



СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ 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 – 36 год; лабораторних занять – 18 год; самостійна робота студента – 66 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.

Структура та властивості металів

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

120 годин обсягу дисципліни "Структура та властивості металів" включають 36 годин лекційних занять, 18 годин лабораторних занять і 66 годин СРС.

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

- Здатність здійснювати аналітичний опис ідеальних кристалічних структур.
- Здатність визначати вплив дізних дефектів на реальну кристалічну будову металів та їх властивості.

Предмет дисципліни "Структура та властивості металів" є основні закономірності внутрішньої будови ідеальних кристалічних тіл та вплив дефекти 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 "Структура та властивості металів":

- Фізика
- Хімія

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Структура та властивості 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.

Структура та властивості металів

Тема 2.3. Основні категорії кристалохімії.

Розділ 2. 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. 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>.
3. Куровець М. І. Кристалографія і мінералогія [Текст] / М. І. Куровець. – Львів: Світ, 1996. – 236 с.
4. 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. Соловйова. – 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>.
5. Програмне забезпечення для виконання практичних робіт за дистанційної та змішаної форми навчання CrysX-3d-Viewer: <https://www.braqitoff.com/crysx-3d-viewer>.

Додаткові:

6. Современная кристаллография [Текст]: в 4-х томах / под. ред. Б. К. Вайнштейна. – Москва: Наука, 1979-1981 г.г.

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

Структура та властивості металів

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

Розділ 1. Структура ідеальних кристалів.

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. Теореми сполучення елементів симетрії кристалічних структур. Міжнародні символи просторових груп симетрії. Правильні системи точок.

Заняття 6. Продовження. Елементи симетрії кристалічних структур.

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

Заняття 8. Модульна контрольна робота.

Тема 1.4. Основні закони кристалографії

Заняття 9. Закон цілих чисел (закон Гаюї). Закон Браве. Закон сталості кутів.

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.

Тема 2.2. Граничні типи хімічного зв'язку.

Структура та властивості металів

Заняття 11. Металевий зв'язок. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-ваальсовий. Побудова структур за допомогою координативних поліедрів. Класифікація структур. Щільність упаковки частинок в структурах. Типи порожнин, їх співвідношення.

Заняття 12. Продовження. Металевий зв'язок. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-ваальсовий. Побудова структур за допомогою координативних поліедрів. Щільність упаковки частинок в структурах. Типи порожнин, їх співвідношення.

Тема 2.3. Основні категорії кристалохімії.

Заняття 13. Морфотропія. Поліморфізм. Фазові переходи першого та другого роду. Політипія. Ізоморфізм.

Заняття 14. Продовження. Морфотропія. Поліморфізм. Фазові переходи першого та другого роду. Політипія. Ізоморфізм.

Розділ 3. Вплив дефектів на властивості металів.

Тема 3.1. Класифікація дефектів.

Заняття 15. Класифікація дефектів. Класифікація властивостей металів за ступенем їх структурної чутливості. Класифікація дефектів металів. Нульвимірні дефекти. Одновимірні дефекти. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти.

Заняття 16. Класифікація дефектів. Класифікація властивостей металів за ступенем їх структурної чутливості. Класифікація дефектів металів. Нульвимірні дефекти. Одновимірні дефекти. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти.

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

Заняття 17. 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 18. 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.

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. Опис елементарної комірки кристалічної структури.

Заняття 2. Лабораторна робота №1. Опис елементарної комірки кристалічної структури.

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

Структура та властивості металів

Заняття 4. Лабораторна робота №2. Елементи симетрії кристалічних структур.

Заняття 5. Лабораторна робота №3. Просторові групи симетрії кристалічних структур.

Заняття 6. Колоквіум.

Заняття 7. Лабораторна робота №4. Правильні системи точок аристалічних структур.

Заняття 8. Лабораторна робота №5. Базис кристалічної структури.

Заняття 9. Лабораторна робота №6. Визначення ретикулярної щільності кристалічних структур.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (66 годин.) складається з:

- підготовки до лекцій – 44 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 опановувати теоретичні знання безпосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції, отримати приклади практичного застосування теоретичних знань на моделях кристалічних многогранників і 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 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 "Структура та властивості метеріалів". Перевірка здійснюється упродовж тижня після заняття за відповідною темою.

