

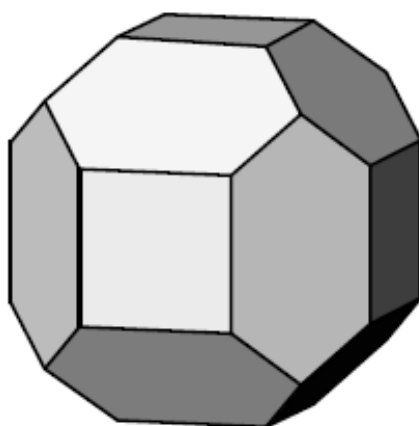
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра хімії та технологій

О. М. Строк

КРИСТАЛОХІМІЯ

Методичні вказівки до лабораторного практикуму

Частина I



Луцьк – 2020

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 2 від 21 жовтня 2020 р.)

Рецензенти:

Гулай Л. Д., завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки, д.х.н., професор;

Шемет В. Я., доцент кафедри Луцького національного технічного університету, к. х. н., доцент.

О. М. Строк

М 54 Кристалохімія: Метод. вказівки до лабораторного практикуму. Частина І. Видання третє, перероблене, доповнене / Оксана Мар'янівна Строк. – Луцьк, 2020. – 28 с.

Методичний посібник містить план лабораторного практикуму, опис виконання лабораторних робіт, список рекомендованої літератури, додатки, в яких наводяться таблиця видів симетрії кристалічних многогранників, елементарних комірок кристалів усіх сингоній, рисунки простих форм кристалічних многогранників. До кожної теми подано питання та вправи для самопідготовки, сформульовано мету роботи. Видання третє, перероблене, доповнене.

Для студентів II курсу підготовки бакалавра, галузей знань – 10 «Природничі науки» та 01 «Освіта», спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 «Хімія», за освітньою програмою «Хімія», викладачів та лаборантів, які проводять лабораторні заняття.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
План проходження лабораторного практикуму	5
<u>Лабораторна робота 1.</u> Елементи симетрії кристалічних многогранників	6
<u>Лабораторна робота № 2.</u> Закони додавання елементів симетрії кристалічних многогранників	7
<u>Лабораторна робота № 3.</u> Побудова кристалографічних проєкцій	9
<u>Лабораторна робота № 4.</u> Прості форми кристалічних многогранників. Повний опис кристалічного многогранника нижчої та середньої категорії. Комбінації простих форм нижчої та середньої категорій	12
<u>Лабораторна робота № 5.</u> Прості форми кристалічних многогранників. Повний опис кристалічного многогранника вищої категорії. Комбінації простих форм вищої категорії	15
<u>Список рекомендованої літератури</u>	16
<u>Додаток А.</u> Види симетрії кристалічних многогранників	17
<u>Додаток Б.</u> Розподіл 14 комірок Браве за сингоніями	18
<u>Додаток В.</u> Прості форми кристалічних многогранників	20

Пояснювальна записка

За своїм змістом навчальна дисципліна „Кристалохімія”, що читається студентам II-го курсу хімічного факультету, підготовки бакалавра, галузей знань – 10 «Природничі науки» та 01 «Освіта», спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 «Хімія», за освітньою програмою «Хімія», передбачає вивчення симетрії зовнішніх форм та внутрішньої будови речовин, основних відомостей про кристалічну будову простих і складних речовин. Сприяє поглибленню теоретичних знань з хімії шляхом більш детального вивчення закономірностей будови кристалічних тіл і є ключем до вивчення основ методів дослідження таких речовин.

Згідно з навчальним планом, на її вивчення відводиться 54 аудиторні години: 26 год. лекційних, 28 год. лабораторних. Форма контролю – залік. Практикум укладено відповідно до сучасного розвитку хімічної науки і державних вимог до підготовки бакалаврів-хіміків.

Організація лабораторної роботи повинна сприяти розвитку хімічного мислення, просторової уяви, формувати розуміння атомної будови кристалічних тіл, її взаємозв'язок із зовнішньою огранкою кристалів тощо. Мета роботи – навчитись виявляти елементи симетрії на моделях кристалічних многогранників, будувати стереографічні проєкції елементів симетрії та гномостереографічні проєкції граней. До кожної теми наведено низку запитань, відповідаючи на які студент зможе якісно засвоїти матеріал. Вони розраховані на самостійну роботу студента, яка є невід'ємною частиною навчального процесу. У кінці методичного посібника список літератури для самостійної роботи та додатки, у яких наводяться види симетрії кристалічних многогранників, типи комірок Браве та прості форми кристалічних многогранників.

Пропущені лабораторні заняття повинні бути відпрацьовані. Відпрацювання їх проводиться у позаурочний час у присутності викладача за раніше узгодженим графіком.

План
проходження лабораторного практикуму
з кристалохімії
для студентів 2-го курсу факультету хімії, екології та фармації

№ заняття	Теми лабораторних робіт	К-ть годин
1.	Елементи симетрії кристалічних многогранників	4
2.	Закони додавання елементів симетрії кристалічних многогранників	2
3.	Побудова кристалографічних проєкцій	4
4.	Повний опис кристалічного многогранника. Прості форми кристалічних многогранників нижчої та середньої категорій. Комбінації простих форм	2
5.	Повний опис кристалічного многогранника. Прості форми кристалічних многогранників вищої категорії. Комбінації простих форм	4
<i>Модульна контрольна робота № 1</i>		

Лабораторна робота №1

Тема: Елементи симетрії кристалічних многогранників

Мета роботи: вивчити елементи симетрії кристалічних многогранників, навчитись експериментально визначати їх на моделях кристалів та записувати формули симетрії кристалічних многогранників.

