



АТОМНО-КРИСТАЛІЧНА БУДОВА МЕТАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво і будівництво</i>
Спеціальність	<i>G 10 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: лекцій – 44 год; лабораторних занять – 16 год; самостійна робота студента – 60 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к. т. н., доцентка, Бірюкович Ліна Олегівна, linabiruk@ukr.net , 0501979102 Практичні: к. т. н., доцентка, Бірюкович Ліна Олегівна, linabiruk@ukr.net , 0501979102
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/1/c/MTQ5OTI1MTE3NTg5</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

У техніці народжуються і швидко розвиваються нові області, які цілком базуються на використанні своєрідних властивостей кристалів. Це призвело до появи промисловості вирощування кристалів, яка є по суті промисловістю створення матеріалів із заданими властивостями. Створювати нові матеріали або вдосконалювати вже існуючі означає сприяти розвитку науково-технічного прогресу!

В дисципліні вивчатимуться особливості структури кристичних тіл та її взаємозв'язок із зовнішньою формою кристалів, вплив на неї явищ і процесів, які властиві кристалам, і металевим кристалам зокрема, завдяки яким їх застосування у техніці розширюється з кожним роком.

Атомно-кристалічна будова металів

Засвоєні знання дозволять розуміти як структурні фактори і хімічний зв'язок впливають на формвання властивостей металів.

120 годин обсягу дисципліни "Атомно-кристалічна будова металів" включають 44 годин лекційних занять, 16 годин лабораторних занять і 60 годин СРС.

Метою дисципліни є підсилення у студентів фахових компетентностей спеціальності таких як:

- Здатність здійснювати аналітичний опис ідеальних кристалічних структур.
- Здатність розуміти вплив дефектів кристалічної структури металів на їх властивості.

Предмет дисципліни "Атомно-кристалічна будова металів" є основні закономірності внутрішньої будови ідеальних кристалічних тіл та вплив дефектів кристалічної структури на структурно-чутливі властивості металів.

Програмні результати навчання:

- Знання основних закономірностей внутрішньої будови кристалічних тіл та основ кристалохімії.
- Знання основних видів дефектів і їх вплив на кристалічну будову металів.
- Уміти застосовувати аналітичні методи опису кристалічної структури ідеальних кристалів.
- Розуміння впливу кристалохімічних явищ та дефектів на кристалічну будову металів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни "Атомно-кристалічна будова металів":

- Фізика
- Хімія

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Атомно-кристалічна будова металів» необхідні для поглибленого вивчення таких нормативних дисциплін як:

- Теорія металургійних процесів
- Теоретичні основи ливарного виробництва
- Нові матеріали

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання.

Розділ 1. Симетрія та структура ідеальних кристалів.

Тема 1.1. Взаємозв'язок зовнішньої і внутрішньої будови кристалічних тіл.

Тема 1.2. Метод кристалографічного індексування

Тема. 1.3. Симетрія – основна властивість кристалічних тіл

Тема. 1.4. Основні закони кристалографії

Розділ 2. Основи кристалохімії.

Тема 2.1. Основні поняття кристалохімії.

Тема 2.2. Граничні типи хімічного зв'язку.

Тема 2.3. Основні категорії кристалохімії.

Атомно-кристалічна будова металів

Розділ 3. Вплив дефектів на властивості металів.

Тема 3.1. Класифікація дефектів.

Тема 3.2. Вплив дефектів на структурно-чутливі властивості металів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові:

1. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство / Л. О. Бірюкович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.832 Кбайт). – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25313>.
2. Кристалохімія тугоплавких сполук [Електронний ресурс]: лаб. практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавр за освіт. програмою "Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів" спец. 132 "Матеріалознавство" / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. О. Бірюкович, Т. О. Соловійова. – 2-ге видання, перероб. і доп. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 92 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/19318b35-3a8a-4f42-a790-e9c52b599d1b/content>.
3. Програмне забезпечення для виконання практичних робіт за дистанційної та змішаної форми навчання CrysX-3d-Viewer: <https://www.bragitoff.com/crysx-3d-viewer>.

Додаткові:

1. Структура і властивості металів [Електронний курс]: конспект лекцій для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» (освітня програма "Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання") / серія "Педагогічне надбання: Л. Н. Ларіков."; укладачі: Сидоренко С. І., Волошко С. М.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,98 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 329 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37764>.
2. Куровець М. І. Кристалографія і мінералогія [Текст] / М. І. Куровець. – Львів: Світ, 1996. – 236 с.

