**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(назва факультету, інституту)

Кафедра ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ \_

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана/директора

#### з навчальної роботи

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### \_ **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА** \_

(повна назва навчальної дисципліни)

**для студентів**

галузі знань **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_0401 – Природничі науки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(шифр і назва галузі знань)

напрям підготовки **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6.040101 – Хімія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальність **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6.04010101 – Хімія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**кластер **Фізична хімія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(назва спеціалізації)

##### КИЇВ – 2016

Робоча програма знавчальної дисципліни “**Фізико-хімічні основи матеріалознавства**” для студентів **напряму підготовки 6.040101 – Хімія**

« 1 » червня 2016 року – **12** с.

Розробники: к.х.н., доц. Усенко Н.І.

Робоча програма дисципліни “Фізико-хімічні основи матеріалознавства” затверджена на засіданні кафедри фізичної хімії

Протокол № 10 від “1” червня 2016 року

Завідувач кафедри фізичної хімії

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (І.О. Фрицький)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ року

Протокол № від “ ” 20 року

Завідувач кафедри фізичної хімії

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (І.О. Фрицький)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «\_9\_» \_\_червня\_\_\_ 2016\_ року №\_1\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (В.М. Амірханов)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ року

© \_\_Фрицький І.О., 2016\_ рік

© \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, 20\_\_\_ рік

© \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, 20\_\_\_ рік

**ВСТУП**

Навчальна дисципліна **”Фізико-хімічні основи матеріалознавства”** є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «**бакалавр**» галузі знань **\_\_0401 – Природничі науки** з *напряму підготовки* **\_6.040101 – Хімія\_**, *спеціальності* **- \_6.04010101 – Хімія\_,** *кластеру –* **Фізична хімія.**

Дана дисципліна **з циклу вільного вибору студента** за ***спеціальністю* \_6.04010101 – Хімія\_**.

Викладається у **\_7 \_** семестрі **\_4** курсув **обсязі – \_144\_ год.** ***( 4 кредитів ECTS)*** зокрема: *лекції –* ***34*** *год., практичні –* ***34*** *год., самостійна робота –* ***\_76\_*** *год.* У курсі передбачено  **2**  *змістових модулі* та  **2**  *модульні* *контрольні роботи*. Вивчення дисципліни завершується **заліком.**

**Мета дисципліни** – набуття студентами розгорнутої системи уявлень стосовно взаємозв’язку між структурою та різноманітними властивостями широкого кола сучасних матеріалів, що використовуються в різних областях науки і техніки; отримання практичних умінь в галузі дослідження фізико-хімічних властивостей матеріалів.

**Завдання** – навчити студентів пояснювати та передбачати властивості того чи іншого матеріалу на основі уявлень про його хімічну будову та структуру; передбачати вплив умов отримання матеріалу на його властивості; застосовувати належні методи дослідження фізико-хімічних властивостей матеріалу та розуміти межі їх застосування та отриману за їх допомогою інформацію.

**Структура курсу.** Курс складається з лекційних та практичних занять за темами, пов’язаними із електронною будовою та структурою окремих типів матеріалів, розглядається вплив різних типів дефектів на формування властивостей матеріалів, вивчаються питання фазових перетворень при формуванні та функціонуванні окремих типів матеріалів, докладно характеризуються окремі важливі типи матеріалів. Матеріал розбитий на 2 модулі, вивчення кожного з яких закінчується написанням модульної контрольної роботи.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** як впливає структура на властивості матеріалу, які типи дефектів містять ти чи інші матеріали і як вони впливають на формування властивостей матеріалів, основні закономірності перебігу фазових перетворень при отриманні та функціонуванні матеріалу;

**вміти:** обирати належні експериментальні методи для оцінки тих чи інших властивостей матеріалу, розумітися на аналізі отриманої експериментальної інформації з метою передбачення впливу на властивості матеріалу.

**Місце дисципліни *(****в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напряму)*. «Фізико-хімічні основи матеріалознавства» є дисципліною з циклу дисциплін вільного вибору студента.