1. План лабораторної роботи

1. Одержати для дослідження моделі кристалічних многогранників.
2. Виявлення елементів симетрії кристалічних многогранників:
 - визначити наявність центра симетрії;
 - визначити наявність та порядок поворотних осей симетрії;
 - знайти наявні площини симетрії та вказати їх кількість.
3. Виявлення інверсійних осей симетрії.
4. Запис формули симетрії (символікою Браве, символікою Шенфліса).

2. Питання для самопідготовки

1. Що називають кристалічним многогранником?
2. Основні ознаки кристалічного стану.
3. Якими перетвореннями досягається самосуміщення фігури?
4. Що називається центром симетрії кристалічного многогранника?
5. Що називається площиною симетрії?
6. Що називається віссю симетрії, порядком осі, елементарним кутом повороту?
7. Чим відрізняються інверсійні та дзеркально-поворотні осі симетрії між собою та від поворотних осей симетрії?

8. Які інверсійні осі симетрії включають в себе центр симетрії, площину?
9. Що називається формулою симетрії кристалічного многогранника?
10. Які правила запису формули симетрії кристалічного многогранника?
11. Чи правильні такі формули симетрії: L_33L_23PC , $3L_22P$, L_33L_24P , L_66P . Доведіть своє твердження.
12. Які осі симетрії наявні у: а) кулі; б) круглому столі з чотирма ніжками; в) сірниковій коробці?
13. Визначити формули симетрії молекул: а) H_2O (кутова молекула); б) NH_3 (пірамідальна); в) C_2H_4 (плоска); г) SF_6 (октаедрична)?
14. Визначте формули симетрії плоских молекул: а) вода (кутова); б) карбон діоксид (лінійна); в) етилен (плоска); г) бензен (плоска).
15. Визначте формули симетрії молекул: а) NH_3 (тригонально-пірамідальна); б) SF_6 (октаедрична); в) BrF_5 (тетрагонально-пірамідальна); г) $SbCl_5$ (тригонально-біпірамідальна).
16. Визначте формули симетрії молекул: а) H_2O (кутова молекула); б) CH_4 (тетраедрична); в) BCl_3 (плоска трикутна); г) $C_6H_4Cl_2$ (плоска).
17. Визначте формули симетрії молекул: а) дифеніл ($(C_6H_5)_2$, плоска); б) нафталін ($C_{10}H_8$, плоска); в) боратна кислота (H_3BO_3 , плоска); г) XeO_2F_4 (тетрагональна біпіраміда).
18. Визначте формули симетрії молекул чи іонів: а) катіон $(Mo_6Cl_8)^{4+}$ (октаедр з атомів молібдену, напроти кожної грані якого розміщені атоми хлору); б) хлористий метил (CH_3Cl); в) транс-дихлоретан (CH_2Cl-CH_2Cl); г) аніон гексахлороплатинату ($[PtCl_6]^{2-}$).
19. Визначте формули симетрії таких об'ємних тіл: а) метелика; б) овального стола; в) шестигранного олівця; г) дволопатевого пропелера.
20. Визначте формули симетрії таких об'ємних тіл: а) прямокутного стола; б) трилопатевого пропелера; в) цеглини; г) кімнати з двома вікнами в центрах двох протилежних стін за відсутності дверей.

21. Визначте формули симетрії таких об'ємних тіл: а) квадратного стола; б) тригранного олівця; в) табуретки; г) будинка з двома вікнами в центрах двох протилежних стін та дверима посередині іншої стіни.

Лабораторна робота № 2

Тема: Закони додавання елементів симетрії кристалічних многогранників

Мета роботи: навчитись визначати елементи симетрії кристалічних многогранників, користуючись теоремами додавання елементів симетрії.

1. План лабораторної роботи:

1. Знаходження елементів симетрії на моделях кристалічних многогранників і аналіз теорем додавання елементів симетрії.
2. Запис формули симетрії кристалічного многогранника символікою Браве та Шенфліса.

2. Питання для самопідготовки:

1. Сформулюйте теорему 1 про взаємодію площин симетрії та обернену до неї. Доведіть її.
2. Сформулюйте теорему Ейлера, теорему 2 про взаємодію двох осей симетрії другого порядку та обернену до неї. Доведіть її.
3. Сформулюйте теорему 3 про взаємодію площини симетрії та осі 2-го порядку, обернену до неї, окремий випадок теореми 3 та наслідок з неї.
4. Якщо у кристалічному многограннику виявлено площину та центр симетрії, де слід шукати похідну вісь? Якого порядку вона може бути?

5. Дві осі 2-го порядку симетрії перетинаються під кутом 45° . Виведіть похідні елементи симетрії, вкажіть формулу симетрії. Як зміниться формула симетрії, якщо до неї додати центр симетрії?
6. Вісь 2-го порядку перетинається під кутом 60° з площиною симетрії. Використавши теореми додавання елементів симетрії, виведіть даний вид симетрії.
7. Дві площини симетрії перетинаються під кутом 30° . Фігура містить центр інверсії. Виведіть всю сукупність елементів симетрії многогранника, користуючись теоремами додавання елементів симетрії.
8. Вісь 2-го порядку перетинається під кутом 60° з площиною симетрії. Використавши теореми додавання елементів симетрії, виведіть даний вид симетрії.
9. Вісь L_4 перпендикулярна до L_2 і до площини симетрії P . Застосовуючи теореми, визначте повну сукупність елементів симетрії.
10. Дві осі 2-го порядку симетрії перетинаються під кутом 45° . Виведіть похідні елементи симетрії, вкажіть формулу симетрії. Як зміниться формула симетрії, якщо до неї додати центр симетрії?
11. Дві площини симетрії перетинаються під кутом 30° . Фігура містить центр інверсії. Виведіть усю сукупність елементів симетрії многогранника, користуючись теоремами додавання елементів симетрії. Яким простим формам кристалічних многогранників притаманний такий вид симетрії?
12. Дві осі 2-го порядку перетинаються під кутом 60° . Де слід шукати рівнодіючу вісь? Якого порядку вона буде? Запишіть формулу симетрії, яка одержиться при їх взаємодії та вкажіть назви простих форм кристалічних многогранників, для яких вона характерна.
13. Вісь 2-го порядку перетинається під кутом 60° з площиною симетрії. Використавши теореми додавання елементів симетрії, виведіть даний вид симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких він характерний.
14. Многогранник містить 7 площин симетрії та центр симетрії. Дві сусідні площини перетинаються під кутом 30° . Користуючись теоремами

додавання елементів симетрії, виведіть усю формулу симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких вона характерна.

