



ФІЗИКА І ХІМІЯ НАНОСИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>13 Механічна інженерія¹</i> |
| Спеціальність | <i>132 Матеріалознавство</i> |
| Освітня програма | <i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i> |
| Статус дисципліни | <i>Вибіркова</i> |
| Форма навчання | <i>очна(денна)/ /дистанційна</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>1 курс, весняний семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>5 кредитів ECTS / 150 годин, 36 годин лекцій, 9 годин практичних занять</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>екзамен / МКР</i> |
| Розклад занять | <i>http://rozklad.kpi.ua</i> |
| Мова викладання | <i>Українська/Англійська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: доктор технічних наук, професор, Юркова Олександра Іванівна, e-mail: yurkova2403@gmail.com ² Практичні: доктор технічних наук, професор, Юркова Олександра Іванівна, e-mail: yurkova2403@gmail.com</i> |
| Розміщення курсу | <i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=203924</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення навчальної дисципліни надає здобувачу можливість ознайомитися з сучасним рівнем наукових досліджень в області фізики та хімії наносистем, поглибити професійну підготовку в межах спеціальності та освітньої програми, здобути додаткові результати навчання. Цю дисципліну варто вчити для того, щоб стати конкурентоспроможним фахівцем. Отримання матеріалів/покривів завтрашнього дня з підвищеними фізико-хімічними та механічними властивостями для екстремальних умов експлуатації – це утворення та розвиток наносистем. Для створення нових наноматеріалів та раціонального управління технологічними процесами необхідно володіти знаннями законів, яким підкоряються гетерогенні наносистеми, і умінням кількісно характеризувати і описати їх структуру та властивості. Отримані знання стануть в пригоді як у дослідницької діяльності, так й у повсякденному житті.

Предмет дисципліни «Фізика і хімія наносистем» – вивчення особливостей впливу нанорозмірності та поверхневих явищ, що виникають на границі розділу фаз в наносистемах, на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів і покривів з

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

них при їх отриманні різними методами, в т.ч. методами порошкової металургії, для прогнозування їх властивостей в залежності від складу, структури, розміру елементів структури, для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів фахових компетентностей спеціальності таких як:

– здатність аналізувати вплив нанорозмірності та поверхневих явищ, що виникають на границі розділу фаз в наносистемах, на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів та покриттів з них при їх отриманні різними методами, в т.ч. методами порошкової металургії, та прогнозувати їх властивості в залежності від складу, структури, розміру елементів структури, для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями для певних умов експлуатації;

– здатність аналізувати роль розмірних ефектів в фізико-хімії наносистем та прогнозувати фізико-хімічні та механічні властивості наноматеріалів в залежності від розміру елементів структури, їх розподілу за розмірами для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями;

– здатність обирати сучасні методи дослідження структури, хімічного складу, фізико-хімічних та механічних властивостей наноматеріалів (порошкових, композиційних, керамічних, та ін.)

– здатність обґрунтовано обирати сучасні методи та технологічні варіанти отримання наноматеріалів та покриттів з них для заданих умов експлуатації. з урахуванням вимог надійності, економічності, а також сфер застосування.

– **Програмні результати навчання:**

студенти мають продемонструвати знання:

- термінології (основні поняття та визначення);
- основних кількісних характеристик роздробленості речовини;
- основних специфічних ознак і класифікації дисперсних та наносистем і поверхневих явищ;
- ролі об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях наноматеріалів, молекулярно-кінетичних властивостей наносистем та їх кількісних характеристик;
- факторів, що впливають на стійкість наносистем та їх еволюцію,;
- особливостей поверхневих явищ на границі поділу фаз, термодинамічних параметрів поверхневого шару;
- впливу нанорозмірності на реакційну здатність, розчинність речовини, рівновагу хімічної реакції, температуру фазових переходів;
- особливостей структурного стану та ролі розмірних ефектів в наносистемах;
- особливостей методів та технологічних варіантів отримання наноматеріалів;
- сучасних методів діагностики наносистем.

