

Програмові вимоги
до атестації здобувачів вищої освіти
освітньої програми 132 «Матеріалознавство»
Освітній рівень – бакалавр

ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ
«Матеріалознавство»

Металознавство

Атомно-кристалічна будова металів

Основні уявлення. Природа сил міжатомного зв'язку. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Ван-дер-Ваальсів зв'язок. Металічний зв'язок.

Характеристики кубічної та гексагональної систем.

Анізотропія кристалів. Поліморфізм металів. Дефекти кристалічної будови. Точкові дефекти. Дислокації. Поверхневі дефекти. Об'ємні дефекти.

Кристалізація металів

Характеристика рідкого металу. Термодинаміка та кінетика кристалізації. Гетерогенне (недовільне) зародкоутворення. Ріст кристалів. Форма і розміри кристалів. Будова металевого зливка. Ліквіація.

Залізовуглецеві сплави

Основні властивості заліза. Діаграми стану залізо-вуглець. Формування структур залізовуглецевих сплавів.

Вуглецеві сталі

Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталі. Класифікація, маркування та застосування вуглецевих сталей. Вуглецеві конструкційні сталі звичайної якості. Вуглецеві конструкційні якісні сталі. Автоматні сталі. Вуглецеві інструментальні сталі. Маркування легованих сталей.

Чавуни

Класифікація та структура графітизованих чавунів. Вплив хімічного складу чавунів та швидкості охолодження на їх структуру. Отримання графітизованих чавунів та їх маркування. Властивості та використання чавунів.

Теорія будови сплавів

Металеві сплави

Класифікація металевих сплавів. Механічні суміші. Хімічні сполуки. Тверді розчини.

Теорія фазових рівноваг

Характеристика агрегатних станів. Принципи та закони термодинаміки.

Ентропія. Характеристичні функції.

Рівновага термодинамічної системи. Умова рівноваги Гіббса. Правило фаз Гіббса. Фазові реакції.

Фазова рівновага в однокомпонентній системі. Фазові діаграми однокомпонентних систем. Фазові переходи.

Діаграми стану подвійній систем

Діаграми стану системи, компоненти якої утворюють неперервний ряд рідких і твердих розчинів. Механізм кристалізації сплавів, що мають структуру необмеженого твердого розчину.

Діаграма стану системи з відсутністю взаємної розчинності компонентів у твердому стані. Механізм евтектичної кристалізації.

Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані. Діаграма стану системи з евтектичним та перитектичним перетворенням.

Діаграми стану систем з хімічними сполуками та проміжними фазами. Діаграми стану систем зі стійкими та нестійкими проміжними фазами. Діаграми стану систем з упорядкованими проміжними фазами.

Діаграми стану систем з повною нерозчинністю або обмеженою розчинністю компонентів.

Діаграми стану систем з поліморфними компонентами і проміжними фазами.

Кристалізація сплавів у нерівноважних умовах.

Загальні закономірності будови подвійних систем та їх діаграм стану. Зв'язок між діаграмами стану різних типів. Зв'язок між типом діаграми стану і властивостями сплавів (правила Курнакова).

Діаграми стану потрійних систем

Геометричні основи діаграм стану потрійних систем.

Основні закономірності будови потрійних систем та їх діаграм стану. Правило фаз Гіббса. Правило відрізків (важеля). Правило Мазінга.

Діаграма стану системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому та твердому станах. Кристалізація потрійних сплавів. Ізотермічні розрізи. Політермічні розрізи.

Діаграма стану системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому стані та відсутністю розчинності у твердому стані. Кристалізація типових сплавів.

Діаграми стану систем з проміжними фазами.

Діаграми стану систем, компоненти яких обмежено розчиняються один в одному у твердому стані.

Кольорові метали і сплави

Мідь та сплави на її основі

Мідь, її властивості. Вплив домішок на структуру та властивості міді. Взаємодія міді з легуючими елементами. Класифікація сплавів на основі міді. Мідно-цинкові сплави. Латуні. Бронзи. Мідно-нікелеві сплави. Спеціальні мідні сплави.