**Зв’язок з іншими дисциплінами**. “Фізико-хімічні основи матеріалознавства” вивчаються після засвоєння основ фізики, математики, а також основ фізичної хімії, та паралельно з основами колоїдної хімії. Дисципліна є однією з базових дисциплін, що сприяють формуванню високої професіональної кваліфікації фахівця з хімії, який повинен розумітися на основних напрямках сучасного матеріалознавства.

**Контроль знань і розподіл балів, які отримують студенти**

**впродовж вивчення дисципліни**

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (**ЗМ1**) входять теми **1** та **2**, у змістовий модуль 2 (**ЗМ2**) – теми **3** – **4.** Обов’язковим для **заліку** є **виконання завдань практичних занять**, домашніх розрахункових робіт, а також написання на позитивну (60% від максимуму) оцінку всіх модульних контрольних робіт та перевірочних робіт із розв’язання задач.

**Форми поточного контролю**: оцінювання 1) розв’язання задач практичних занять, 2) поточних контрольних та перевірочних робіт, 3) домашніх розрахункових робіт та самостійних завдань; 4) доповідей, рефератів, тестів; 5) активності на практичних заняттях.

**Модульний контроль**: написання двох модульних контрольних робіт.

**Підсумковий контроль**: залік.

**Змістовий модуль 1** включає в себе **6** лекцій (**20** год.), **4** практичних занять (**20** год.)..

Розрахунок максимальної кількості балів за ***змістовий модуль 1*** наведено у наступній таблиці:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид виконаної роботи | Тип діяльності | Кількість виконаних  робіт | Вартість однієї  роботи в балах  (максимально) | Сумарна  кількість балів  макс. мін. | |
| Модульна контрольна робота | Обов’язковий | 1 | 20 | **20** | **12** |
| Розв’язання практичних та розрахункових задач | Обов’язковий | 2 | 3 | **6** | **3** |
| Презентація доповіді або написання реферату за темою практичного завдання | Обов’язковий | 1 | 10 | 10 | 6 |
| Домашня самостійна робота | Бажаний | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Активність студента: усні відповіді, доповнення | Бажаний | 2 | 1 | 2 | 1 |
| **Максимальна сума балів за модуль** | | | | **40** | |

**Змістовий модуль 2** включає в себе **4** лекцій (**14** год.), **4** практичних заняття (**14** год.).

Розрахунок максимальної кількості балів за ***змістовий модуль 2*** наведено у наступній таблиці:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид виконаної роботи | Тип діяльності | Кількість виконаних  робіт | Вартість однієї  роботи в балах  (максимально) | Сумарна  кількість балів  макс. мін. | |
| Модульна контрольна робота | Обов’язковий | 1 | 20 | **20** | **12** |
| Розв’язання практичних розрахункових задач | Обов’язковий | 2 | 3 | **6** | **3** |
| Презентація доповіді або написання реферату за темою практичного завдання | Обов’язковий | 1 | 10 | 10 | 6 |
| Домашня самостійна робота | Бажаний | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Активність студента: усні відповіді, доповнення | Бажаний | 2 | 1 | 2 | 1 |
| **Максимальна сума балів за модуль** | | | | **40** | |

*До заліку може бути допущений студент,* ***який виконав усі обов’язкові види робіт,*** *які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Фізико-хімічні основи матеріалознавства”* (*а саме, виконання практичних розрахункових робіт, презентація доповіді, написання рефератів та поточних і модульних контрольних робіт)* ***і при цьому*** *за результатами модульно-рейтингового контролю* ***отримав*** *за два змістові модулі сумарну* ***оцінку в балах не менше 48 балів.***

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

***При простому розрахунку отримаємо:***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | Залік | Підсумкова оцінка |
| *Мінімум* | *24* | *24* | *12* | *60* |
| **Максимум** | **40** | **40** | **20** | **100** |

**Шкала відповідності** *(для заліку)*

|  |  |
| --- | --- |
| За 100 – бальною шкалою | За національною шкалою |
| 90 – 100 | Зараховано |
| 85 – 89 |
| 75 – 84 |
| 65 – 74 |
| 60 – 64 |
| 1 – 59 | не зараховано |