студенти повинні уміти:

- Самостійно встановлювати зв'язок структури та властивостей в наноматеріалах;
- аналізувати та прогнозувати вплив розміру елементів структури та їх розподілу за розмірами на властивості наноматеріалів з метою їх керованої зміни та створення нових матеріалів;
- прогнозувати фізико-хімічні та механічні властивості наноматеріалів в залежності від , складу, структури, розміру елементів структури та їх розподілу за розмірами для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями;
- використовувати теоретичні знання для аналізу та пояснення фізичних і хімічних процесів, які відбуваються під час утворення, обробці та функціонування наносистем;

- обирати сучасні методи дослідження структури, хімічного складу, фізико-хімічних та механічних властивостей наноматеріалів (металевих, композиційних, керамічних, полімерних та ін.)
- обирати сучасні методи та технологічні варіанти отримання наноматеріалів для заданих умов експлуатації. з урахуванням вимог надійності, економічності та екологічних наслідків їх застосування, а також сфер застосування.
- враховувати вплив складу, структури та розміру її елементів, їх розподілу за розмірами на фізико-хімічні та механічні властивості матеріалів із різним ступенем дисперсності із наперед заданими функціональними властивостями;
- Використавувати знання сучасних композитів і покриттів із матеріалів різного ступеня дисперсності, теорії і технології їх отримання для проектування і створення нових композитів і покриттів з необхідним комплексом експлуатаційних характеристик;

студенти повинні мати досвід:

- уявляти особливості впливу нанорозмірності та поверхневих явищ, що виникають на границі розділу фаз в наносистемах, на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів і покриттів з них при їх отриманні різними методами, в т.ч. методами порошкової металургії.

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

Дисципліна викладається в другому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки магістрів з матеріалознавства. Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей бакалаврського рівня.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Фізика і хімія наносистем», є підґрунтям для проведення науково-дослідних робіт, виконання магістерських дисертацій при підготовці за спеціальністю «Матеріалознавство».

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї **дисципліни**.

Дисципліна – «Фізика і хімія наносистем» містить один змістовний модуль: «Фізика і хімія наносистем»

Розділ 1. Характеристика дисперсних та наносистем.

Тема 1.1. Вступ. Предмет та завдання курсу. Основні етапи розвитку науки про дисперсний стан речовини та наносистеми.

Тема 1.2. Загальна характеристика дисперсних систем. Дисперсний стан речовини. Основні поняття та визначення. Класифікація дисперсних систем.

Розділ 2. Фізико-хімічні особливості наносистем. Молекулярно-кінетичні властивості наносистем

Тема 2.1. Фізико-хімічні особливості наносистем. Роль об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях дисперсних матеріалів. Енергетична та геометрична характеристики дисперсних систем. Правило фаз Гіббса для дисперсних систем. Молекулярно-кінетичні властивості наносистем, їх кількісна характеристика та залежність від дисперсності..

Тема 2.2. Стійкість дисперсних і наносистем та їх еволюція. Види стійкості дисперсних та наносистем. Седиментаційна стійкість.

Розділ 3. Наносистеми та особливості поверхневих явищ

Тема 3.1. Наносистеми та особливості поверхневих явищ. Роль об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях наноматеріалів. Термодинамічні параметри поверхневого шару.

Тема 3.2. Вплив дисперсності на фізико-хімічні властивості матеріалів.

Розділ 4. Особливості структурного стану та розмірні ефекти в наносистемах

Тема 4.1. Загальна характеристика структурного стану наносистем. Класифікація наносистем за топологічними ознаками Класифікація наносистем: за складом, розподілом та формою структурних складових. Структурні елементи.

Тема 4.2. Дефекти, поверхні розділу, пограничні сегрегації. Дислокації в малорозмірних об'єктах. Характеристика полідисперсності.

Тема 4.3 Розмірні ефекти в наносистемах. Розмірна залежність властивостей наноматеріалів

Розділ 5. Методи та технології отримання наноматеріалів

Тема 5.1 Основні методи отримання наноматеріалів. Фізичні та хімічні методи отримання. Методи порошкової металургії.

Тема 5.2 Методи інтенсивної пластичної деформації.