Електронні ресурси:

1. Materials Explorer [Electronic resource] // The Materials Project is powered by open-source software of Berkeley Lab. – Mode of access: <https://materialsproject.org/materials>.

Зазначені базові навчальні матеріали і ресурси є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет. Додаткові навчальні матеріали надаються для ознайомлення і глибшого розуміння предмету вивчення дисципліни.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Заняття 1. Вступ. Організація очного, дистанційного, змішаного навчання. Рейтингова система оцінювання.

Розділ 1. Симетрія та структура ідеальних кристалів.

Атомно-кристалічна будова металів

Тема 1.1. Взаємозв'язок зовнішньої і внутрішньої будови кристалічних тіл.

Заняття 2. Кристали та кристалічні речовини.

Найважливіші макроскопічні властивості кристалів. Закономірності розміщення частинок у твердих тілах. Комірки Браве.

Тема 1.2. Метод кристалографічного індексування

Заняття 3. Метод кристалографічного індексування.

Кристалографічні системи координат. Символи вузлів. Базис елементарної комірки. Символи рядів. Символи площин.

Заняття 4. Продовження. Метод кристалографічного індексування.

Кристалографічні системи координат. Символи вузлів. Базис елементарної комірки. Символи рядів. Символи площин.

Тема 1.3. Симетрія – основна властивість кристалічних тіл

Заняття 5. Елементи симетрії кристалічних структур.

Центр симетрії. Площини симетрії: дзеркального та ковзкого відображення. Осі симетрії: поворотні, інверсійні та гвинтові. Теорема сполучення елементів кристалічних структур. Правильні системи точок.

Заняття 6. Продовження. Елементи симетрії кристалічних структур.

Центр симетрії. Площини симетрії: дзеркального та ковзкого відображення. Осі симетрії: поворотні, інверсійні та гвинтові. Міжнародні символи просторових груп симетрії. Правильні системи точок.

Заняття 7. Продовження. Елементи симетрії кристалічних структур.

Центр симетрії. Площини симетрії: дзеркального та ковзкого відображення. Осі симетрії: поворотні, інверсійні та гвинтові. Міжнародні символи просторових груп симетрії. Правильні системи точок.

Тема 1.4. Основні закони кристалографії

Заняття 8. Закон цілих чисел (закон Гаюї). Закон Браве. Закон сталості кутів.

Заняття 9. Модульна контрольна робота.

Розділ 2. Основи кристалохімії.

Тема 2.1. Основні поняття кристалохімії.

Заняття 10. Поняття ефективного радіусу. Координаційні числа та координаційні многогранники. Число структурних одиниць. Число формульних одиниць. Структурний тип.

Заняття 11. Продовження. Поняття ефективного радіусу. Координаційні числа та координаційні многогранники. Число структурних одиниць. Число формульних одиниць. Структурний тип.

Тема 2.2. Граничні типи хімічного зв'язку.

Заняття 12. Металевий зв'язок. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-ваальсовий. Побудова

Атомно-кристалічна будова металів

структур за допомогою координаційних многогранників (поліедрів). Класифікація структур. Щільність упаковки частинок в структурах. Типи порожнин, їх співвідношення.

Заняття 13. Продовження. *Металевий зв'язок. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-ваальсовий. Побудова структур за допомогою координаційних многогранників (поліедрів). Класифікація структур. Щільність упаковки частинок в структурах. Типи порожнин, їх співвідношення.*

Заняття 14. Продовження. *Металевий зв'язок. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-ваальсовий. Побудова структур за допомогою координаційних многогранників (поліедрів). Класифікація структур. Щільність упаковки частинок в структурах. Типи порожнин, їх співвідношення.*

Тема 2.3. Основні категорії кристалохімії.

Заняття 15. *Морфотропія. Поліморфізм. Фазові переходи першого та другого роду. Політипія. Ізоморфізм.*

Заняття 16. Продовження. *Морфотропія. Поліморфізм. Фазові переходи першого та другого роду. Політипія. Ізоморфізм.*

Розділ 3. Вплив дефектів на властивості металів.

Тема 3.1. Класифікація дефектів.