Алюміній та алюмінієві сплави

Алюміній. Основні властивості. Взаємодія алюмінію з легуючими елементами і домішками. Будова алюмінієвих сплавів у литому стані. Будова алюмінієвих сплавів після гарячої і холодної обробки тиском. Класифікація алюмінієвих сплавів. Деформівні та ливарні алюмінієві сплави.

Титан і сплави на його основі

Титан, його властивості. Вплив домішок та властивості титану. Структура і властивості легованого титану. Класифікація і характеристика конструкційних і ливарних сплавів на основі титану. Фазові перетворення, термічна обробка і властивості титанових сплавів.

Неметалеві матеріали

Матеріали на основі високомолекулярних сполук

Способи отримання високомолекулярних сполук. Класифікація та основні властивості ВМС. Вплив структури на властивості багатокомпонентних композицій. Структурний та молекулярний дизайн високомолекулярних сполук.

Органічні та неорганічні полімери. Елементоорганічні сполуки. Структура молекул полімерів. Природні та синтетичні полімери. Аморфні та кристалічні полімери. Полярні та неполярні полімери. Механічні властивості полімерів. Старіння, радіаційна стійкість та адгезія полімерів.

Пластичні маси й композиційні матеріали. Загальні відомості про пластмаси. Переваги та недоліки пластмас. Фізико-хімічні властивості неполярних та полярних термопластів. Термостійкі пластики.

Полімерні композиційні матеріали. Типи композитних матеріалів. Вуглець-вуглецеві та металеві композити. Композити з порошковими та волокнистими наповнювачами. Волокніти та склотекстоліти. Деревношаруваті пластики. Полімерні композити з вуглецевими волокнами. Газонаповнені пластмаси. Піно- та поропласти. Стандартизовані вироби із пластмас.

Виготовлення виробів з полімерних матеріалів. Деталі на основі рідких полімерів. Формування деталей з полімерних матеріалів у в'язкорідкому стані. Виготовлення деталей з полімерних матеріалів у високоеластичному стані. Зварювання полімерних матеріалів. Склеювання деталей з полімерних матеріалів. Обробка різанням полімерних матеріалів.

Неорганічні полімерні матеріали. Графітові матеріали. Властивості природного та штучного графітів. Азбестові та азбестовмісні матеріали та вироби.

Керамічні матеріали. Загальні відомості про керамічні матеріали. Способи виготовлення керамічних матеріалів. Кристалічні, склоподібна та газові фази кераміки. Склад, структура та пористість кераміки. Класифікація керамік.

Конструкційна кераміка (будівельна та машинобудівна). Види будівельних керамічних матеріалів і виробів за призначенням. Інструментальна кераміка. Надтверді керамічні матеріали. Технічна кераміка. Електро- і радіотехнічна кераміка, кермети, пінокераміка. Абразивні керамічні матеріали. Природні та штучні абразивні матеріали.

Неорганічне скло та вироби з нього. Загальні відомості про неорганічне скло. Кварцове скло. Властивості неорганічних стекол. Способи впливу на властивості неорганічних стекол. Класифікація скла за призначенням і сферою застосування. Технічне скло та будівельне скло. Вироби та конструкції зі скла. Сітали. Класифікація та призначення сіталів.

Плівкоутворювальні матеріали. Загальні відомості про плівкоутворювальні матеріали. Переваги та недоліки клеючих матеріалів. Компоненти клеючих матеріалів. Основні споживчі властивості клеїв. Смоляні, гумові та термостійкі клеї. Неорганічні клеї. Основні ознаки для класифікації клеїв.

Герметики. Класифікація герметиків.

Напівпровідникові плівкоутворювальні матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів. Прості напівпровідникові матеріали. Органічні та неорганічні напівпровідникові матеріали.

Матеріали з органічних речовин. Загальні відомості про органічні речовини. Класифікація та властивості лісоматеріалів. Деревні матеріали та вироби з них.