Тема 5.3 Тонкоплівкові технології модифікування поверхні

Розділ 6. Діагностика наносистем

Тема 6.1. Комплексний підхід до дослідження матеріалів. Атестація структури наноматеріалів. Методи дослідження структури наноматеріалів. Електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз та ін.

Тема 6.2. Атестація хімічного складу наноматеріалів. Спектральні методи дослідження Методи хімічного аналізу.

Тема 6.3. Атестація механічних властивостей наноматеріалів. Методи визначення комплексу механічних властивостей наноматеріалів на мікро- та нанорівні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Базова

1. Маслюк В.А., Лобода П.І., Мініцький А.В. Фізико-хімічні основи поверхневих явищ в твердих дисперсних системах. Навчальний посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2012.-212 с.

2. Скороход В.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах [Текст] / В.В. Скороход, І.В. Уварова, А.В. Рагуля. – Київ: Академперіодика, – 2001. – 180 с.

3. Азаренков Н.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие [Текст] / Н.А. Азаренков, А.А. Веревкин, Г.П. Ковтун. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – 69 с.

4. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы [Текст] / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 192 с.

Перераховані книги є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань з фізики і хімії наносистем.

4.2 Допоміжна

5. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства [Текст] / Гусев А.И. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 199 с.

6. Клындюк А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А.И. Клындюк. – Минск: БГТУ, 2011. – 317с.

7. Киселев В.Ф., Козлов С.Н., Зотеев А.В. Основы физики поверхности твердого тела. М: Изд-во Московского Университета. Физический факультет МГУ, 1999.–284.

8. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов [Текст] / Колобов Ю.Р., Валиев Р.З., Грабовецкая Г.П. и др. – Новосибирск: Наука, 2001. – 232 с.

9. Валиев Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией [Текст] / Р.З. Валиев, И.В. Александров. – М.: Логос, 2000. – 272 с.

10. Носкова Н.И. Субмикроструктурные и нанокристаллические металлы и сплавы [Текст] / Н.И. Носкова, Р.Р. Мулюков. – Екатеринбург: УО ЗАН, 2003. – 279 с.

11. Морохов И.Д. Физические явления в ультрадисперсных средах [Текст] / И.Д. Морохов, Л.И. Трусов, В.Н. Лаповок. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 224 с.

12. Физико-химия ультрадисперсных сред [Текст] / Под ред. И.В. Тананаева. – М.: Наука, 1987. – 256 с.

13. Шоршоров М.Х. Ультрадисперсное структурное состояние металлических сплавов [Текст] / М.Х. Шоршоров. – М.: Наука, 2001. – 155 с.

14. Гегузин Я.Е. Физика спекания [Текст] / Я.Е. Гегузин. – Москва: Наука, 1984. – 312 с.

15. Неорганическое материаловедение [Текст]: энциклопед. изд.: в 2-х т. / под ред. Г.Г. Гнесина, В.В. Скорохода. – Киев: Наукова думка, 2008. – 1152 с.

Книги, зазначені у списку додаткових навчальних матеріалів, є у вільному доступі бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних занять. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Зміст лекційних занять

Розділ 1. Характеристика дисперсних та наносистем

Лекція 1. Вступ. Мета і завдання дисципліни. Виникнення та роль дисперсних матеріалів в історії еволюції людства. Історія формування галузі знань: основні етапи розвитку науки про дисперсний стан речовини. Стислий огляд основних питань курсу. (електронна презентація)

Література [1] – с. 3-11; [2] – с. 5-11; [5] - с. 7-17.

Лекція 2. Загальна характеристика дисперсних систем. Дисперсний стан речовини. Основні поняття та визначення науки про наносистеми. Дисперсні системи як сукупність дисперсної фази та дисперсійного середовища. Основні кількісні характеристики роздрібненості речовини. (електронна презентація)

Література [1] с. 5-13; [4] с. 317-328; с. 342-346.

Лекція 3. Класифікація дисперсних систем. Характеристика полідисперсності. Методи одержання дисперсних систем. (електронна презентація)

Література [1] – с. 3-12; [2] – с. 12-30; 36; [3] с.102-111; [4] – с. 20-26. [4] – с. 12 – 18.