Заняття 17. *Класифікація дефектів. Класифікація властивостей металів за ступенем їх структурної чутливості. Класифікація дефектів структури металів. Нульвимірні дефекти. Одновимірні дефекти. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти.*

Заняття 18. Продовження. *Класифікація дефектів. Класифікація властивостей металів за ступенем їх структурної чутливості. Класифікація дефектів структури металів. Нульвимірні дефекти. Одновимірні дефекти. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти.*

Заняття 19. Продовження. *Класифікація дефектів. Класифікація властивостей металів за ступенем їх структурної чутливості. Класифікація дефектів структури металів. Нульвимірні дефекти. Одновимірні дефекти. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти.*

Тема 3.2. Вплив дефектів на структурно-чутливі властивості металів.

Заняття 20. *Електронна провідність та дефектність металів. Оптичні властивості. Механічні властивості. Механізми зміцнення: деформаційне зміцнення металів; вплив легування на структуру і властивості; вплив поліморфного перетворення на структуру і властивості; зміна структури і властивостей внаслідок упорядкування твердих розчинів.*

Заняття 21. Продовження. *Електронна провідність та дефектність металів. Оптичні властивості. Механічні властивості. Механізми зміцнення: деформаційне зміцнення металів; вплив легування на структуру і властивості; вплив поліморфного перетворення на структуру і властивості; зміна структури і властивостей внаслідок упорядкування твердих розчинів.*

Заняття 22. Продовження. *Електронна провідність та дефектність металів. Оптичні властивості. Механічні властивості. Механізми зміцнення: деформаційне зміцнення металів; вплив*

Атомно-кристалічна будова металів

легування на структуру і властивості; вплив поліморфного перетворення на структуру і властивості; зміна структури і властивостей внаслідок упорядкування твердих розчинів.

Лабораторні заняття

Для проведення лабораторних занять у режимі очного навчання використовуються наочні моделі кристалічних ґраток базових структурних типів, таких як α -Fe, γ -Fe, Zn(Mg), алмаз, графіт, ZnS-сфалерит, ZnS- вюрцит, Cu_2O , CaF_2 , NaCl, CsCl, CaTiO_2 , MgAl_2O_4 . Під час проведення лабораторних занять у дистанційному режимі для візуалізації кристалічних структур програмне забезпечення CrysX-3d-Viewer або моделі сайту The Materials Project.

Заняття 1. Лабораторна робота №1. Елементарні комірки Браве.

Заняття 2. Лабораторна робота №2. Елементи симетрії кристалічних структур.

Заняття 3. Продовження. Лабораторна робота №2. Елементи симетрії кристалічних структур.

Заняття 4. Лабораторна робота №3. Просторові групи симетрії кристалічних структур.

Заняття 5. Лабораторна робота №4. Правильні системи точок кристалічних структур.

Заняття 6. Лабораторна робота №5. Опис елементарної комірки кристалічної структури.

Заняття 7. Лабораторна робота №6. Рентгенівська густина та ретикулярна щільність кристалічних структур.

Заняття 8. Продовження. Лабораторна робота №6. Рентгенівська густина та ретикулярна щільність кристалічних структур.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (60 годин.) складається з:

- підготовки до лекцій – 38 год;
- підготовки до лабораторних робіт, яка полягає у написанні протоколу – 12 год;
- підготовки до модульної контрольної роботи – 4 год;
- підготовки до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять.

Відвідування лекційних занять є бажаним, хоча і не обов'язковим. Відвідування лекційних занять дозволить студентам не тільки опанувати теоретичні знання непосредно на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції, отримати приклади практичного застосування теоретичних знань на моделях кристалічних структур. Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.

Правила поведінки на заняттях.

На усіх заняттях, лекційних і лабораторних, вітається відключення звукових сигналів телефонів. Під час проведення очних лабораторних занять в спеціалізованій аудиторії №209-9 корпусу студенти допомагають викладачу зняти необхідні для проведення заняття наочні моделі кристалічних структур із полиць. На лабораторних заняттях не забороняється

Атомно-кристалічна будова металів

користування конспектами лекцій, підручниками, електронними гаджетами для пошуку інформації, що відповідає темі лабораторного заняття.

Умовою допуску до виконання лабораторної роботи є наявність у студента написаного протоколу.

За очного навчання перевірка правильності виконання завдань і підсумок кількості виконаних моделей проводиться викладачем безпосередньо на занятті.

За дистанційної форми навчання перевірка правильності виконання завдання здійснюється під час заняття дистанційно із використанням Telegram чату. Для підведення підсумку оформлену за усіма вимогами лабораторну роботу студенти завантажують до GoogleClassRoom "Атомно-кристалічна будова металів". Перевірка здійснюється упродовж тижня після заняття за відповідною темою.