15. Многогранник містить 5 площин симетрії, дві сусідні з яких перетинаються під кутом 45° , та центр симетрії. Користуючись теоремами додавання елементів симетрії, виведіть усю формулу симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких вона характерна.

16. Многогранник містить 3 взаємно-перпендикулярні площини симетрії та центр симетрії. Користуючись теоремами додавання елементів симетрії, виведіть усю формулу симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких вона характерна.

17. Дві осі 2-го порядку перетинаються під кутом 30° . Де слід шукати рівнодіючу вісь? Якого порядку вона буде? Запишіть формулу симетрії, яка одержиться при їх взаємодії та вкажіть назви простих форм кристалічних многогранників, для яких вона характерна. Як зміниться формула симетрії, якщо до неї додати центр інверсії?

18. Дві площини симетрії перетинаються під кутом 45° . Фігура містить центр інверсії. Виведіть усю сукупність елементів симетрії многогранника, користуючись теоремами додавання елементів симетрії. Яким простим формам кристалічних многогранників притаманний такий вид симетрії?

19. Дві осі 2-го порядку перетинаються під кутом 45° . Де слід шукати рівнодіючу вісь? Якого порядку вона буде? Запишіть формулу симетрії, яка одержиться при їх взаємодії та вкажіть назви простих форм кристалічних многогранників, для яких вона характерна. Як зміниться формула симетрії, якщо до неї додати центр інверсії?

20. Вісь 2-го порядку перетинається під кутом 45° з площиною симетрії. Використавши теореми додавання елементів симетрії, виведіть даний вид симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких він характерний.

21. Вісь 2-го порядку перетинається під кутом 30° з площиною симетрії. Використавши теореми додавання елементів симетрії, виведіть даний вид симетрії та вкажіть назви простих форм, для яких він характерний.

22. Дві площини симетрії перетинаються під кутом 60° . Фігура містить центр інверсії. Виведіть усю сукупність елементів симетрії многогранника, користуючись теоремами додавання елементів симетрії. Яким простим формам кристалічних многогранників притаманний такий вид симетрії?

Лабораторна робота № 3

Тема: Побудова кристалографічних проєкцій

Мета роботи: навчитись зображати стереографічну проєкцію елементів симетрії та гномостереографічну проєкцію граней кристалічного многогранника.

1. План лабораторної роботи:

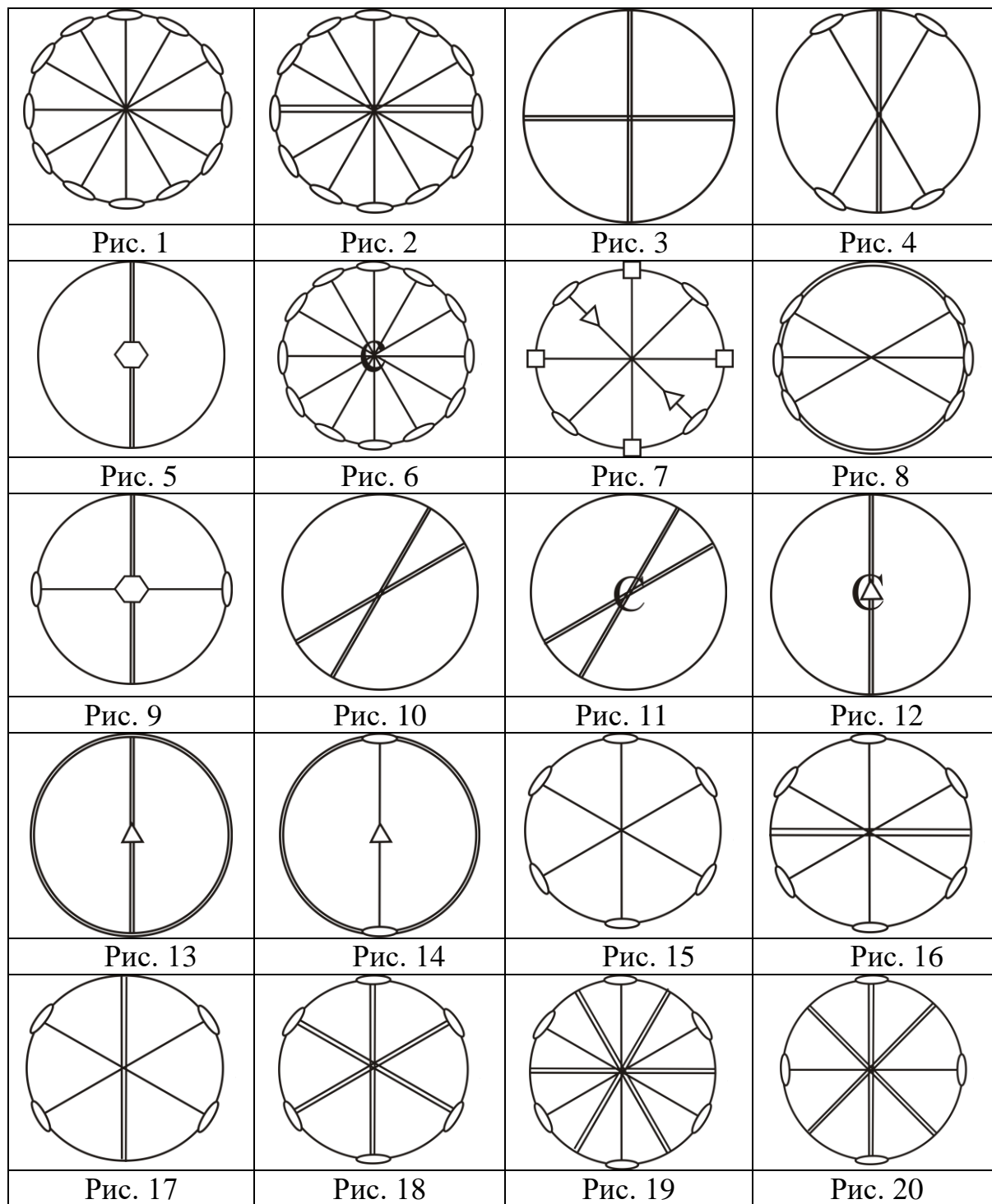
1. Визначити формулу симетрії кристалічного многогранника, сингонію, категорію.
2. Вибрати установка кристалу відповідно категорії та сингонії, до яких він належить.
3. Побудувати стереографічну проєкцію елементів симетрії многогранника.
4. Нанести гномостереографічну проєкцію граней кристалічного многогранника на вже існуючу стереографічну проєкцію елементів симетрії.

