSO<sub>4</sub> .....</b>	<b>11</b>
1.1. Явище інверсії знака двопроменезаломлення.....	11
1.1.1. Загальні положення.....	11
1.1.2. Ізотропна точка в напівпровідникових кристалах.....	16
1.1.3. Ізотропна точка та структурні особливості в діелектричних кристалах групи ABSO <sub>4</sub> .....	20
1.2. Структура кристалів групи ABSO <sub>4</sub> .....	31
1.2.1. Кристали LiNaSO <sub>4</sub> .....	31
1.2.2. Кристали LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> α-модифікації.....	33
1.2.3. Кристали LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> β-модифікацій.....	36
1.3. Утворення кристалів α- та β-модифікацій (α→β перетворення) .....	40
1.4. Структурні зміни в системі твердого розчину сульфат калій-амонію (КАС).....	45
1.5. Фізичні властивості кристалів сульфат літій-амонію (ЛАС).....	48
1.6. Оптичні властивості кристалів групи ABSO <sub>4</sub> .....	54
1.6.1. Кристали LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	54
1.6.2. Кристали LiNaSO <sub>4</sub> .....	69
Результати та висновки до розділу 1.....	72

<b>Розділ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРИСТАЛІВ.....</b>	73
2.1. Вирошування та орієнтація кристалів.....	73
2.2. Вимірювання дисперсії та температурних змін показника заломлення.....	77
2.3. Методика вимірювання двопроменезаломлення кристалів.....	79
2.4. Дослідження температурної залежності кута між оптичними осями.....	83
2.5. Методика дослідження п'єзооптичного ефекту.....	84
2.6. Метод розрахунку зонно-енергетичної структури та густини електронних станів.....	88
2.7. Дослідження кристалічної структури кристалів.....	95
2.8. Методика дослідження Х-променевих фотоелектронних та Х-променевих емісійних спектрів кристалів.....	96
Результати та висновки до розділу 2.....	99

<b>Розділ 3. РЕФРАКТИВНІ ПАРАМЕТРИ ТА СТРУКТУРА МЕХАНІЧНО ВІЛЬНИХ КРИСТАЛІВ ГРУПИ ABSO<sub>4</sub>.....</b>	100
3.1. Структурний аналіз синтезованих кристалів.....	100
3.1.1. Кристали LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> α- та β-модифікацій.....	101
3.1.2. Кристали K <sub>1,75</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>0,25</sub> SO <sub>4</sub> .....	109
3.1.3. Кристали LiNaSO <sub>4</sub> .....	112
3.2. Дисперсійні залежності показника заломлення кристалів.....	116
3.2.1. Кристали LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	116
3.2.2. Кристали K <sub>1,75</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>0,25</sub> SO <sub>4</sub> .....	122
3.2.3. Кристали LiNaSO <sub>4</sub> .....	123

3.3. Двопроменезаломлюючі властивості кристалів LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	125
3.4. Кут між оптичними осями та температурно-спектральна діаграма ізотропного стану кристалів LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> α-модифікації.....	129
3.5. Двопроменезаломлюючі властивості кристалів K <sub>1,75</sub> [NH <sub>4</sub> ] <sub>0,25</sub> SO <sub>4</sub> .....	133
3.6. Двопроменезаломлюючі властивості кристалів LiNaSO <sub>4</sub> .....	138
Результати та висновки до розділу 3 .....	142

<b>Розділ 4. ВПЛИВ ОДНОВІСНИХ ТИСКІВ НА РЕФРАКТИВНІ ПАРАМЕТРИ КРИСТАЛІВ ГРУПИ ABSO<sub>4</sub>.....</b>	144
4.1. Баричні зміни двопроменезаломлення кристалів K <sub>1,75</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>0,25</sub> SO <sub>4</sub> .....	144
4.2. Двопроменезаломлюючі властивості кристалів LiNaSO <sub>4</sub> в умовах одновісних тисків.....	151
4.3. Баричні зміни двопроменезаломлення кристалів LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	153
4.4. П'єзооптичні властивості кристалів K <sub>1,75</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>0,25</sub> SO <sub>4</sub> .....	159
4.5. П'єзооптичні властивості кристалів LiNaSO <sub>4</sub> .....	162
4.6. П'єзооптичні властивості кристалів LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	163
4.7. Вплив одновісних тисків на інфрачервоні спектри кристалів α-LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	172
Результати та висновки до розділу 4 .....	181

<b>Розділ 5. ЗОННО-ЕНЕРГЕТИЧНА СТРУКТУРА ТА ОПТИЧНІ СПЕКТРИ КРИСТАЛІВ ГРУПИ ABSO<sub>4</sub>.....</b>	183
5.1. Зонно-енергетична структура та оптичні властивості кристалів α-LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	183
5.2. Зонно-енергетична структура та оптичні властивості кристалів β-LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .....	197
5.3. X-променеві фотоелектронні та X-променеві емісійні спектри кристалів LiNH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> α-модифікації.....	204

5.4. X-променеві фотоелектронні та X-променеві емісійні спектри кристалів $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$ $\beta$ -модифікації.....	210
5.5. Зонно-енергетична структура та оптичні спектри кристалів $\text{K}_{1,75}[\text{NH}_4]_{0,25}\text{SO}_4$ .....	213
5.6. Зонно-енергетична структура та оптичні спектри кристалів $\text{LiNaSO}_4$ .....	210
5.7. Кореляційний аналіз оптико-електронних параметрів кристалів групи $\text{ABSO}_4$ .....	220
Результати та висновки до розділу 5.....	237
<b>ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ.....</b>	<b>239</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>242</b>