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ

ОСНОВ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

VIІ CЕМЕСТР

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назва теми | Кількість годин | | | |
| Лекції | . | Практ. | Сам. роб. |
| Змістовий модуль 1. Вплив електронної будови, кристалічної структури та різних типів дефектів на формування властивостей матеріалів | | | | | |
| 1 | Предмет і задачі матеріалознавства, коротка історія розвитку матеріалознавства. | 2 |  |  | 6 |
| 2 | Теорії електронної будови кристалічних та аморфних матеріалів. Формування зонної будови матеріалу з позицій методів сильного та слабкого зв’язку, зонна структура та властивості матеріалів | 4 |  | 4 | 12 |
| 3 | Експериментальні методи отримання інформації про зонну структуру твердофазних матеріалів | 2 |  | 4 | 12 |
|  | Поточна контрольна робота 1 |  |  | 2 |  |
| 4 | Класифікація дефектів. Точкові дефекти і їх роль у формуванні властивостей матеріалів. | 8 |  | 6 | 12 |
| 5 | Лінійні дефекти та їх вплив на властивості матеріалів | 2 |  |  | 6 |
| 6 | Двовимірні дефекти та їх вплив на властивості матеріалів.  Особливості зернограничної дифузії | 2 |  | 2 | 6 |
|  | Модульна контрольна робота 1 |  |  | 2 |  |
| Усього за модулем | | 20 |  | 20 | 54 |
| Змістовий модуль 2. Основи теорії фазових перетворень в матеріалах. Характеристика окремих груп важливих матеріалів | | | | | |
| 7 | Фазові перетворення в однокомпонентних системах. Класифікація фазових перетворень. | 2 |  | 2 | 4 |
| 8 | Кінетичні особливості фазових перетворень першого і другого роду. ТТТ-діаграми | 2 |  | 2 | 4 |
| 9 | Термодинаміка та кінетика фазових перетворень в багатокомпонентних системах. Мартенситні перетворення | 6 |  | 6 | 8 |
| 10 | Характеристика окремих груп важливих матеріалів. Керамічні матеріали. Композиційні матеріали | 4 |  | 2 | 6 |
|  | Модульна контрольна робота 1 |  |  | 2 |  |
|  | Всього за модулем | 14 |  | 14 | 22 |
| Усього | | 34 |  | 34 | 76 |

Змістовий модуль 1 Вплив електронної будови, кристалічної структури та різних типів дефектів на формування властивостей матеріалів

Тема 1. ПРЕДМЕТ І ЗАДАЧІ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА. ЕЛЕКТРОННА БУДОВА ТА КРИСТАЛІЧНА СТРУКТУРА РІЗНИХ ТИПІВ МАТЕРІАЛІВ

**Лекція 1.** Предмет матеріалознавства. Матеріали – від давніх часів до сьогодення. Видатні вчені-матеріалознавці. Київська школа матеріалознавства. Перспективи розвитку науки про матеріали. Основні типи класифікацій матеріалів – за складом і природою основної фази, за структурними особливостями, за визначальними властивостями, за методами отримання (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи***(6 год.). Мистецтво виготовлення матеріалів минулого: булат, порцеляна, скло, бронза. Історичні нариси. [Джерела internet]

**Лекція 2.** Теорії електронної будови кристалічних та аморфних матеріалів. Кристал – велика молекула. Описання електронної будови твердих тіл методом МО ЛКАО. Поняття про ступінь іонності, ступінь ковалентності і ступінь металічності зв’язку в твердому тілі. Утворення зонної структури твердого тіла в наближенні сильного зв’язку. Схема зонної структури гомоядерних ковалентних та іонних кристалів. Дозволені і заборонені зони. Метали, напівпровідники, діелектрики. (2 год.)

**Практичне заняття 1.** Кристалічна будова твердих тіл. Основні елементи симетрії кристалічних граток, сингонії, 14 типів решіток Браве. Точкові і просторові групи. Індекси площин, напрямків, граней. (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи***(6 год.) Основні положення методів валентних зв’язків (ВЗ) та МО ЛКАО. Порівняння можливостей та областей застосування цих двох методів в хімії твердого тіла. [16,17, 22, 23]

**Лекція 3. Т**еорії електронної будови (продовження). Утворення зон в твердому тілі в наближенні слабкого зв’язку. Хвильова функція електрона, що рухається вільно та електрона, що рухається в періодичному полі кристалічної гратки. Блохівські хвильові функції. Поняття про дисперсійне співвідношення між енергією електрона та його хвильовим вектором. Дисперсійне співвідношення для електрона, що рухається вільно та електрона, що рухається в полі кристалічної гратки. Заборонені зони в наближенні слабкого зв’язку. Поняття про зони Брілюена. (2 год.)