Наноматеріали

Дисперсні системи. Дисперсний стан речовини. Класифікація дисперсних систем за розмірністю, агрегатним станом і структурою. Нанорозмірні системи. Основні характеристики наночасток і дисперсних систем. Розмірний ефект.

Термодинаміка поверхні. Основи термодинаміки поверхневих явищ. Поверхневий натяг і вільна енергія поверхонь розділу фаз. Зв'язок поверхневого натягу з об'ємними властивостями речовин. Поверхнева енергія твердих тіл.

Стійкість дисперсних систем. Поняття про нестійкість дисперсних систем. Утворення кластерів. Агрегація наночасток, роль температури і рН середовища. Стабілізація наночасток. Основні класи хімічних сполук. Кислотні

і основні центри. Типи хімічного зв'язку. Хімічні реакції: окислення-відновлення, кислотно-основні, гідроліз. Класифікація методів синтезу по фазових станах вихідних реагентів і продуктів реакції. Гомогенні і гетерогенні процеси. Основні фізико-хімічні параметри, що визначають хід хімічних перетворень. Фазові діаграми, вибір умов синтезу.

Процеси нуклеації. Синтез кристалічних фаз з прекурсорів різного фазового складу: рідкої, газоподібної і кристалічної фаз. Кінетичні особливості утворення кристалічних фаз, пов'язані із зародкоутворенням. Гомогенне зародкоутворення. Рівняння Гібса-Томсона.

Критичне пересичення. Критичний розмір зародка. Кінетичні рівняння швидкості зародкоутворення. Гетерогенне зародкоутворення. Епітаксія. Утворення нової фази за участю модифікаторів. Кристалізація і ріст монокристалів. Стабільні і метастабільні кристалічні фази.

Методи синтезу наноматеріалів. Методи формування наночасток. Класифікація методів за принципами «знизу - вгору» і «зверху-вниз», фізичні і хімічні методи. Помол і диспергування. Нуклеація і агломерація. Ріст з парів і розчинів. Основні параметри росту наночасток. Зародження і ріст наночасток в гомогенному середовищі і на поверхні твердого тіла.

Метод вакуумної конденсації. Методи вакуумної конденсації. Склад і тиск пари речовин. Вибір прекурсорів. Роль підкладки. Епітаксціальний ріст. Метод молекулярних пучків. Оцінка швидкості росту кристалів з газової фази.

Метод хімічного осадження з газової фази. Метод хімічного осадження з газової фази. Піроліз аерозолів органічних і неорганічних прекурсорів. Принципи вибору прекурсорів. Лазерне осадження, магнетронне осадження. Види плазми. Механізми генерації хімічно активних часток. Лазерна електродисперсія. Вплив складу плазми на структуру нанокристалів.

Золь-гель технологія. Гідроліз. Золь-гель технологія. Гідроліз. Поліконденсація. Перехід істинний розчин - золь. Вплив розчинника, температури, рН. Будова гелів, ксерогелі. Приклад отримання нанодисперсного кремнезему. Лінійні, двовимірні і тривимірні макромолекули. Хімічне осадження з розчинів. Реакція гідролізу. Приклади отримання нанокристалічних оксидів і гідроксидів металів. Нанокompозити. Співосадження. Вплив рН реакційного середовища на перебіг нуклеаційних процесів. Вплив розчинників. Гідрофільність і гідрофобність. Хімічне модифікування поверхні нанокристалів.

Темплатний синтез. Темплатний синтез. Нанореактори. Класифікація: метопористі системи (1D), шаруваті подвійні гідроксиди (2D), цеоліти (3D). Структура пористих систем, характеристика пор, приклади темплатів. Мезопористий оксид кремнію.

Мікроемульсії. Зворотні міцели і емульсії. Зростання кластерів в мікроемульсіях. Організація колоїдних систем в присутності ПАР. Плівки Ленгмюра-Блоджет. Приклади росту нанокристалів оксидів металів. Колоїдний синтез нанокристалів напівпровідникових матеріалів. Синтез квантових точок.