Перескладання модульної контрольної роботи проводиться за взаємною домовленістю студентів і викладача.

Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" відповідно до графіку перескладань оприлюдненому на сайті НН ІМЗ ім. Є. О. Патона.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю:

- Поточний контроль: лабораторні роботи, модульна контрольна робота (МКР).
- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
- Семестровий контроль: залік.

Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Семестрова оцінка формується як середня із суми оцінок за усі види робіт, що виконуються упродовж семестру:

$$O_{\text{семестр}} = \frac{\sum_{1-6} O_{\text{ЛР}} + O_{\text{МКР}}}{7}.$$

Критерії нарахування балів.

Лабораторні роботи.

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати протокол, який складається із:

- номера;
- назви;
- мети;
- теоретичних відомостей, до яких включають основні визначання та умовні позначення;

Атомно-кристалічна будова металів

- *порядок виконання.*

За наявності протоколу кожна лабораторна робота оцінюється за кількістю самостійно виконаних завдань на занятті. Позитивна оцінка складає 60–100 балів.

Кількість завдань визначається в залежності від складності теми лабораторної роботи та кількості годин, що відводяться на виконання роботи і оголошується викладачем на початку заняття.

Штрафні бали призначаються за:

- *відсутність протоколу – 10 балів;*
- *протокол, що не відповідає вимогам – 5 балів;*
- *несамостійна робота на лабораторному занятті – 5 балів.*

Модульна контрольна робота.

На проведення і перевірку роботи відводиться 2 академічні години. Студенти за очної форми навчання отримують 1 модель кристалічної структури, для якої здійснюють аналітичний опис та визначають наявні елементи симетрії.

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до індивідуального завдання у GoogleClassRoom. Приклад наведено у Додатку А.

Кожна невірно визначена сингонія, тип комірки Браве, ч.с.о., ч.ф.о. та елемент симетрії та/або їх кількість знімається 2 бали.

Позитивна оцінка за МКР складає 60–100 балів.

Календарний контроль.

Календарний контроль (КК) проводиться на 7 та 13 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно завдання з лабораторних робіт №1–2 виконати щонайменше на 50 %. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно завдання з лабораторних робіт №3–4 та МКР виконати щонайменше на 50 %.

Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт на 60–100 балів та написання модульної контрольної роботи на 60–100 балів.

Студенти, середня оцінка яких за завдання, що виконувались упродовж семестру склала не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

*Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку **попередній рейтинг студента скасовується** і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.*

Атомно-кристалічна будова металів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Залікова контрольна робота проводиться письмово. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.

Залікова контрольна робота складається зі 100 тестових питань [1] у вигляді Google Form, правильна відповідь на кожне з яких оцінюється в 1 бал. Приклад ЗКР наведено у Додатку Б.

Позитивна оцінка за ЗКР складає 60–100 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".*
- *Студенти можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доценткою кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к. т. н., доценткою, Бірюкович Ліною Олегівною

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол №8 від 18 лютого 2026 р.)

кафедрою ливарного виробництва (протокол №7 від 19 лютого 2026 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 2/26 від 20 лютого 2026 р.)

Приклад завдання модульної контрольної роботи

МКР. Магній

УВАГА!
 1. Для відсутніх позицій у завданнях, записувати слово "немає" з маленької букви або ставити відмітки у стовбці із цим словом. Наприклад: відсутні атоми неметалу, відсутні певні елементи симетрії або їх умовні позначення.
 2. Між цифрами, арифметичними знаками і буквами пробіли НЕ ставити.

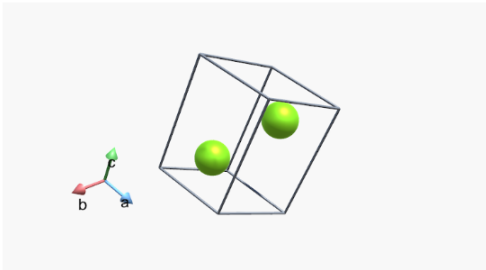
Ім'я, електронну адресу й фото з вашого облікового запису Google буде записано, коли ви завантажите файли та надішлете цю форму

Зірочка (*) указує, що запитання обов'язкове

Електронна пошта *

Указати в мій відповіді електронну адресу tinbir-iff@ill.kpi.ua

Структура



Визначити сингонію

триклінна
 моноклінна
 ромбічна
 тригональна
 гексагональна
 тетрагональна
 кубічна

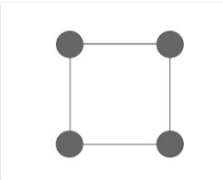
Визначити тип комірки Браве

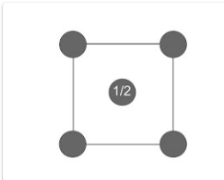
примітивна
 гранецентрована
 базоцентрована А
 базоцентрована В
 базоцентрована С
 об'ємцентрована

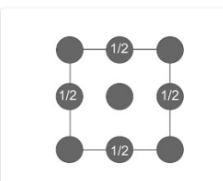
Скільки сортів атомів у комірці?