**Практичне заняття 2.** Кристалічна будова твердих тіл. Щільні пакування, розташування і розміри тетраедричних і октаедричних порожнин. Основні типи кристалічних решіток іонних сполук (тип NaCl, CsCl, NiAs, вюрциту, сфалериту, рутилу, шпінелі тощо). Обернена кристалічна гратка. Побудова перших та других зон Брілюена для пласкої квадратної та простої кубічної решіток. Точки високої симетрії зон Брілюена. Зони Брілюена різних типів кристалічних граток. (4 год.)

***Завдання для самостійної роботи***Провідники, напівпровідники, діелектрики. Особливості зонної будови [16-18] (6 год.)

**Лекція 4.** Загальне поняття про розрахунки енергії зон різними методами. Графічне представлення розрахунків зонної структури кристалів. Поняття про щільність електронних станів. Аналіз та порівняння розрахунків зонної структури, виконаних різними методами. Криві щільності електронних станів. Експериментальні методи отримання інформації про зонну структуру кристалів. (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи***Методи вирощуваннямонокристалів.[9] (4 год.)

**Практичне заняття 3.** Методи дослідження поверхні матеріалів. Атомно-силова мікроскопія. Трансмісійна електронна мікроскопія. Скануюча електронна мікроскопія. (4 год.)

***Завдання для самостійної роботи***Електрофізичні властивості матеріалів, зумовлені особливостями їх кристалічної та електронної будови. Піро-, сегнето-, та п’єзоелектрики. Особливості їх кристалічної будови. [1, 7, 8] (6 год.)

**Поточна контрольна робота №1.** Електронна і кристалічна будова різних типів твердих неорганічних речовин**.** (2 год.)

Тема 2. Дефекти і їх роль у формуванні властивостей матеріалів

**Лекція 5.** Дефекти і їх роль у формуванні властивостей матеріала. Класифікації дефектів. Точкові дефекти, дефекти Шотткі, Френкеля. Механізми виникнення, оцінка енергії дефектів. Термодинаміка дефектоутворення. Реакції дефектоутворення. Система Крегера–Вінка. [2, 3] (2 год.)

**Практичне заняття 4.** Реакції дефектоутворення та їх вплив на електрофізичні властивості матеріалів. (4 год.)

**Лекція 6.** Вплив точкових дефектів на формування електричних властивостей матеріалів. Точкові дефекти і зонна структура напівпровідників. Діаграми Броуера. Поляризація кристалів і точкові дефекти. Вплив точкових дефектів на оптичні властивості (забарвлення кристалів, люмінесценцію твердофазних матеріалів). Твердотільні лазери. Вплив точкових дефектів на магнітні властивості основних класів магнітних матеріалів. Роль точкових дефектів у забезпеченні дифузійних механізмів. Дифузія і самодифузія в твердих тілах. Коефіціенти дифузії, енергія активації дифузії. Методи виявлення точкових дефектів. (6 год.)

**Практичне заняття 5.** Дифузія в твердофазних матеріалах, її механізми. Методи дослідження. Розрахунки та оцінки дифузійних властивостей різних твердофазних матеріалів за експериментальними даними (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Люмінесценція та люмінофори. Основні класи магнітних матеріалів, їх структура. [1, 7, 8] (6 год.)

**Лекція 7.** Лінійні дефекти і їх вплив на механічні властивості матеріалів. Поняття про механічні властивості матеріалу. Пружність, модуль Юнга. Міцність, границя міцності. Крихкість, пластичність, повзучість, текучість. Теоретична границя міцності. Границя текучості, теорія Френкеля. Поняття про дислокації. Крайові і гвинтові дислокації. Густина дислокацій і її зв’язок із деформацією матеріалу. Різні способи реалізації руху дислокацій. Енергія дислокацій, взаємодія крайових дислокацій. Механізми виникнення та розмноження, методи виявлення дислокацій. Їх вплив на механічні властивості матеріалу. Атмосфера Котрелла. Деформаційне зміцнення матеріалів (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Фотодіодні матеріали. Нанорозмірні вуглецеві матеріали. [24] (6 год.)