Розділ 2. Фізико-хімічні особливості наносистем. Молекулярно-кінетичні властивості наносистем

Лекція 4. Енергетична та геометрична характеристики дисперсних систем. Правило фаз Гіббса для дисперсних та наносистем. Молекулярно-кінетичні властивості наносистем, їх кількісна характеристика та залежність від дисперсності. (електронна презентація)

Дидактичні засоби – презентація

Література: [1] – с. 32 – 38; [2] – с. 15-25; [5] – с. 116-132; [7] – с. 171 – 177; 190 - 191, [8] – с. 222-225

Лекція 5. Стійкість дисперсних і наносистем та їх еволюція. Види стійкості дисперсних та наносистем. Види стійкості дисперсних та наносистем: термодинамічна, седиментаційна, фазова та поверхнева. Шляхи укрупнення частинок. Фактори стійкості. (електронна презентація)

Література: [6] – с. 62 – 78; [7] – с. 79-85.

Розділ 3. Наносистеми та особливості поверхневих явищ

Лекція 6. Наносистеми та особливості поверхневих явищ. Роль об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях матеріалів. Термодинамічні параметри поверхневого шару. (електронна презентація)

Література: [1] – с. 42 – 58; [2] – с. 30-42; [3] – с. 39-55.

Лекція 7. Вплив дисперсності на фізико-хімічні властивості матеріалів: реакційну здатність, розчинність речовини, рівновагу хімічної реакції, температуру фазових переходів. Термодинаміка утворення нової фази. Кінетика утворення нової фази в системі “P – T”. Керування ступенем дисперсності. *(електронна презентація)*

Література: [2] – с. 80-92; [6] – с. 62- 78; 79-95.

Тематична контрольна робота 1 (перелік питань на тематичну контрольну роботу у Додатку А).

Розділ 4. Особливості структурного стану та розмірні ефекти в наносистемах

Лекція 8. Загальна характеристика структурного стану наносистем. Класифікація наносистем. Елементи структури. *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 12 - 25; [2] – с.12-30; [3] – с.7-13; [5] – с. 116-132; 168-174.

Лекція 9 Дефекти, поверхні розділу (границі кристалітів, потрійні стики зерен), пограничні сегрегації, пори в наноматеріалах. Дислокації в малорозмірних об'єктах. Особливості структурного стану наноматеріалів. *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 25-33; [2] – с. 10-15; [3] – ?; [4] - с. 116-132.

Лекція 10. Розмірні ефекти в наноматеріалах. Залежність властивостей наносистем від розміру елементів структури. Розмірна залежність властивостей наноматеріалів (термічних, кінетичних, електричних, магнітних, оптичних, механічних). *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 45 – 113; [2] – с. 19-30; [5] – с. 133-167.

Розділ 5. Методи та технології отримання наноматеріалів

Лекція 11. Основні методи отримання наноматеріалів. Класифікація консолідованих ультрадисперсних та наноматеріалів за методами виготовлення та типу структури. Методи отримання нанопорошків. Характеристика та особливості основних методів отримання ультрадисперсних та нанопорошків *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 114-143; [2] – с.79-85; [5] – с. 17-38; 46-51.

Лекція 12. Особливості та специфічні вимоги щодо компактування нанопорошків.

(електронна презентація)

Література: [1] – с. 114-143; [2] – с.79-85; [5] – с. 17-38; 46-51.

Лекція 13. Методи компактування нанопорошків зі збереженням структурного стану та фазового складу. *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 114-143; [2] – с.79-85; [5] – с. 17-38; 46-51.

Лекція 14. Методи отримання наноматеріалів: Методи інтенсивної пластичної деформації. Контрольована кристалізація з аморфного стану. Технологія плівок і покриттів. *(електронна презентація)*

Література: [2] – с. 88-90; [5] – с. 38-45; 57-61.