Перескладання модульної контрольної роботи проводиться за взаємною домовленістю

Структура та властивості металів

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), самостійне опрацювання лекційних тем.
- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- 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;
- 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 практичному занятті – 5 балів.

Структура та властивості металів

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.

Кожна невірно визначений сингонія, тип комірки Браве, ч.с.о., ч.ф.о. та елемент симетрії та/або їх кількість оцінюється у 2 штрафних 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 студенту необхідно виконати мінімум 50 % запланованих на відповідний період завдань.

Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт щонайменше на 60 балів, написання модульної контрольної роботи щонайменше на 60 балів. За умови виконання усіх завдань, студенти, поточний рейтинг яких склав 30-59 балів, та студенти, які хочуть підвищити свій рейтинг, під час заліку мають можливість написати залікову контрольну роботу. У цьому випадку застосовується «жорсткий» підхід і до відомості виставляється оцінка за залікову контрольну роботу згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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 представляє собою тестові питання Додаток А.

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,

Структура та властивості металів

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, к. т. н., доценткою, Бірюкович Ліною Олегівною

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол №3 від 30 вересня 2025 р.), кафедрою ЛВ (протокол №3 від 8 жовтня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол №2 від 16 жовтня 2025 р.)

Питання для залікової контрольної роботи

1. Що характеризує твердотільний стан речовини?
2. Які відмінності кристалічного і аморфного твердого стану речовини?
3. Як називаються окремі цілісні кристали?
4. Що є причиною утворення полікристалів?
5. Які макроскопічні властивості характерні для кристалічних тіл?
6. Як називається макроскопічна властивість кристалічного тіла, якщо два рівних за розміром елементарні об'єми, однаково орієнтовані в просторі та вирізані у різних точках цього тіла є абсолютно однаковими за своїми властивостями?
7. Яким повинен бути розмір обраних для визначення однорідності мікрооб'ємів?
8. Як називається макроскопічна властивість однорідного кристалічного тіла, що характеризується однаковістю його властивостей у паралельних напрямках та неоднаковістю у непаралельних напрямках?
9. Відображенням чого є зовнішня форма кристала?
10. Для яких кристалічних тіл характерна квазіізотропність?
11. Як називається властивість кристалічних тіл приймати многоранну форму?
12. Як розташовуються матеріальні частинки в кристалічній структурі?
13. У чому відмінність термінів "кристалічна структура" і "просторова ґратка"?
14. Чому точки просторової ґратки називають "відповідними точками"?
15. Як називається сукупність відповідних точок?
16. Що називають елементарною трансляцією?
17. Що називають вузлами ряду?
18. Як називається паралелограм, утворений елементарними трансляціями, вершинами якого є вузли?
19. Як називають елементарну комірку, у середині якої немає вузлів?
20. Як визначають ретикулярну щільність сітки?
21. Як називається паралелепіпед, побудований на трьох елементарних трансляціях a , b , c ?
22. Що називають параметрами ґратки?
23. За якою ознакою просторові ґратки поділяють на сингонії?
24. Як називають трійку трансляцій, що утворюють просторову ґратку?
25. Яких умов дотримуються обираючи комірки Браве?
26. Яка із умов Браве є найважливішою?
27. Які існують типи комірок Браве?
28. За яким типом комірок Браве характеризують сингонії?
29. Чому елементарну комірку називають також елементарним паралелепіпедом?
30. Чому сингонії мають різну кількість типів комірок Браве?
31. Для чого необхідні кристалографічні системи координат?
32. Що визначає положення кристалографічних осей координат?
33. Які параметри слугують за одиничні відрізки на кристалографічних осях координат?
34. За яким принципом обирають початок координат у триклінній сингонії?
35. За яким принципом обирають початок координат у моноклінній сингонії?
36. За яким принципом обирають початок координат у ромбічній сингонії?
37. За яким принципом обирають початок координат у тригональній і гексагональній сингоніях?