**Практичне заняття 6.** Матеріали для сонячних батарей, проблеми і перспективи. Фотодіодні матеріали – революція в освітленні, проблеми і перспективи створення нових фотодіодних матеріалів. (2 год.)

**Практичне заняття 7.** Нанорозмірні вуглецеві матеріали. Графен, його властивості, методи отримання перспективи застосування. Фуллерени. Нанотрубки, нановолокна. (2 год.)

**Лекція 8.** Поверхневі дефекти, міжзеренні границі. Їх роль у забезпеченні дифузії. Механізми дифузії по границях зерен, експериментальні підтвердження. Естафетний механізм зернограничної дифузії. Явища надпластичності, жароміцності, роль міжзеренних границь в їх забезпеченні. Двійники, дефекти пакування. (2 год.)

**Модульна контрольна робота №1.** Дефекти в кристалічних тілах і їх роль у формуванні властивостей матеріалу**.** (2 год.)

**Контрольні запитання та завдання до змістового модуля 1**

1. Що називається матеріалом в науковому сенсі цього терміну? Які типи класифікацій матеріалів ви знаєте?
2. Охарактеризуйте основні етапи розвитку та досягнення української школи матеріалознавства.
3. Охарактеризуйте перспективні напрямки розвитку сучасного матеріалознавства.
4. Точкові групи і елементи симетрії в точкових групах.
5. Просторові групи і елементи симетрії в просторових групах.
6. Типи хімічного зв’зку в кристалічних речовинах, ступінь іонності та ступінь металічності речовини.
7. Основні фізичні властивості ковалентних, іонних та металічних кристалів.
8. Від чого залежить ширина розщеплення енергетичних рівнів в зону?
9. Що таке стеля зони, дно зони?
10. Проаналізувати наведену на рисунку структуру зон певного кристала. Визначити, до якого типу кристалів він відноситься (метал, діелектрик, напівпровідник)
11. Проаналізувати наведені на рисунку криві щільності електронних станів тих чи інших твердих речовин. Які висновки дозволяє зробити ця крива?
12. Які шляхи виникнення та причини утворення точкових дефектів? Чи є вони ріноважними дефектами?
13. Енергія дефектів Шотткі і Френкеля
14. Які методи виявлення точкових дефектів вам відомі?
15. На які властивості матеріалу впливають точкові дефекти? Наведіть конкретні приклади.
16. Записати реакції дефектоутворення та охарактризувати вплив отриманих дефектів на електричні властивості матеріалу.
17. Розрахувати коефіцієнт дифузії за експериментальними даними.
18. Шляхи і причини виникненя дислокацій. Чи є вони рівноважними дефектами?
19. Як пов’язані між собою густина дислокацій і деформація матеріалу?
20. Охарактеризуйте механізми руху і взаємодії дислокацій.
21. Охарактеризуйте вплив дислокацій на міцність матеріалу. Що таке “атмосфера Котрелла”, “ліс дислокацій”? Що таке деформаційне зміцнення матеріалу?
22. Які поверхневі дефекти ви можете перелічити і як вони впливають на властивості матеріалу?
23. Напівпровідники, власна і домішкова провідність.
24. Іонні кристали, будова, провідність та оптичні властивості.
25. Іонна провідність та тверді електроліти.
26. Діелектрики. Піро- та п’єзоелектрики.
27. Взаємозв’язок між сегнето-, піро- та п’єзоелектричними властивостями.
28. Люмінесценція та люмінофори.
29. Принцип дії твердо тільних лазерів.
30. Ферімагнетизм. Магнітно-м’які та магнітножорсткі матеріали.