Магнітні наноматеріали. Магнітні наноматеріали: синтез і властивості. Феромагнетизм. Парамагнетизм. Суперпарамагнетизм. Особливості застосування методу месбауерівської спектроскопії до вивчення магнітних наночастинок.

Оптичні властивості наноматеріалів. Оптичні властивості наноматеріалів. Закон Релея. Основи теорії Мі. Визначення розміру частинок дисперсних систем методом вимірювання спектру мутності

Методи дослідження морфології наноматеріалів. Методи аналізу нанорозмірних матеріалів. Локальність і глибина аналізу. Особливості аналізу високодисперсних систем. Визначення середнього розміру часток. Можливості і обмеження методу рентгенівської дифракції. Визначення вкладу поверхні і об'єму.

Методи дослідження морфології наноматеріалів. Визначення складу і структури окремої наночастки; електронна мікроскопія, дифракція електронів.

Структурний аналіз матеріалів

Природа та властивості рентгенівського випромінювання. Гальмівне і характеристичне випромінювання. Умови дифракції. Способи виведення кристала у відбиваюче положення.

Рентгенотехніка

Коротка характеристика основних типів рентгенівських апаратів для структурного аналізу. Прилади для фотореєстрації. Рентгенівські дифрактометри та їх класифікація. Способи реєстрації рентгенівського випромінювання. Газові та сцинтиляційні лічильники. Основні характеристики лічильників.

Основи структурної кристалографії

Зображення кристалів. Прямий та обернений кристалографічний комплекси та їх проєкції – сферична та стереографічна. Математичний опис кристалічної будови. Поняття прямої та оберненої ґраток. Вектор оберненої ґратки та його властивості.

Основні рівняння дифракції рентгенівського випромінювання в кінематичному наближенні

Розсіяння рентгенівського випромінювання дискретно розподіленими центрами. Розсіяння вільним електроном. Поляризаційний множник. Повна потужність розсіяння.

Когерентне розсіяння атомом. Атомна функція розсіяння.

Розсіяння рентгенівського випромінення кристалами малого розміру. Структурна амплітуда. Векторна умова Лауе. Формула Вульфа-Брегів. Побудова Евальда. Інтерференційна функція Лауе.

Зв'язок розміру і форми вузла оберненої ґратки з розмірами і формою кристала. Формула Селякова-Шерера.

Розсіяння непримітивною елементарною ґраткою

Структурна амплітуда об'ємно- та гранецентрованої кубічної ґратки. Умови погасання. Розрахунок структурної амплітуди при наявності центра інверсії.

Інтегральна інтенсивність інтерференційних максимумів

Інтегральна інтенсивність розсіяного рентгенівського випромінювання від монокристала. Відбиваюча здатність кристала.

Інтегральна інтенсивність розсіяного рентгенівського випромінення від полікристала. Вплив поглинання на відбиваючу здатність.

Дифузне розсіяння рентгенівських променів

Теплове дифузне розсіяння. Дифузне розсіяння твердим розчином. Розсіяння аморфними речовинами та рідинами. Розсіяння під малим кутом.

Основи рентгеноструктурного аналізу

Аналіз структури методами Лауе та методом обертання кристала. Метод полікристала. Рентгенівська дифрактометрія. Індиціювання рентгенограм. Прецизійне визначення постійної ґратки.

Фазовий аналіз. Якісний фазовий аналіз. Методи кількісного фазового аналізу. Вибір умов експерименту.

Аналіз структури аморфних речовин

Опис структури простих рідин і методи їх аналізу. Структура аморфних металів і сплавів.

Аналіз дефектів кристалічної структури

Рентгенівський аналіз макронапруг. Класифікація дефектів по уширення дифракційних ліній. Методи виділення вкладу фізичного уширення; метод апроксимації; метод гармонічного аналізу.