Структура та властивості металів

38. За яким принципом обирають початок координат у тетрагональній і кубічній сингоніях?
39. Як визначаються координати вузла методом кристалографічного індексування?
40. Як записується символ вузла кристалічної структури?
41. Як називається сукупність координат вузлів, які входять до елементарної комірки?
42. Як записується символ вузлового ряду кристалічної структури?
43. Як визначити координати вузлового ряду, який не проходить через початок координат?
44. У чому полягає перевага методу кристалографічного індексування?
45. Як визначаються параметри Вейса?
46. Що означають індекси Міллера?
47. Як записуються символи площини?
48. Що є найважливішою властивістю кристалічних тіл?
49. Що вивчає наука кристалографія?
50. Який метод застосовує наука кристалографія для всебічного вивчення кристалів?
51. Поясніть суть симетрії.
52. Що собою представляють симетричні фігури?
53. Яке призначення елементів симетрії?
54. Яким є наслідок дії симетричних операцій?
55. У чому відміна кінцевої і нескінченної симетричних перетворень?
56. Які елементи симетрії називають простими?
57. Які елементи симетрії називають складними?
58. Які системи використовують для запису елементів симетрії кристалічних структур?
59. Яку пряму називають віссю симетрії?
60. Яку точку кристалічної структури називають центром симетрії?
61. Чому поняття "центр симетрії" і "центр інверсії" не є тотожними?
62. Яка ознака виділяє кристали, що мають центр симетрії?
63. Яку площину називають площиною симетрії?
64. Чим відрізняються закриті і відкриті елементи симетрії?
65. До відкритих чи закритих елементів симетрії відносяться площини ковзкого відображення?
66. Які симетричні перетворення відповідають площинам ковзкого відображення?
67. Які існують типи площин ковзкого відображення?
68. В структурах з яким типом елементарної комірки зустрічаються площини ковзкого відображення типу a , b , c ?
69. Чому в структурі сфалерита із кубічною гранецентрованою коміркою немає площин ковзкого відображення типу a , b чи c ?
70. Чому площини ковзкого відображення типу n називають кліноплощинами?
71. В структурах з якими елементарними комірками зустрічаються площини ковзкого відображення типу n ?
72. Площини ковзкого типу характерні для структури алмазу?
73. За якої умови пряма стає віссю симетрії?
74. Як визначається порядок поворотної осі симетрії?
75. Яких порядків бувають поворотні осі симетрії і чому дорівнює їх елементарний кут повороту?
76. Чим відрізняються інверсійні осі симетрії від поворотних?
77. Яких порядків можуть бути інверсійні осі симетрії і які з них мають самостійний характер?

Структура та властивості металів

78. До закритих чи відкритих елементів симетрії належать поворотні та інверсійні осі симетрії?
79. Чому гвинтові осі симетрії відносять до відкритих елементів симетрії?
80. Яких порядків можуть бути гвинтові осі симетрії?
81. У чому відмінність між правими і лівими гвинтовими осями симетрії?
82. Як позначають гвинтові осі симетрії?
83. Що називають ходом гвинтової осі симетрії?
84. Що означає термін «нейтральна гвинтова вісь»?
85. Які симетричні перетворення відповідають гвинтовій осі симетрії?
86. На яку величину трансляції відбувається ковзання вздовж гвинтової осі 63?
87. На яку величину трансляції відбувається ковзання вздовж гвинтової осі 43?
88. Якого порядку гвинтові осі симетрії мають однакові складові ковзання?
89. Які складові ковзання має площина ковзкого відображення типу d ?
90. Які складові ковзання має площина ковзкого відображення типу n ?
91. Які складові ковзання має площини ковзкого відображення типу a , b , c ?
92. Як називається повний набір елементів симетрії кристалічної структури?
93. Як називається сукупність симетрично еквівалентних точок (позицій), пов'язаних між собою симетричними перетвореннями просторової групи?
94. Як можна отримати правильну систему точок?
95. Чим відрізняються загальна і частинна правильна система точок?
96. Що визначає кратність правильної системи точок?
97. Які грані з'являються на кристалі, що росте, відповідно до закону Гаюї?
98. Чи можуть з'являтися на кристалах грані із ірраціональним співвідношенням параметрів?
99. Які грані найчастіше з'являються на реальних кристалах відповідно до закону Браве?
100. Що відповідно до закону Стено залишається незмінним у всіх кристалів даної речовини за однакових умов?
101. Чому поняття "ефективний атомний (іонний) радіус" і "відстань від ядра до зовнішньої оболонки атома (іона)" не є тотожними?
102. Що визначає структуру кристала за правилом Гольдшмідта?
103. У чому суть I-го правила Полінга?
104. У чому суть II-го правила Полінга?
105. У чому суть III-го правила Полінга?
106. Від чого залежить іонний радіус елемента?
107. Як змінюється радіус іона в середині групи Періодичної системи елементів?
108. Як змінюються радіуси катіонів у періоді Періодичної системи елементів?
109. Як змінюються радіуси аніонів у періоді Періодичної системи елементів?
110. Чому радіус катіона елемента менший за радіус аніона?
111. Чим обумовлена не пропорційність величини іонного радіуса елементів від заряду ядра у Періодичній таблиці?
112. Що називають координаційним числом кристалічної структури?
113. Як будують координаційні многогранники (поліедри)?
114. Які координаційні многогранники можуть утворюватись, якщо $k. ч. = 6$?
115. Які координаційні многогранники можуть утворюватись, якщо $k. ч. = 12$?
116. Чи пов'язані координаційні многогранники із зовнішньою формою кристалів?

