



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Фізика та хімія фазових перетворень



### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Фізики металів та напівпровідників (165)

### Рівень освіти

бакалавр

### Тип дисципліни

Профільна підготовка

### Семестр

4

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Малихін Сергій Володимирович

[Seryii.Malykhin@khi.edu.ua](mailto:Seryii.Malykhin@khi.edu.ua)

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 40 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Фізика та хімія фазових перетворень», «Фізика конденсованого стану», «Методи структурного аналізу», "Кристалографія"

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В даному курсі викладаються основні відомості про хімічні реакції та фізичні процеси на основі загальних принципів фізики. Вивчаються основні закони фізичної хімії, закони перебігу та напрямку протікання хімічних і фізичних процесів, швидкостей реакцій, стан хімічної та фізичної рівноваги, опис його за допомогою діаграм стану. Отримується практика розрахунків теплових ефектів хімічних реакцій та фазових перетворень, визначення та передбачення рівноважного стану в реальних умовах, або змінень в термодинамічних системах рівноважним способом. Знання є базовими для вирішення задач прикладної фізики для отримання необхідних властивостей та параметрів фізичними об'єктами, для створення нових сучасних матеріалів із заданими властивостями. Курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 галузі знань – «природничі науки».

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення та засвоєння матеріалу з навчальної дисципліни «Фізика та хімія фазових перетворень» полягає в отриманні студентами в кінцевому результаті потрібних знань та навичок для самостійних розрахунків теплових ефектів хімічних реакцій та фазових перетворень, визначення та передбачення рівноважного стану в реальних умовах, досліджень фазових та структурних змінень в термодинамічних системах, що підпадають до галузі природничих наук,

при вирішенні задач прикладної фізики для отримання необхідних властивостей та параметрів фізичними об'єктами, процесами та системами та для належної підготовки спеціалістів до майбутньої діяльності.

### **Формат занять**

Лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### **Компетентності**

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК9. Здатність працювати автономно.
- СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

### **Результати навчання**

- Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
- Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
- Р06. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
- Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.
- Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 150 год.: лекції – 48 год., практичні заняття - 16 год., самостійна робота- 86 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

"Фізика", "Вища математика"

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1 Фізична хімія та термодинамічний опис стану речовини.**

Предмет і метод фізичної хімії. Основні визначення та поняття термодинамічних систем. Термодинамічне визначення процесів, що протікають у відкритих та закритих системах та закони збереження енергії і імпульсу. Характеристика термодинамічних процесів.

#### **Тема 2. Хімічна термодинаміка та термохімія**

Перший закон термодинаміки. Застосування закону збереження енергії до хімічних процесів. Термохімія та закони термохімії. Енергетика хімічних процесів у стандартному стані та при підвищених температурах. Другий закон термодинаміки. Теорема Карно-Клаузіуса. Ентропія, як

функція стану системи, її властивості. Ентропія як міра необерненості процесу, критерій направленості процесу.

### Тема 3. Вчення Гіббса про характеристичні функції

Метод термодинамічних функцій Гіббса. Систематика характеристичних функцій. Рівняння максимальної роботи Гіббса-Гельмгольца. Використання термодинамічних потенціалів. Співвідношення Максвелла. Математичне визначення характеристичних функцій. Термодинаміка закритих систем. Сенс характеристичних функцій Гіббса. Визначення рівноваги. Рівняння Гіббса – Гельмгольца для максимальної роботи

### Тема 4. Термодинаміка відкритих систем.

Хімпотенціал, як термодинамічна функція. Залежність хімічного потенціалу від основних параметрів стану системи. Рівняння Гіббса та рівняння Гіббса- Дюгема. Хімпотенціал ідеального газу та складовій суміші ідеальних газів.

### Тема 5. Вчення про гетерогенну рівновагу.

Визначення рівноваги. Три складові рівноваги ізольованої системи. Термодинамічний опис рівноваги. Види рівноважного стану. Принцип рівноваги за Гіббсом. Умови фазової рівноваги. Термодинамічний опис рівноваги в хімічних реакціях. Хімічна спорідненість реакцій (процесів). Закон дії (діючих) мас. Поняття константи рівноваги. Принцип Ле Шательє - Брауна. Рівняння Вант-Гоффа. Ізотерма, ізохора та ізобара Вант-Гоффа.

### Тема 6. Термодинаміка розчинів.

Визначення розчинів та їх класифікація. Кількісні характеристики розчинів. Характер зміни термодинамічних функцій при утворенні розчинів. Основні властивості та закони ідеальних розчинів. Закони і властивості неідеальних розчинів. Тверді розчини. Види твердих розчинів. Умови утворення твердих розчинів. Обмежені та необмежені розчини. Правила Юм - Розері для формування розчинів

### Тема 7. Фазова рівновага та основи вчення про діаграми стану.

Загальні уявлення про діаграми стану. Залежність потенціалу Гіббса від температури, тиску, концентрації. Фазова рівновага в однокомпонентних системах. Діаграми однокомпонентних систем. Визначення фазових переходів першого та другого роду. Термодинамічне виведення основних типів стану двокомпонентних систем. Діаграма стану з безмежною розчинністю компонентів у твердому та рідкому стані- типу "сигари". Теоретичне побудовання діаграми з необмеженою розчинністю двох компонентів. Правило важеля 1 і 2 роду. Правило трьох крапок. Випадок трифазної рівноваги в двокомпонентних системах. Основні типи двокомпонентних діаграм фазової рівноваги.