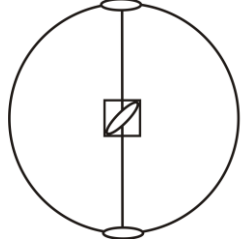
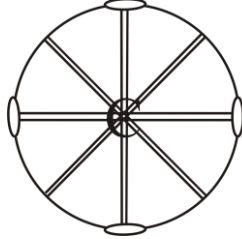
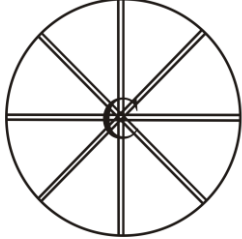
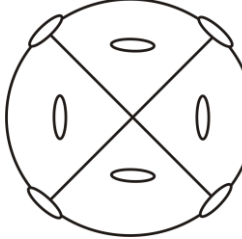
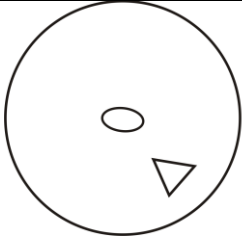
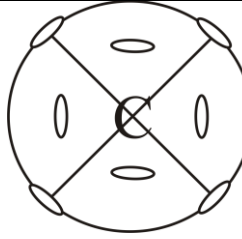
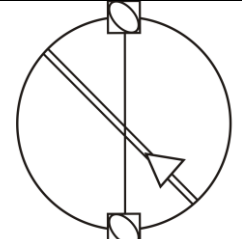
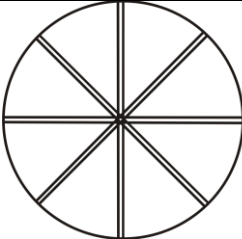
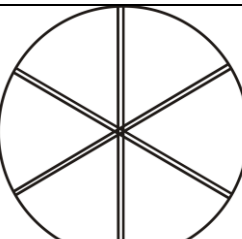
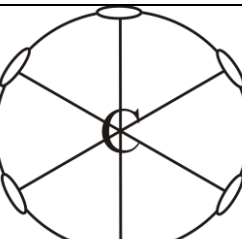
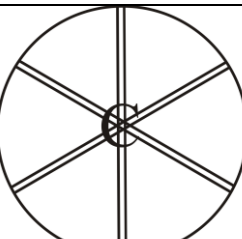
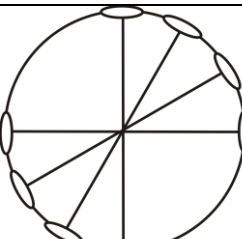
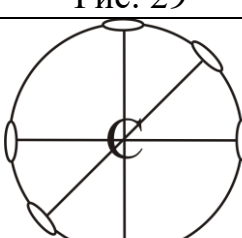
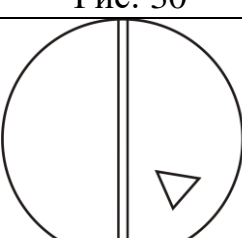
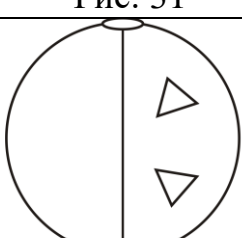
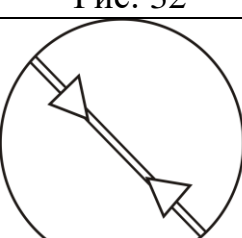
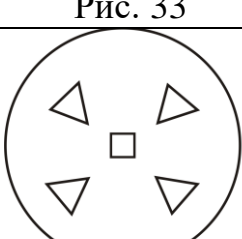
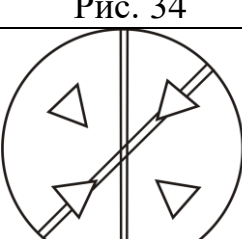
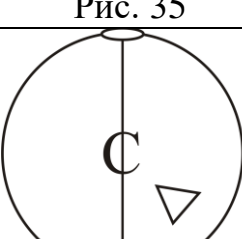
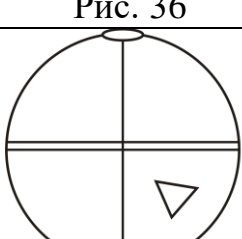
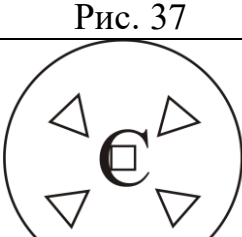
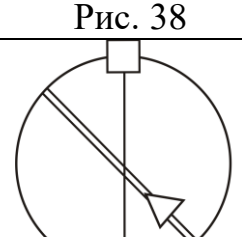
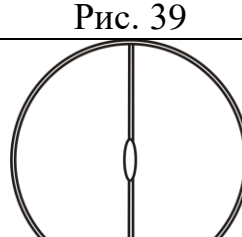
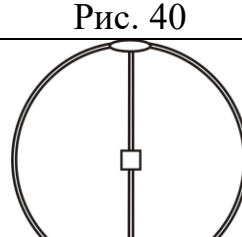
3. Питання для самопідготовки:

1. Назвіть принцип побудови стереографічної проєкції. Яке її призначення?