Структура та властивості металів

117. Чому у шаруватих структурах треба визначати координацію атомів у шарі і у сусідніх шарах?
118. Скільки координаційних чисел та координаційних многогранників потрібно визначити для сполуки, що утворена трьома елементами?
119. Що означає термін “дальній порядок”?
120. Що називають числом структурних одиниць (ч. с. о.) елементарної комірки?
121. Скільки ч. с. о. треба визначити для сполуки, що утворена трьома елементами?
122. Що називають числом формульних одиниць елементарної комірки?
123. У чому полягає відмінність понять “кристалічна структура” і “структурний тип”?
124. Поясніть термін “хімічний зв’язок”.
125. Які хімічні взаємодії відносять до слабких взаємодій?
126. Які хамічні взаємодії відносять до сильних взаємодій?
127. Чому найпростішими структурними складовими хімічних речовин вважають атомні остови?
128. Яка система вважається стійкою?
129. Наведіть граничні типи хімічного зв’язку.
130. Як здійснюється металевий тип хімічного зв’язку?
131. Що характерно для металевого типу хімічного зв’язку?
132. Які властивості характерні для кристалічних структур із металевим типом хімічного зв’язку?
133. Які типи кристалічних структур утворюють метали?
134. Як здійснюється іонний тип хімічного зв’язку?
135. Що характерно для іонного типу хімічного зв’язку?
136. Які властивості характерні для кристалічних структур із іонним типом хімічного зв’язку?
137. У чому полягає сутність правила Магнуса?
138. Як здійснюється ковалентний тип хімічного зв’язку?
139. Чим характерний ковалентний тип хімічного зв’язку?
140. У чому полягає відмінність полярного і неполярного ковалентного зв’язку?
141. Яким чином можна визначити який тип хімічного зв’язку – іонний чи ковалентний – буде реалізовуватись між різнорідними атомами?
142. Що означає термін “кратність ковалентного зв’язку”?
143. Які властивості характерні для кристалічних структур із ковалентним типом хімічного зв’язку?
144. Як здійснюється ван-дер-ваальсовий тип хімічного зв’язку?
145. Які властивості характерні для кристалічних структур із молекулярним типом хімічного зв’язку?
146. У чому сутність метода моделювання іонних структур за допомогою координаційних поліедрів?
147. У чому полягає відмінність гомо- і гетеродесмічних структур?
148. Які типи структур виділяють в класифікації за геометричними ознаками?
149. Які типи структур відносяться до гетеродесмічних?
150. Чим характерні координаційні структури?
151. Чому острівні структури є гетеродесмічними?
152. Чим характерні ланцюжкові структури?
153. Чому структура кварцу відноситься до каркасних, а не координаційних структур?
154. Які фактори спонукають до утворювати щільних упаковок в кристалічних структурах?