Змістовий модуль 2. Основи теорії фазових перетворень в матеріалах. Характеристика окремих груп важливих матеріалів

Тема 3. Основи теорії фазових перетворень в матеріалах

**Лекція 9.** Термодинамікафазових перетворень. Фазові діаграми однокомпонентних систем. Монотропні та енантіотропні перетворення. Залежність температури монотропного перетворення від передісторії матеріалу, ефект Хедвалла. Діаграми стану вуглецю та нітриду бору. Синтез штучних аламазів. “Білий графіт” та “Гексаніт Р”. Фазові переходи першого і другого роду, їх основні ознаки, термодинамічна класифікація, рівняння Еренфеста для переходів другого роду. (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Чаоїт. Лонсдейліт. Агреговані алмазні нанострижні. [24] (2 год.)

**Практичне заняття 8.** Сучасні матеріали для зберігання та транспортування водню. Перспективи та напрямки досліджень в цій галузі. [24] (2 год.)

**Лекція 10.** Кінетичні особливості дифузійних фазових переходів першого роду. Вплив переохолодження на роботу формування зародка кристалів низькотемпературної модифікації, критичний радіус зародка. Швидкість дифузії, швидкість зростання зародка. Кінетика фазових переходів в умовах ізотермічної витримки. Рівняння Аврамі-Єрофєєва, його виведення, фізичний зміст констант. Експериментальні методи визначення ступеня перетворення. ТТТ-діаграми. (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Методи отримання аморфних металічних матеріалів, фактори, що впливають на можливості їх отримання. [7, 8, 24] (4 год.)

**Практичне заняття 9.** Квазікристалічні матеріали – новий клас кристалічних матеріалів. Аморфні металічні матеріали. Властивості, технології отримання, перспективи використання. (2 год.)

**Лекція 11.** Термодинаміка фазових переходів в багатокомпонентних системах. Евтектичні сплави, евтектичні кераміки, їх властивості, виготовлення жаростійких евтектичних покриттів. Тверді розчини, типи твердих розчинів. Загальні умови утворення твердих розчинів з обмеженою та необмеженою розчинністю. Різні типи діаграм стану з утворенням твердих розчинів. Властивості та області застосування твердих розчинів. Дисперсійне твердіння розчинів. Впорядкування твердих розчинів, фази Курнакова. Іонні та інтерметалічні сполуки, нестехіометрія, дальтоніди, бертоліди. Діаграми стану з утворенням стехіометричних і нестехіометричних сполук. (4 год.)

***Завдання для самостійної роботи***Методи дослідження мікроструктур сплавів. Система Fe–C: тверді розчини, границі розчинності, цементит. [6] (4 год.)

**Практичне заняття 10.** Діаграма стануFe–C. Сталі і чавуни. Їх властивості в залежності від вмісту вуглецю. Вплив легуючих елементів на властивості сталей та чавунів, γ-модифікатори. Мартенситні перетворення. (2 год.)

**Лекція 12.** Поняття про термічну обробку матеріалів, різні види термічної та термомеханічної обробки. Мартенситні бездифузійні перетворення. Природа бездифузійного перетворення, структура аустенітної і мартенситної фаз, співвідношення Курдюмова–Закса. Термодинаміка та кінетика бездифузійних мартенситних перетворень. Явище надпружності. (2 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Технологічні властивості та методи отримання плівок та покриттів різної природи. Газофазні технології. [7, 8] (6 год.)

**Практичне заняття 11.** Нітінол. Матеріали з ефектом пам’яті форми, їх властивості та застосування (2 год.)

**Тема 4. Характеристика окремих груп важливих матеріалів**

**Лекція 14.** Керамічні матеріали, технології їх отримання, властивості, області застосування**.** Киснева і без киснева кераміка. Композиційні матеріали, вплив властивостей компонентів на властивості матеріалу, розрахунок необхідного вмісту компонентів, фазові контакти, методи їх зміцнення. Порошкова металургія. Методи синтезу нових композиційних матеріалів (4 год.)

***Завдання для самостійної роботи*** Вуглець-вуглецеві та карбід-вуглецеві композиційні матеріали. Рідкокристалічні матеріали, їх отримання, властивості, використання. [7, 8] (2 год.)