Тематична контрольна робота 2 (перелік питань на тематичну контрольну роботу у Додатку А)

Розділ 6. Діагностика наносистем

Лекція 15. Комплексний підхід до дослідження наноматеріалів. Методи дослідження структури наносистем та наноматеріалів: рентгеноструктурний аналіз, електронна мікроскопія. *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 181-185; [2] – с. 139-145; [5] – с. 94 – 100, 172 – 173; [10] – с. 96, 127, 189, 254,

Лекція 16. Експериментальні методи дослідження структури наноматеріалів: скануюча зондова мікроскопія. *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 181-185; [2] – с. 139-145; [6] – с. 94 – 100, 172 – 173, 199 – 201; [10] – с. 96, 127, 189, 254.

Лекція 17. Атестація хімічного складу наноматеріалів. Експериментальні методи визначення хімічного складу та структури поверхні. Спектральні методи дослідження. *(електронна презентація)*

Література: [2] – с. 145-148.

Лекція 18. Атестація механічних властивостей. Методи механічних випробувань для визначення комплексу механічних властивостей наноматеріалів на мікро- та нанорівні (методи індентування). *(електронна презентація)*

Література: [1] – с. 186; [2] – с. –148-153; с. 171-180.

5.2 Перелік тем практичних занять

- 1. Характеристика дисперсних та наносистем. Основні кількісні характеристики роздрібненості речовини: Характеристичний розмір, дисперсність, питома поверхня. Взаємозв'язок питомої поверхні та дисперсності (2 години).*
- 2. Молекулярно-кінетичні властивості наносистем: тепловий рух, дифузія, седиментація та їх кількісні характеристики. Дифузійно-седиментаційна рівновага (3 години).*
- 3. Поверхневі явища. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Повна поверхнева енергія. (2 години).*
- 4. Розмірні ефекти в наноматеріалах: розмірна залежність кінетичних властивостей нанодисперсних матеріалів. Залежність ефективного коефіцієнту дифузії азоту та вуглецю в залізі від розміру зерна d та ширини границь зерен s (2 години).*

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 96 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем (48,5 годин);
- підготовці до 2-х тематичних контрольних робіт (4 години)
- підготовці до виконання практичних занять, яка полягає у написанні протоколу, аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1,5 години на 1 годину виконання практичних занять (13,5 годин);
- підготовці до підсумкової атестації – екзамену (30 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентами:

- Відвідування усіх практичних занять є обов'язковим.
- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час лабораторних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Умовою допуску до практичних занять є наявність у студента написаного протоколу, який складається з: номерів та назви практичної роботи; мети практичної роботи; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення. Перевірка правильності виконання завдань проводиться викладачем безпосередньо на занятті. Студенти можуть обробляти отримані на практичному занятті результати (виконувати розрахунки, аналіз одержаних результатів та формулювання висновків) самостійно вдома і надавати їх на перевірку викладачу на наступному занятті. За умови проведення практичних занять у дистанційному режимі оформлені протоколи практичних робіт із виконаними завданнями надсилаються викладачу для перевірки упродовж тижня після останнього заняття за відповідною темою.
- Результати виконаних практичних робіт оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, таблицями, графіками, елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надсилається на e- mail викладача. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому

редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.

- Перескладання тематичних контрольних робіт проводиться за взаємною домовленістю викладача та студента.
- Перескладання екзамену проводиться під час додаткової сесії за положенням КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до графіку перескладань, оприлюдненому на сайті ІМЗ ім. Є.О. Патона
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання програмного продукту та методик оптимального вибору для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи 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)

Поточний контроль:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 1 бал, всього 18 балів.
- Захист звітів з практичних робіт всього максимально 70 балів:
 - Практична робота 1 максимум 15 балів
 - Практична робота 2 максимум 25 балів
 - Практична робота 3 максимум 15 балів
 - Практична робота 4 максимум 15 балів
- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 14-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожний тест 6 балів, всього складає 12 балів за семестр.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт № 1 та Тематичної контрольної роботи № 1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт № 2, № 3 та тематичної роботи № 2.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг ≥ 50 балів за умови виконання усіх практичних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях не менше 9.
- Тематичні контрольні роботи не менше 6.
- Захист звітів з практичних робіт не менше 35 балів.