2. Де знаходяться проєкції вертикальних, горизонтальних та похилих осей симетрії? Як вони позначаються на стереографічній проєкції?
3. Де знаходяться проєкції горизонтальної, вертикальних і похилих площин симетрії?
4. В чому полягає принцип побудови гномостереографічної проєкції граней кристалічного многогранника?
5. Де розташовані гномостереографічні проєкції вертикальної, горизонтальної та похилої граней кристала?
6. Як відрізнити на гномостереографічній проєкції верхні грані від нижніх?
7. Що називають видом симетрії кристалічних многогранників?
8. Як класифікують види симетрії за наявними елементами, за типом головної осі?
9. Що називають сингонією? Які сингонії відомі? Назвати їх.
10. Що таке категорія? За якою ознакою сингонії об'єднують в категорії?
11. Вказати параметри елементарних паралелепіпедів кристалів, що належать до сингоній нижчої категорії.
12. Вказати параметри елементарних паралелепіпедів кристалів сингоній середньої категорії.
13. Вказати параметри елементарних паралелепіпедів кристалів, що належать до сингоній вищої категорії.
14. Що називають установкою кристалів? Якою є установка кристалів кубічної сингонії?
15. Що називають установкою кристалів? Яка установка кристалів середньої категорії?
16. Що називають установкою кристалів? Якою є установка кристалів нижчої категорії?

17. За допомогою теорем додавання елементів симетрії кристалічних многогранників домалювати проєкції точкових груп і позначити їх символами Браве (рис. 1–44).



			
Рис. 21	Рис. 22	Рис. 23	Рис. 24
			
Рис. 25	Рис. 26	Рис. 27	Рис. 28
			
Рис. 29	Рис. 30	Рис. 31	Рис. 32
			
Рис. 33	Рис. 34	Рис. 35	Рис. 36
			
Рис. 37	Рис. 38	Рис. 39	Рис. 40
			
Рис. 41	Рис. 42	Рис. 43	Рис. 44

Лабораторна робота № 4

Тема: Прості форми кристалічних многогранників. Повний опис кристалічного многогранника нижчої та середньої категорії.

Комбінації простих форм

Мета роботи: визначити формулу симетрії, сингонію, категорію і вид кристалічного многогранника; навчитись визначати прості форми та їх комбінації; побудувати стереографічну проекцію елементів симетрії та гномостереографічну проекцію граней многогранника; навчитись називати многогранники за назвами простих форм.

1. План лабораторної роботи:

1. Визначення елементів симетрії, запис формули симетрії.
2. Визначення сингонії та категорії.
3. Визначення ступеня виду симетрії.
4. Визначення одиничних напрямків та їх розташування. Вибір установки кристалічного многогранника.
5. Зображення установки кристалу на стереографічній проекції (кристалографічних осей).
6. Побудова стереографічної проекції елементів симетрії.
7. Побудова гномостереографічної проекції граней кристалічного многогранника на стереографічній проекції.
8. Підрахунок кількості простих форм, наявних у даному кристалічному многограннику.
9. Назва простих форм.
10. Позначення простих форм на проекції правильними системами точок.
11. Підрозділ простих форм на загальні та окремі.

2. Питання для самопідготовки:

1. Які напрямки у кристалі називають одиничними, а які симетрично-рівними?
2. Що називається видом або точковою групою симетрії?
3. Які комбінації елементів симетрії беруть для виводу видів симетрії з одиничними напрямками?
4. Які осі вищого порядку можуть бути одночасно наявні у кристалі?
5. Яку сукупність осей приймають за примітивний ступінь у кристалах без одиничних напрямків?
6. У чому полягає принцип виводу видів симетрії?
7. Що називають сингонією? Які сингонії відомі?
8. Що таке категорія? За якою ознакою сингонії об'єднують в категорії?
9. Що таке кристалографічні системи координат? Скільки їх?
10. Що називається простою формою?
11. Які прості форми називаються загальними, окремими?
12. Які прості форми належать до нижчої, середньої категорій?
13. Чи можуть прості форми переходити з однієї категорії в іншу? Якщо так, то які?
14. Які відомі тетраедри, призми, піраміди?
15. Чи можуть належати до ромбічної сингонії тетрагональна призма, піраміда, дипіраміда? Чому?
16. Чи може призма мати вісім та дванадцять однакових граней?
17. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії моноклінної сингонії.
18. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії ромбічної сингонії.

19. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії тетрагональної сингонії.
20. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії гексагональної сингонії.
21. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для аксіального виду симетрії ромбічної сингонії.
22. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для аксіального виду симетрії тригональної сингонії.
23. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для аксіального виду симетрії тетрагональної сингонії.
24. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для аксіального виду симетрії гексагональної сингонії.
25. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії тригональної сингонії.
26. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планального виду симетрії ромбічної сингонії.
27. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планального виду симетрії тригональної сингонії.
28. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планального виду симетрії тетрагональної сингонії.

29. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планального виду симетрії гексагональної сингонії.
30. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для інверсійно-планального виду симетрії тригональної сингонії.
31. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для інверсійно-планального виду симетрії тетрагональної сингонії.
32. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для інверсійно-планального виду симетрії гексагональної сингонії.
33. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для центрального виду симетрії тетрагональної сингонії.
34. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для центрального виду симетрії гексагональної сингонії.

Лабораторна робота № 5

Тема: Прості форми кристалічних многогранників.

Повний опис кристалічного многогранника вищої категорії.

Комбінації простих форм

Мета роботи: визначити формулу симетрії, сингонію, категорію і вид кристалічного многогранника; навчитись визначати прості форми та їх комбінації; побудувати стереографічну проекцію елементів симетрії та

гномостереографічну проекцію граней многогранника; навчитись називати многогранники за назвами простих форм.

1. План лабораторної роботи:

1. Визначення елементів симетрії, запис формули симетрії.
2. Визначення сингонії та категорії.
3. Визначення ступеня виду симетрії.
4. Визначення одиничних напрямків та їх розташування. Вибір установки кристалічного многогранника.
5. Побудова стереографічної проекції елементів симетрії кристалічного многогранника.
6. Побудова гномостереографічної проекції граней кристалічного многогранника на стереографічній проекції..
7. Підрахунок кількості простих форм, наявних у даному кристалічному многограннику.
8. Назва простих форм.
9. Позначення простих форм на проекції правильними системами точок.
10. Підрозділ простих форм на загальні та окремі.

2. Питання для самопідготовки:

1. Що називають сингонією? Які сингонії відомі?
2. Що таке категорія? За якою ознакою сингонії об'єднують в категорії?
3. Що таке кристалографічні системи координат? Скільки їх?
4. Що називається простою формою?
5. Які прості форми називаються загальними, окремими?

6. Які прості форми належать до вищої категорії?
7. Як формуються назви простих форм вищої категорії? Чи може призма мати дванадцять однакових граней?
8. Чи можуть зустрічатись у кристалах кубічної сингонії тетрагональна призма, моноедр, пінакоїд? Чому?
9. Які відомі дванадцятигранники вищої категорії?
10. Вкажіть всі прості форми, що складаються з 12, 24, 48 граней?
11. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планаксіального виду симетрії кубічної сингонії.
12. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для аксіального виду симетрії кубічної сингонії.
13. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для планального виду симетрії кубічної сингонії.
14. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для центрального виду симетрії кубічної сингонії.
15. Поняття про вивід простих форм на стереографічній проекції. Виведіть усі можливі прості форми для примітивного виду симетрії кубічної сингонії.

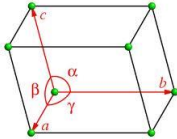
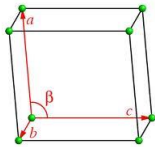
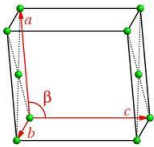
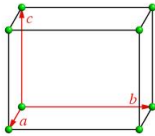
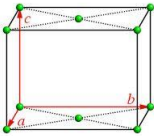
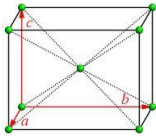
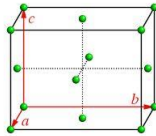
Список рекомендованої літератури

1. Бокий Г.Б. Кристаллохимия / Г.Б. Бокий. – М.: Наука, 1971. – 400с.
2. Попов Г.М. Кристаллография / Г.М. Попов, І.І. Шафрановський. – Вид. Львів. ун-ту, 1959. – 338с.
3. Шаскольская М.П. Кристаллография / М.П. Шаскольская. – М.: Высш. шк., 1976. – 391с.
4. Шевченко Л.Л. Кристаллохімія / Л.Л. Шевченко. – К.: Вища шк., 1993. – 174с.
5. Ворошилов Ю.В. Основы кристаллографии и кристаллохимии. Рентгенография кристаллов: Учебник / Ю.В. Ворошилов, В.И. Павлишин. – К.: КНТ, 2011. – 568с.
6. Зиман З.З. Основы структурної кристаллографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / З.З. Зиман. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 212с.
7. Зоркий П.М. Симметрия молекул и кристаллических структур / П.М. Зоркий. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 232с.
8. Костов И. Кристаллография / И. Костов. – М.: Мир, 1965. – 516с.
9. Кребс Г. Основы кристаллографии неорганических соединений / Г. Кребс. – М.: Мир, 1971. – 304с.
10. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников / Б.Ф. Ормонт. – М.: Высш. шк., 1982. – 528с.
11. Парте Е. Елементи неорганічної структурної хімії / Е. Парте. – Львів: Світ, 1993. – 104с.
12. Пирсон У. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. Ч.І., Ч. ІІ. / У. Пирсон. – М.: Мир, 1971. – 471с.
13. Сколоздра О.Є. Кристаллографія, кристаллохімія і мінералогія. – Луцьк: ЛДТУ, 1999. – 76с.
14. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия / В.С. Урусов. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 275с.

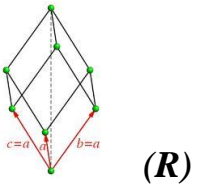
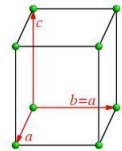
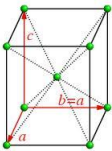
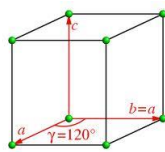
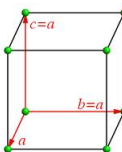
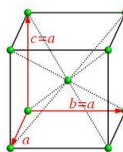
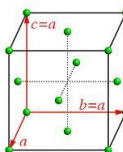
Додаток А
Види симетрії кристалічних многогранників