## Теми практичних занять

Тема 1. Агрегатні стани речовини. Основні газові закони. Сили хімічного зв'язку.

Тема 2. Розбір прийомів та законів розв'язання задач з використанням першого закону термодинаміки та теплового ефекту реакцій.

Тема 3. Розбір прийомів та законів розв'язання задач з використанням Закону Кірхгофа про теплові ефекти при підвищених температурах.

Тема 4. Розбір прийомів та законів розрахунку змінення ентропії в термодинамічних процесах..

Тема 5. Розбір прийомів та законів розрахунку змінення вільної енергії в термодинамічних процесах.

Тема 6. Розбір практичних прийомів розрахунку хімпотенціалу в моделі ідеального газу

Тема 7. Правило фаз Гіббса, його виведення та використання для аналізу стану системи Хімічна рівновага та константа рівноваги.

Тема 8. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Читання РТ-діаграм однокомпонентних систем.

Тема 9. Розбір діаграм типу "сигара". Побудова кривих охолодження. Правило Вегарда. Приклади вирішення задач.

Тема 10. Розбір використання правила трьох точок та правила важеля для розв'язання задач по діаграмам

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Основні закони речовини у газовому стані; рівняння стану; Типи сил міжатомного зв'язку - 10 год.  
Вирішення задач обов'язкового домашнього завдання №1 на тему основних газових законів - 10 год.  
Вирішення задач обов'язкового домашнього завдання №2 на тему теплових ефектів та термохімії - 10 год.

Вирішення задач обов'язкових домашніх завдань №3 та №4 на теми використання закону Кірхгофа для теплових ефектів та розрахунку змінення ентропії - 15 год.

Вирішення задач обов'язкового домашнього завдання №5 на тему розрахунку вільної енергії - 10 год.

Вирішення задач обов'язкового домашнього завдання №6 на тему розрахунку питань стосовно різного роду діаграм фазового стану двокомпонентних систем - 15 год.

Підготовка до іспиту - 16 год.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Колесников И.М. Бабин Е.П. Краткий курс химической термодинамики. Киев, Вища школа, 1988
2. Лебідь В.І., Фізична хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.
3. А.І. Костржицький, О.Ю. Калінков, В.М. Тіщенко, О.М. Берегова. Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.
4. Т.А. Каменська, Г.А. Рудницька, М.Є. Пономарьов Фізична хімія хімічна термодинаміка. : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 257 с.
5. В. В. Кочубей, Н. О. Бутиліна, П. І. Топільницький, Ю. А. Раєвський. Фізична хімія . Навчальний посібник / Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 112 с.

### Додаткова література

1. М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова, О.В.Лебідь. Колоїдна хімія.- Х.:ХНУ ім. Н.Н.Каразіна, 2012.-500с.
2. Філенко О. Г. Збірник задач з фізичної хімії–К.: Вища школа, 1973 – 184 с.
3. О.М.Бялік, В.С.Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Матеріалознавство.: Підручник.- К.: ІВЦ «Політехніка», 2001.- 375 с.Пономарева К.С. Сборник задач по физической химии. М., Металлургизд., 1962.
4. Білий О.В., Біла Л.М. Фізична і колоїдна хімія. Київ: Вища шк., 1981.120с.Райнз Ф. Диаграммы фазового равновесия в металлургии. Перевод с англ. – М.: Металлургиздат, 1960. – 376 с.
5. Рубцов В.І. Фізична хімія: задачі і вправи. Рекомендовано МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - Харків, вид ХНУ, 2011. 416 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Відвідування лекцій - 20 балів.

Виконання завдання на самостійну роботу - 35 балів.

Оцінка виконання контрольних робіт - 5 балів.

Оцінка іспиту - 40 балів.

### Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка                            | ECTS |
|------------|---|------|
| 90–100     | Відмінно                                      | A    |
| 82–89      | Добре   | B    |
| 75–81      | Добре   | C    |
| 64–74      | Задовільно                                    | D    |
| 60–63      | Задовільно                                    | E    |
| 35–59      | Незадовільно<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F    |

## Норми академічної етики і політика курсу

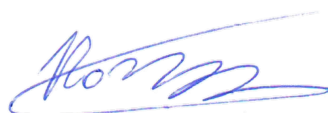
Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено



Завідувач кафедри  
Сергій МАЛИХІН



Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