Відповідь на кожне з питання оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);

- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

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 |

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- У випадку проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою курсу, що підтверджується відповідними сертифікатами, додатково нараховуються 10 балів.
- Перелік питань на 1 та 2 тематичні контрольні роботи знаходиться в Додатку А
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (екзамен) знаходиться в Додатку Б.
- Практичні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

професором кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, доктором технічних наук, професором, Юрковою Олександрою Іванівною

Ухвалено:

Кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

(протокол № ___ від _____)

Погоджено:

Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О.Патона (протокол № __ від _____)

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,
які виносяться на тематичні контрольні роботи**

Тематична контрольна робота 1:

1. Загальна характеристика дисперсних систем. Ознаки дисперсних систем, основні визначення та особливості. Наведіть приклади дисперсних та наносистем.
2. Які характеристики є кількісною мірою роздрібненості речовини?
3. Надайте визначення дисперсності, питомої поверхні. Одиниці вимірювання.
4. Від чого залежить площа питомої поверхні? Як геометрія частинок дисперсної фази впливає на площу питомої поверхні?
5. За якими основними ознаками класифікують дисперсні системи?
6. Класифікація дисперсних систем за структурою. Надати приклади.
7. Класифікація дисперсних систем в залежності від розміру елементів частинок дисперсної фази.
8. Класифікація дисперсних систем по виду (геометричної формі) дисперсної фази?
9. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Чим обумовлено різноманіття дисперсних систем?
10. Які методи диспергування матеріалів Ви знаєте?
11. Які властивості дисперсних та наносистем відносять до молекулярно-кінетичних? Надайте їх характеристику.
12. Яка природа броунівського руху частинок? Як характеризувати інтенсивність броунівського руху частинок?
13. Надайте визначення дифузії. Чи є процес дифузії оборотним і яким чином можливо повернення системи у вихідний стан? Що є рушійною силою процесу дифузії? Чим обумовлена дифузія? Який напрям має дифузія?
14. Фізична сутність коефіцієнту дифузії. Як розрахувати розмір частинок за коефіцієнтом дифузії? Який зв'язок між середнім зсувом частинки та коефіцієнтом дифузії?
15. Надайте визначення седиментації. Коли відбувається седиментація? Як використовують явище седиментації?
16. На якому фізичному принципі засновано метод седиментаційного аналізу? З якою метою використовують ультрацентрифуги? Для яких систем застосовується седиментаційний аналіз у відцентровому полі, а для яких в гравітаційному?
17. Які сили діють на частинки, що осідають в процесі седиментації? Чому процеси дифузії та седиментації є конкуруючими?
18. Від чого залежить швидкість седиментації? Як можна прискорити седиментацію?
19. Що таке дифузійно-седиментаційна рівновага? Яким законом характеризується? В яких системах встановлюється седиментаційно-дифузійна рівновага?
20. В чому полягають відмінності структури поверхневого шару від структури внутрішнього об'єму? В чому причина виникнення надлишкової енергії поверхневого шару?
21. Надайте поняття поверхневого натягу як термодинамічної функції. Термодинамічний вираз для величини σ . Надайте силове та енергетичне визначення поверхневого натягу.
22. Пояснить, за рахунок чого виникає поверхневий натяг. Які сили відповідають за його виявлення?
23. Правило фаз Гіббса для дисперсних та наносистем. В чому різниця з класичним правилом фаз Гіббса?
24. Яка форма тіла є найбільш термодинамічно стійкою? Принцип Гіббса-Кюри. Принцип Гіббса-Кюри для рідини. Яка форма є термостабільною для монокристала? Константа Вульфа.
25. Керування ступенем дисперсності: як отримати ультрадисперсні та наносистеми, грубодисперсні, полі- та монодисперсні системи?

Тематична контрольна робота 2:

1. Загальна характеристика структури наноматеріалів (НМ) та її особливості.