Категорії	Сингонії	Ступені видів симетрії						
		<i>приміт ивний</i>	<i>центрально- ний</i>	<i>аксіальний</i>	<i>планальний</i>	<i>план- аксіальний</i>	<i>інверсійно- примітивни й</i>	<i>інверсійно- планальний</i>
Нижча	<i>Триклінна</i>	L_1	C	(L_2)	(P)	(L_2PC)		
	<i>Моноклінна</i>	L_2	L_2PC		P			
	<i>Ромбічна</i>			$3L_2$	L_22P	$3L_23PC$		
Середня	<i>Тригональна</i>	L_3	$(L\bar{3}C)$	L_33L_2	L_33P	$(L\bar{3}3L_23PC)$	$L\bar{3}C$	$L\bar{3}3L_23PC$
	<i>Тетрагональна</i>	L_4	L_4PC	L_44L_2	L_44P	L_44L_25PC	$L\bar{4} \rightarrow L_2$	$L\bar{4} (\rightarrow L_2) 2L_22P$
	<i>Гексагональна</i>	L_6	L_6PC	L_66L_2	L_66P	L_66L_27PC	$L\bar{6} \equiv L_3P(\perp)$	$L\bar{6} 3L_23P \equiv \equiv L_33L_24P$
Вища	<i>Кубічна</i>	$4L_33L_2$	$4L_33L_23PC$	$3L_44L_36L_2$	$4L_33L_26P$	$3L_44L_36L_29PC$		

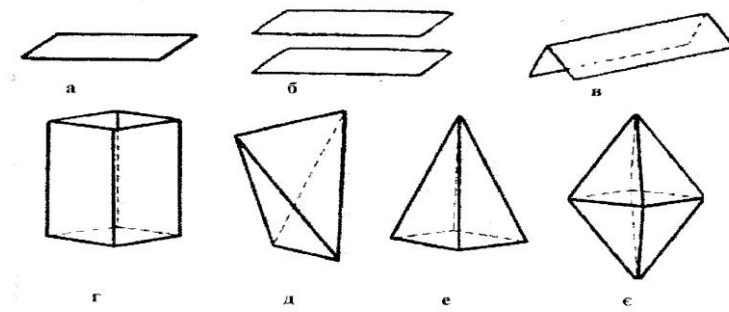
Додаток Б
Розподіл 14 комірок Браве за сингоніями

<i>Сингонія</i>	<i>Тип комірки</i>			
	<i>Примітивна (P)</i>	<i>Базоцентрована (C, A, B)</i>	<i>Об'ємноцентрована (I)</i>	<i>Гранецентрована (F)</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Триклінна</i>		—	—	—
<i>Моноклінна</i>			—	—
<i>Ромбічна</i>				

Продовження додатку Б

1	2	3	4	5
<p><i>Тригональна (Ромбоедрична)</i></p>		<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
<p><i>Тетрагональна</i></p>		<p>—</p>		<p>—</p>
<p><i>Гексагональна (Тригональна)</i></p>		<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
<p><i>Кубічна</i></p>		<p>—</p>		

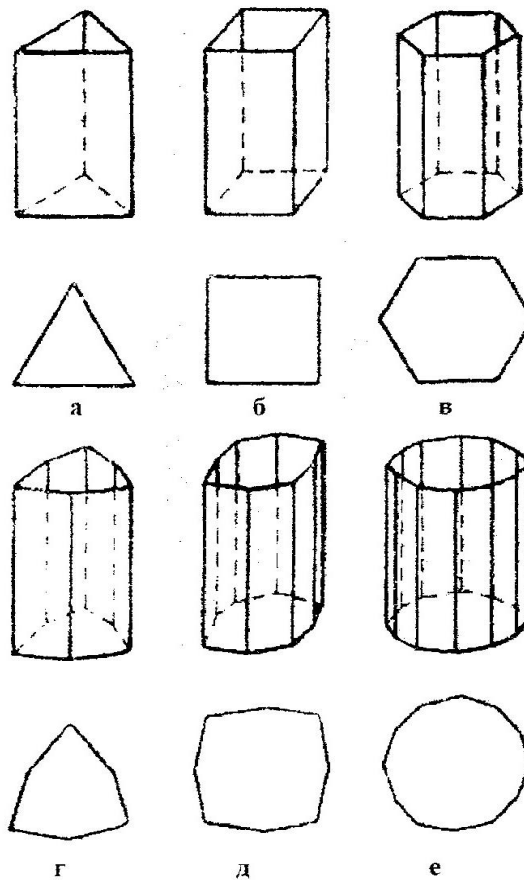
Прості форми нижчої категорії:



а) моноедр; б) пінакоїд; в) діедр; г) ромбічна призма;
 д) ромбічний тетраедр; е) ромбічна піраміда; е) ромбічна дипіраміда.

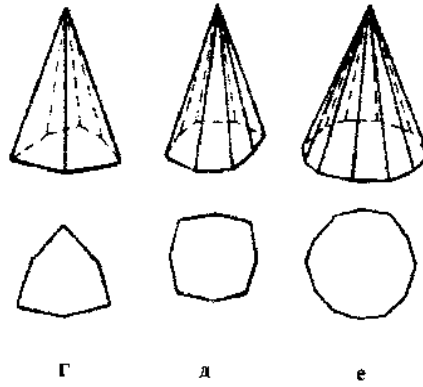
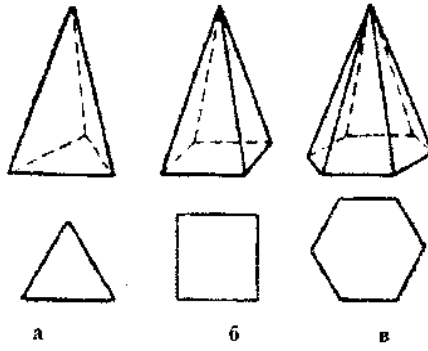
Прості форми середньої категорії.