Структура та властивості металів

155. Як називають атоми, що утворюють щільну упаковку?
156. Яке упаковання атомних куль отримало назву найщільнішого кульового упаковання (НКУ)?
157. Якою величиною визначається щільність упаковання?
158. Яку величину має коефіцієнта компактності найщільнішого упаковання?
159. Які типи порожнини утворюються у двошаровій найщільнішій упаковці?
160. Чому дорівнює кількість тетраедричних і октаедричних порожнин у двошаровій упаковці?
161. Як визначається ступінь заповнення порожнин у кристалічній структурі?
162. Скільки октаедричних та тетраедричних порожнин в гранецентрованій кубічній комірці?
163. В якій елементарній комірці коефіцієнт компактності атомних куль дорівнює 0,68?
164. Як позначають щільно упаковані шари у щільних упаковках?
165. Чому дорівнює к. ч. у найщільніших упаковках?
166. Які необхідні і достатні умови наявності найщільніших упаковок в структурах?
167. Наведіть основні категорії кристалохімії.
168. Що таке морфотропія і морфотропний ряд сполук?
169. Що впливає на різку зміну кристалічної структури у морфотропному ряду?
170. Як називається морфотропний перехід пов'язаний з існуванням у сполуки двох структурних форм?
171. Що таке поліморфізм і поліморфні модифікації?
172. Як називають поліморфізм простих речовин?
173. Які позначення вживають для поліморфних модифікацій речовин?
174. Які існують типи поліморфних перетворень за сталого тиску?
175. За яких умов відбуваються енетіотропні поліморфні перетворення?
176. Як називається зовнішня форма, що збереглась під час швидкого поліморфного перетворення?
177. За яких умов відбуваються монотропні поліморфні перетворення?
178. Які поліморфні перетворення за Бюргером відбуваються найшвидше?
179. Які поліморфні перетворення без змін у першій координаційній сфері проходять швидше із сувом чи реконструктивні?
180. У чому суть поліморфних перетворень із розупорядкуванням?
181. У чому суть поліморфних перетворень із обертанням структурних одиниць?
182. Які фазові переходи супроводжуються виділенням або поглинанням теплоти, стрибкоподібною зміною внутрішньої енергії?
183. Які фазові переходи супроводжуються стрибкоподібною зміною питомої теплоємності?
184. Які поліморфні перетворення відносяться до фазових переходів 1-го роду?
185. Які поліморфні перетворення відносяться до фазових переходів 2-го роду?
186. Що таке політипія і політипи?
187. У чому полягає відмінність між явищами політипії та поліморфізму?
188. Які позначення використовують для політипів?
189. Які речовини називають твердими розчинами?
190. У чому полягає суть досконалого ізоморфізму?
191. Який ізоморфізм називають недосконалим?
192. Як називаються ізоструктурні речовини, що не утворюють твердих розчинів?
193. Які атоми (іони) вважаються хімічно близькими?
194. Які атоми (іони) вважаються геометрично близькими?