**Практичне заняття 12.** Високотемпературна надпровідність та високотемпературні надпровідники [7, 8, 21, 24] (2 год.)

Контрольні запитання і завдання до змістового модуля 2

1. Охарактеризувати наведену фазову діаграму двокомпонентної системи. Спираючись на фазову діаграму охарактеризувати мікроструктури та можливі властивості матеріалів, які можна отримати в цій системі.
2. Умови утворення евтектик, різних типів твердих розчинів, сполук з ковалентним, іонним та металічним типом зв’язку.
3. Фазові переходи першого і другого роду. Термодинамічна класифікація.
4. Особливості кінетики фазових переходів першого і другого роду.
5. Охарактеризувати вплив переохолодження на кінетику утворення нової фази.
6. Якими методами можна оцінити ступінь перетворення та енергію активації фазового переходу першого роду? Що таке ТТТ-діаграми?
7. Що таке дисперсійне зміцнення матеріалу? Чим воно відрізняється від дисперсійного твердіння?
8. Охарактеризувати основні властивості сталей та чавунів. Вплив основних відомих вам легуючих елементів на властивості сталей та чавунів.
9. Охарактеризувати сутність мартенситних перетворень.
10. На чому заснована властивість пам’яті форми матеріалу? Де використовуються такі матеріали?
11. Що таке суперсплави? Їх основні властивості.
12. Охарактеризувати основні типи матеріалів, що можуть бути використані для зберігання водню.
13. В чому полягають основні етапи керамічної технології? Охарактеризувати основні властивості керамічних матеріалів.
14. Що таке композиційний матеріал? В якій мірі властивості композиційного матеріалу пов’язані з властивостями окремих його компонентів? Наведіть змістовні приклади.
15. Охарактеризувати структури високотемпературних надпровідників купратного та залізо арсенідного типів.

Література

Основна

1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. Ч.1, 2. – М.: Мир, 1988. 558 с., 336 с.
2. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов. – М.: Изд-во МГУ, 2006
3. Г.Готтштайн. Физико-химические основы материаловедения. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Хімія твердого тіла. Ч.1. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2003.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.А. Основи матеріалознавства. Функціональні неорганічні матеріали. Ч.2. . – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2004.
6. Материаловедение. Учебник для вузов./Под ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. –648 с.
7. Неорганическое материаловедение. Т.1. Основы науки о материалах. /Под ред. Гнесина Г.Г., Скорохода В.В.– Киев: Наукова думка, 2008. 1152 с.
8. Неорганическое материаловедение. Т.2. Материалы и технологии. Кн.1, 2 /Под ред. Гнесина Г.Г., Скорохода В.В.– Киев: Наукова думка, 2008. 856 с., 896 с.
9. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства. – Харків: ХНУн-т ім. Каразіна, 2005.
10. Новые материалы. Под ред. Карабасова Ю.С. – М.: «МИСИС», 2002. – 736 с.

**Додаткова**

1. Браун. М., Доллимор Д., Галвей А. Реакции твердых тел. – М.: Мир, 1983.
2. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. – М.: Химия, 1978. 360 с.
3. Избранные методы исследования в металловедении./Под. ред. Хунгера Г.Й.– М.: Металлургия, 1985.
4. Киттель Ч. Ввнедение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978.
5. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа, 1977. 288 с.
6. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. Т.1. – М.: Мир, 2004. 679 с.
7. Харрисон У. Электронная структура и свойства твердых тел. Т.1, 2. – М.: Мир,1983. –381 с., 332 с.
8. Хенней Н. Химия твердого тела. – М.: Мир,1971.
9. Григорович В.К. Металлическая связь и структура металлов. – М.: Металлургия, 1988. 296 с.
10. Рао Ч.Н.Р., Гопалакришнан Дж. Новые направления в химии твердого тела. – Новосибирск: Наука, 1990.
11. Фистуль В.И. Новые материалы, состояние, проблемы, перспективы. – М.: МИСИС, 1996.
12. Эварестов Р.А. Квантовохимические методы в теории твердого тела. –Л.: Изд-во ЛГУ, 1982.
13. Хофман Р. Строение твердых тел и поверхностей. Взгляд химика-теоретика. – М.: Мир, 1990.
14. Materials Today. The open access magazine for materials science. –/www.sciencedirect.com/science/journal/13697021
15. Fahlman B.D. Materials Chemistry. – Springer, 2007. – 475 p.