2. Особливості структури границь зерен в нанокристалічних матеріалах.
3. Від чого та як залежить об'ємна частка міжзеренного простору, границь зерен та потрійних стиків в нанокристалічній речовині? На що впливає?
4. Розмірна залежність (розмірний ефект) фізико-хімічних властивостей НМ. Як змінюються властивості матеріалів при подрібненні до нанорозмірів?
5. Для яких розмірів елементів структури розмірна залежність властивостей наносистем проявляється найбільш інтенсивно? Чому?
6. Чи змінюються властивості матеріалу зі збільшенням ступеню роздробленості і чому?
7. З чим пов'язані розмірні ефекти (залежності) в наносистемах? Чому виникають розмірні ефекти в наносистемах?
8. Вплив дисперсності (розмірна залежність) на термічні властивості матеріалів.
9. Вплив розміру кристалітів на термодинамічні властивості НМ.
10. Вплив розміру кристалітів на реакційну та дифузійну здатність і каталітичну активність НМ.
11. Вплив дисперсності на механічні властивості матеріалів: розмірна залежність характеристик міцності та пластичності.
12. Методи отримання наноматеріалів. Класифікація основних методів отримання дисперсних та наноматеріалів за структурою (розмір елементів структури, розорієнтуванням границь розділу)..
13. Які вимоги повинні забезпечити методи отримання порошків та методи їх компактування для забезпечення наноструктурного стану?
14. Порошкова технологія отримання ультрадисперсних та наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів: методи порошкової металургії.
15. Методи консолідації нанопорошків.
16. Методи високоенергетичного подрібнення (методи ППД) для отримання нанокристалічної структури.
17. Методи отримання ультрадисперсних та наноматеріалів: методи інтенсивної пластичної деформації.
18. Методи отримання об'ємних нано- та субмікроструктурних матеріалів.
19. Методи та технології отримання НМ: методи поверхневої інтенсивної деформації особливості методів, особливості структури.
20. Технології отримання НМ: тонкоплівкові технології модифікування поверхні.
21. Які матеріали отримують контрольованою кристалізацією з аморфного стану?

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,
які виносяться на семестровий контроль**

1. Загальна характеристика дисперсних систем. Ознаки дисперсних систем, основні визначення, особливості. Наведіть приклади дисперсних систем.
2. Кількісні характеристики дисперсності.
3. Які характеристики є кількісною мірою роздрібненості речовини?
4. Надайте визначення дисперсності. Одиниці вимірювання.
5. Що таке площа питомої поверхні або «питома поверхня»? Яким чином визначається «питома поверхня», одиниці вимірювання?
6. Від чого залежить площа питомої поверхні? Як геометрія частинок
7. дисперсної фази впливає на площу питомої поверхні?
8. За якими основними ознаками можна провести класифікацію дисперсних систем?
9. Класифікація дисперсних систем за структурою. Надати приклади.
10. Класифікація дисперсних систем в залежності від розміру елементів частинок дисперсної фази.
11. Класифікація дисперсних систем по виду (геометричної формі) дисперсної фази?
12. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Чим обумовлено різноманіття дисперсних систем?
13. Скільки та яких комбінацій агрегатного стану дисперсної фази та дисперсійного середовища існує? Навести приклади.
14. Які методи диспергування матеріалів Ви знаєте?
15. Які властивості дисперсних та наносистем відносять до молекулярно-кінетичних? Надайте їх характеристики.
16. Яка природа броунівського руху частинок? Як характеризувати інтенсивність броунівського руху частинок?
17. Надайте визначення дифузії. Чи є процес дифузії оборотним і яким чином можливо повернення системи у вихідний стан?
18. Що є рушійною силою процесу дифузії? Чим обумовлена дифузія? Який напрям має дифузія?
19. Фізична сутність коефіцієнту дифузії. Як розрахувати розмір частинок за коефіцієнтом дифузії?
20. Який зв'язок між середнім зсувом частинки та коефіцієнтом дифузії?
21. Надайте визначення седиментації. Коли відбувається седиментація? Як використовують явище седиментації?
22. На якому фізичному принципі засновано метод седиментаційного аналізу? З якою метою використовують ультрацентрифуги? Для яких систем застосовується седиментаційний аналіз у відцентровому полі, а для яких в гравітаційному?
23. Які сили діють на частинки, що осідають в процесі седиментації?
24. Чому процеси дифузії та седиментації є конкуруючими?
25. Від чого залежить швидкість седиментації? Як можна прискорити седиментацію?
26. Що таке дифузійно-седиментаційна рівновага? Яким законом характеризується? В яких системах встановлюється седиментаційно-дифузійна рівновага?
27. В чому полягають відмінності структури поверхневого шару від структури внутрішнього об'єму? В чому причина виникнення надлишкової енергії поверхневого шару?
28. Надайте поняття поверхневого натягу як термодинамічної функції. Термодинамічний вираз для величини σ .
29. Надайте силове та енергетичне визначення поверхневого натягу.
30. Пояснить, за рахунок чого виникає поверхневий натяг. Які сили відповідають за його виявлення?