Серія призм:

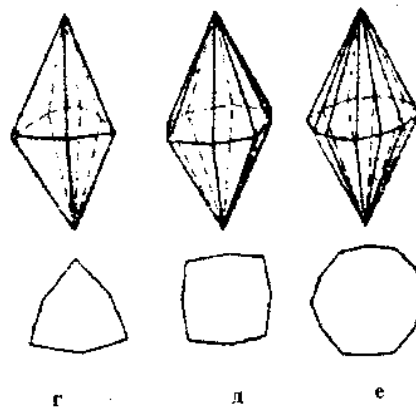
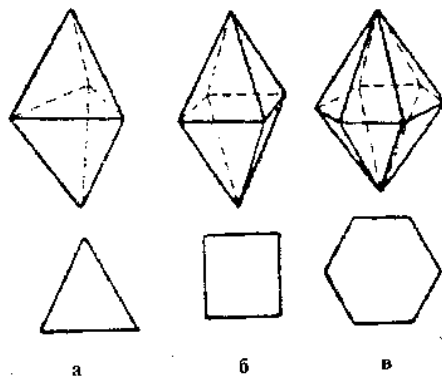


а) тригональна;
 б) тетрагональна;
 в) гексагональна;
 г) дитригональна;
 д) дитетрагональна;
 е) дигексагональна.

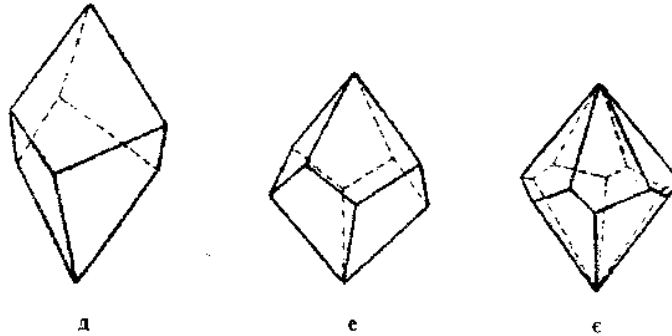
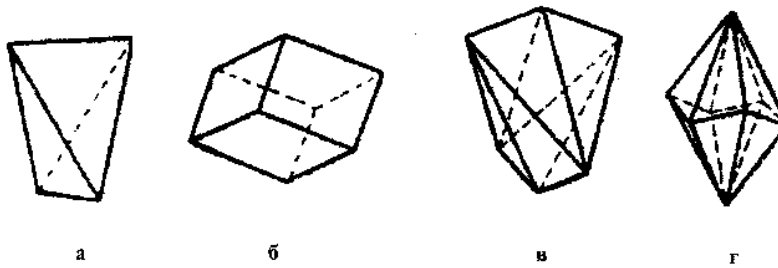
Серія пірамід:



Серія дипірамід:

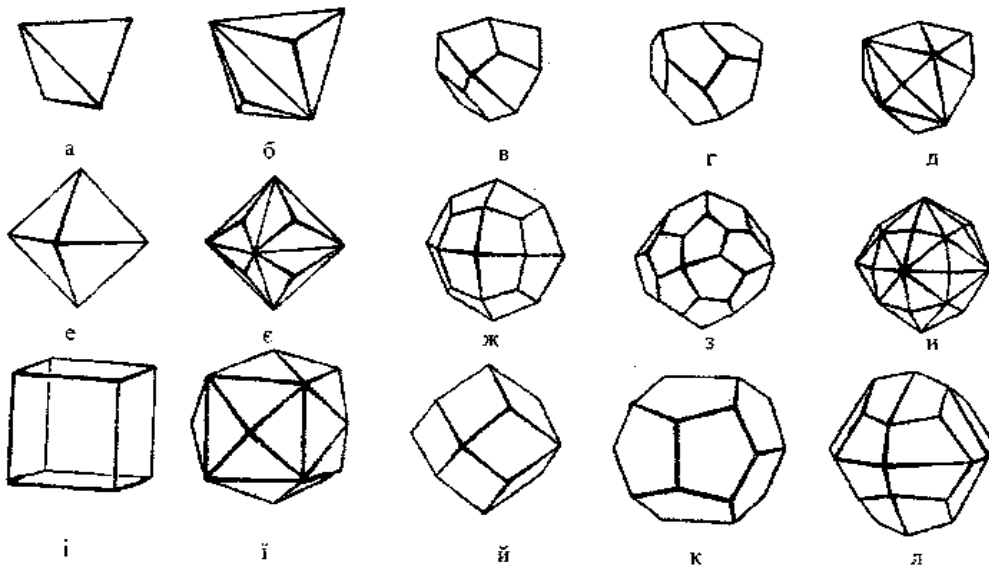


*а) тригональна; б) тетрагональна; в) гексагональна;
г) дитригональна; д) дитетрагональна; е) дигексагональна.*



- а) *тетрагональний тетраедр*; б) *ромбоедр*;
 в) *тетрагональний скаленоедр*; г) *тригональний скаленоедр*;
 д) *тригональний трапецоєдр*; е) *тетрагональний трапецоєдр*;
 є) *гексагональний трапецоєдр*.

Прості форми вищої категорії:



- а) *кубічний тетраедр*; б) *тригонтриетраєдр*;
 в) *тетрагонтриетраєдр*; г) *пентагонтриетраєдр*;
 д) *гексатетраєдр*; е) *октаєдр*; є) *тригонтриоктаєдр*;
 ж) *тетрагонтриоктаєдр*; з) *пентагонтриоктаєдр*;
 и) *гексоктаєдр*; і) *гексаєдр*; ї) *тетрагексаєдр*;
 й) *ромбододаєдр*; к) *пентагондодаєдр*; л) *дидодаєдр*.

Навчально-методичне видання

Оксана Мар'янівна Строк

Кристалохімія

Методичні вказівки до лабораторного практикуму

Частина I

Друкується в авторській редакції