Дифракція електронів і нейтронів

Основи теорії розсіяння електронів і нейтронів речовиною. Електронографія. Отримання нейтронограм і основні застосування нейтронографії.

Теорія масо- та теплоперенесення

Основні поняття і рівняння в теорії переносу тепла і маси

Способи перенесення теплоти. Кількісні характеристики перенесення теплоти. Теплові баланси. Способи перенесення маси. Кількісні характеристики перенесення маси. Масовий (матеріальний) баланс.

Теплопровідність

Основний закон теплопровідності Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності газів, рідин та твердих тіл. Диференційне рівняння теплопровідності.

Конвективний теплообмін

Основний закон конвективного теплообміну. Коефіцієнт тепловіддачі та основні фактори, які впливають на нього. Система диференційних рівнянь конвективного теплообміну. Застосування теорії подібності для вивчення процесів тепловіддачі. Тепловіддача під час вільної (природної) конвекції.

Променевий теплообмін

Основні закони променевого теплообміну. Закони Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа та Ламберта. Теплообмін випромінюванням системи тіл з плоскопаралельними поверхнями в прозорому середовищі. Променевий теплообмін між тілами в замкнутому просторі.

Молекулярна дифузія

Перший закон молекулярної дифузії Фіка. Коефіцієнт молекулярної дифузії. Коефіцієнт молекулярної дифузії газу в газі. Коефіцієнт молекулярної дифузії газів або краплинних рідин в рідинах. Стаціонарна одномірна молекулярна дифузія.

Конвективний масообмін (масовіддача)

Основний закон конвективної масовіддачі. Коефіцієнт масовіддачі та основні фактори, які впливають на нього. Поняття про дифузійний приграничний шар. Диференційне рівняння конвективного масообміну в рухомому середовищі. Подібність процесів перенесення маси. Аналогія між перенесенням маси і теплоти.

Теплопередача

Складний теплообмін як сукупна одночасна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Теплопередача за сталих температур теплоносіїв. Способи інтенсифікації теплопередачі. Теплова ізоляція. Розрахунок товщини шару теплоізоляції для багат шарової плоскої стійки та технологічного обладнання.

Рекомендована література

1. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство. – Харків: ХНАДУ, 2007.
2. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. К.: Політехніка, 2002.
3. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.Н., Войткун Ф. Материаловедение. – М.: МИСиС, 1999. – 477 с.

5. Лахтин Ю.М. Основы металловедения М.: Металлургия, 1988.
6. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990.
7. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1986
8. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989.
9. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1983.
10. Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. Материаловедение и технология металлов. М.: Высш. шк., 2002.
11. А.И. Самохоцкий, М.Н. Кунявский, Т.М. Кунявская и др. Металловедение. М.: Металлургия, 1990.
12. Физическое металловедение (в 3 томах). Под ред. Р.У. Кана и П. Хаазена. – М.: Металлургия, 1987.
13. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т. / Под общей ред. Б. А. Калина. – М.: МИФИ, 2007.
14. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Е., Степаненко В.О., Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. – К: Либідь, 2002.
15. Фреїк Д.М., Кланічка В.М. Фазові діаграми рівноваги. Івано-Франківськ: Плай, 1999.
16. Ф.Райнз. Диаграммі фазового рівноважия. М.: Металлургия, 1960. 376 с.
17. Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві: Навчальний посібник для студентів ВНЗ / Будник А.Ф., Юскаєв В.Б., Будник О.А. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 222 с.
18. Калынчев Э.Л., Саковцева М.Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий. – Л.: Химия, 1987. – 413 с.
19. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции / Ю.С.Зайцев, Ю.С.Кочергин, М.К.Пактер, Р.В.Кучер – Киев: Наукова думка, 1990. – 200 с.
20. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон // М.- Мир.- 1979. - 568с.
21. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля // М.- Издательский центр "Академия".- 2005. - 192с.
22. Гусев, А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. - М. : Физматлит, 2000. - 224 с.