Структура та властивості металів

195. У чому сутність ізовалентного ізоморфізму?
196. Наведіть види гетеровалентного ізоморфізму?
197. Як утворюються тверді розчини віднімання?
198. Як утворюються тверді розчини проникнення?
199. Як утворюються тверді розчини заміщення?
200. Який вид гетеровалентного ізоморфізму вважається основним?
201. Що собою представляють первинна та вторинна структура металів?
202. Які за недосконалістю структури моделі кристалів розглядають у теорії твердого тіла?
203. Які види дефектів розрізняють в залежності від рівня будови кристалічної ґратки?
204. Як розрізняють властивості за залежністю їх від структурних змін?
205. Що характеризують структурно чутливі і структурно нечутливі властивості?
206. Які види дефектів виділяють в залежності від їх масштабу і характеру?
207. Як називаються дефектів, які є порушенням кристалічної структури в атомарному масштабі?
208. Як називаються дефекти, розмір яких співмірний із розміром атомів?
209. У чому відмінність між стехіометричними та нестехіометричними дефектами?
210. За якою ознакою дефекти поділяють на власні (структурні) та домішкові?
211. Як виникають власні (структурні) атомні дефекти?
212. Які існують види власних (структурних) атомних дефектів?
213. Як впливає підвищення температури на власні (структурні) атомні дефекти?
214. У якому випадку вакансії та міжвузлові атоми стають структурно самостійними?
215. Як називають вакансію та міжвузловий атома, що втратили зв'язок?
216. Чи змінюється тип структури за наявності власних (структурних) атомних дефектів?
217. Як впливають вакансії та міжвузлові атоми на кристалічну ґратку?
218. Чому поверхня кристала є генератором вакансій?
219. Чому зростає об'єм кристала за наявності дефектів Шотткі?
220. Як впливають на кристалічну ґратку домішкові атомні дефекти?
221. Як утворюються тверді розчини заміщення?
222. Як утворюються тверді розчини проникнення?
223. Як впливають на кристалічну структуру гомовалентні та гетеровалентні домішкові атоми?
224. Чому одновимірні дефекти називаються лінійними?
225. Який лінійний дефект називається дислокацією?
226. Що є причиною виникнення дислокацій?
227. Що називається лінією дислокації?
228. Які виділяють види простих дислокацій?
229. Яку площину в кристалічній ґратці називають екстраплощиною?
230. Як називається дислокація, що утворена екстраплощиною?
231. Чим відрізняються позитивна та негативна крайові дислокації?
232. Що собою представляє ядро крайової дислокації?
233. Якою величиною характеризується кількість дислокацій в ґратці?
234. У чому причина руху крайової дислокації?
235. У чому полягає механізм руху крайової дислокації?
236. Який лінійний дефект називають гвинтовою дислокацією?
237. Як розташовані у структурі осі крайової та гвинтової дислокацій?
238. Яку ділянку навколо осі гвинтової дислокації називають ядром дислокації?

Структура та властивості металів

239. Що собою представляють вектор Бюргерса та контур Бюргерса?
240. Чому вектор Бюргерса називають мірою викривлення кристалічної ґратки?
241. Чому вектор Бюргерса не залежить від віддаленості від дислокації?
242. У чому відмінність вектора Бюргерса крайової дислокації від вектора Бюргерса гвинтової дислокації?
243. Які особливості характерні для вектора Бюргерса?
244. Чому дислокація може обриватись лише на грані кристала?
245. Які види дефектів належать до двовимірних?
246. Що таке границя розділу?
247. Що є причиною утворення поверхневих дефектів?
248. Що собою представляє мікроструктура полікристала?
249. Які границі розділу розрізняють за величиною кута розорієнтації?
250. Який тип границь розділу утворюється дислокаціями?
251. Яка малокутова границя розділу називається ковзкою?
252. Які процеси та явища впливають на виникнення малокутових границь розділу?
253. Чому пластична деформація призводить до утворення малокутових границь розділу?
254. Як називається процес поділу кристала на субзерна за рахунок утворення стінок дислокацій?
255. Які дефекти відносять до тривимірних?
256. Які причини виникнення тривимірних дефектів?
257. За яких умов в ковалентних кристалах з'являється електронна провідність?
258. Як впливає на електропровідність ковалентних кристалів підвищення температури?
259. Як впливають домішки на електропровідність металів?
260. Чому збільшення температури спричиняє зменшення електропровідності металів?
261. Як домішки впливають на поглинання світла кристалами?
262. Чому міцність реальних кристалів значно менша за теоретичну?
263. За рахунок чого можливе збільшення міцності кристалів?
264. Що таке «зміцнення»?
265. Які розрізняють механізми зміцнення?
266. У чому полягає механізм зміцнення за рахунок утворення твердого розчину?
267. У чому полягає механізм дисперсійного твердіння?
268. Яким чином досягає утворення пересиченого твердого розчину?
269. Як температура загартування впливає на місце утворення видіlkів з пересиченого твердого розчину?
270. Який процес відповідає терміну «старіння»?
271. Який механізм впливу видіlkів з пересиченого твердого розчину на механічні властивості металів?
272. Чим можна пояснити високу швидкість наклепу під час дисперсійного твердіння?
273. У чому полягає механізм зернограничного зміцнення?
274. Яким чином пластична деформація передається від зерна до зерна у полікристалічному металі?
275. Який механізм реалізується під час деформаційного зміцнення?