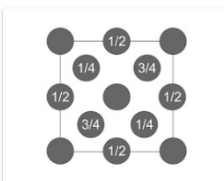
1
 4
 3
 2

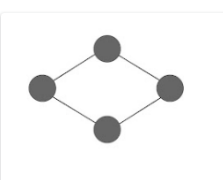
Обрати проєкцію атомів, що утворюють комірку

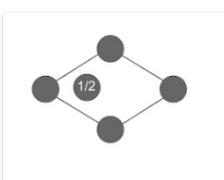
Варіант 1 

Варіант 2 

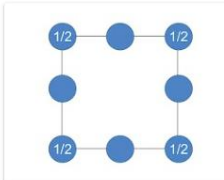
Варіант 3 

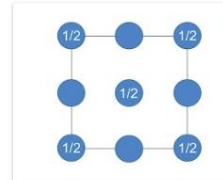
Варіант 4 


Варіант 5 


Варіант 6 


Обрати проєкцію атомів другого сорт (за наявності)

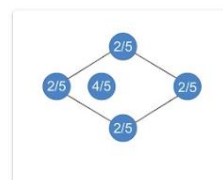
Варіант 1 

Варіант 2 

Варіант 3 

Варіант 4 

Варіант 5 

Варіант 6 

Атомно-кристалічна будова металів

Площини симетрії якого типу наявні в комірці? *

	так	ні
a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
n	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
немає	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Оберіть графічне позначення для наявних площин симетрії

Варіант 1 Варіант 2

Оберіть положення на проекції площин дзеркального відображення

координатне+діагональне
 координатне
 діагональне
 немає

Оберіть положення на проекції площин ковзкого відображення

координатне+діагональне
 координатне
 діагональне
 немає

Осі симетрії якого типу наявні у комірці

поворотні
 інверсні
 гвинтові
 немає

Оберіть порядок поворотної осі симетрії

1
 2

Оберіть графічне позначення наявної поворотної осі симетрії

Варіант 1 Варіант 2
 Варіант 3 Варіант 4
 Варіант 5 немає

Варіант 5 Варіант 6
 Варіант 7 немає

Додайте зображення проекції комірки

Завантажте 1 файл підтримуваного типу (document, drawing або image). Розмір файлу не може перевищувати 10 МБ.

[Додати файл](#)

Надіслати Очистити форму

Ця форма створена в домені КПІ ім. Ігоря Сікорського - [Власник контактної форми](#)
 Це форма здається підозрілою? [Звіт](#)

Google Форми

Приклад завдання залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота

Атомно-кристалічна будова металів

Ця форма автоматично збирає електронні листи від усіх респондентів. [Змінити налаштування](#)

Ваше прізвище і ім'я *

Текст запитання з короткими відповідями

Як називається сукупність усіх елементів симетрії кристалічної структури?

- точкова група симетрії
- клас симетрії
- просторова група симетрії

Які симетричні перетворення відповідають гвинтовій осі симетрії?

- поворот на елементарний кут α та ковзання на певну величину трансляції
- поворот на елементарний кут α та переверот
- поворот на елементарний кут α та відображенняріант

Атомно-кристалічна будова металів

На яку величину трансляції відбувається ковзання вздовж гвинтової осі b з індексом 3?

- 1/3
- 1/2
- 2/3

Оберіть варіант, у якому гвинтові осі симетрії мають однакові складові ковзання вздовж осі?

- 6(3), 4(2), 2(1)
- 6(4), 4(1), 3(1)
- 6(5), 4(3), 3(2)

Які складові ковзання має площина ковзкого відбиття типу n ?

- $(a+b)/2, (a+c)/2, (b+c)/2$
- $(a+b)/4, (a+c)/4, (b+c)/4$
- $a/2, b/2, c/2$

Які символи використовують для запису елементів симетрії кристалічних структур?

	так	ні
Символи Шенфліса	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Міжнародні символи	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>