31. Правило фаз Гіббса для дисперсних та наносистем. В чому різниця з класичним правилом фаз Гіббса?
32. Яка форма тіла є найбільш термодинамічно стійкою? Принцип Гіббса-Кюрі.
33. Принцип Гіббса-Кюрі для рідини. Яка форма є термостабільною для монокристала? Константа Вульфа.
34. Керування ступенем дисперсності: як отримати ультрадисперсні та наносистеми, грубодисперсні, полі- та монодисперсні системи?
35. Загальна характеристика структури НМ та її особливості.
36. Особливості структури границь зерен в нанокристалічних матеріалах.
37. Від чого та як залежить об'ємна частка міжзеренного простору, границь зерен та потрійних стиків в нанокристалічній речовині? На що впливає?
38. Розмірна залежність (розмірний ефект) фізико-хімічних властивостей НМ. Як змінюються властивості матеріалів при подрібненні до нанорозмірів?
39. Для яких розмірів елементів структури розмірна залежність властивостей наносистем проявляється найбільш інтенсивно? Чому?
40. Чи змінюються властивості матеріалу зі збільшенням ступеню роздробленості і чому?
41. З чим пов'язані розмірні ефекти (залежності) в наносистемах? Чому виникають розмірні ефекти в наносистемах?
42. Вплив дисперсності (розмірна залежність) на термічні властивості матеріалів.
43. Вплив розміру кристалітів на термодинамічні властивості НМ.
44. Вплив розміру кристалітів на реакційну та дифузійну здатність і каталітичну активність НМ.
45. Вплив дисперсності на механічні властивості матеріалів: розмірна залежність характеристик міцності та пластичності.
46. Методи отримання наноматеріалів. Класифікація основних методів отримання дисперсних та наноматеріалів за структурою (розмір елементів структури, розорієнтуванням границь розділу)..
47. Які вимоги повинні забезпечити методи отримання порошків та методи їх компактування для забезпечення наноструктурного стану?
48. Порошкова технологія отримання ультрадисперсних та наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів: методи порошкової металургії.
49. Методи консолідації нанопорошків.
50. Методи високоенергетичного подрібнення (методи ІПД) для отримання нанокристалічної структури.
51. Методи отримання ультрадисперсних та наноматеріалів: методи інтенсивної пластичної деформації.
52. Методи отримання об'ємних нано- та субмікроструктурних матеріалів.
53. Методи та технології отримання НМ: методи поверхневої інтенсивної деформації особливості методів, особливості структури.
54. Технології отримання НМ: тонкоплівкові технології модифікування поверхні.
55. Які матеріали отримують контрольованою кристалізацією з аморфного стану?
56. В чому полягає комплексний підхід до дослідження наноматеріалів. Методи дослідження структури наноматеріалів.
57. Призначення методів скануючої електронної мікроскопії (СЕМ)?
58. Які задачі вирішують спектральні методи дослідження (ВІМС, ЕОС, РОР, ЯГР)?
59. Які задачі вирішують методами скануючої зондової мікроскопії (АСМ та СТМ)?
60. Які задачі вирішують методами польової іонної мікроскопії?
61. Які задачі вирішують методами СЕМ?
62. Призначення методів просвічувальної електронної мікроскопії (ПЕМ) та просвічувальної електронної мікроскопії високої роздільної здатності (ВРПЕМ).
63. Призначення методів рентгеноструктурного аналізу.
64. Які механічні характеристики наноматеріалів можна визначити методами індентування?

