



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Фізика конденсованого стану

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

Спеціальна (фахова), обов'язкова

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Малихін Сергій Володимирович

Seryii.Malykhin@khp.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 студенти вивчають термодинамічні закономірності та механізми фазових перетворень, їх класифікацію, класичну теорію зародження і кристалізації, кінетику і морфологію росту кристалів чистих металів і сплавів, особливості бездифузійного затвердіння сплавів, фазові перетворення в твердому стані і перетворення при відпалі деформованих матеріалів, а також будову фаз в металевих з'єднаннях. Особливу увагу приділено закономірностям формування кристалічних структур, мікро – та наноструктур та композитів. Курс є базовим для задач прикладної фізики для отримання необхідних властивостей та параметрів фізичними об'єктами, для створення нових сучасних матеріалів із заданими властивостями. Призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 галузі знань – «природничі науки».

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни полягає в формуванні у студентів основних понять про фазові перетворення в твердих, рідких і газоподібних речовинах, про термодинамічні засади і кінетику перетворень, а також знання загальних законів, які обумовлюють формування структури твердих тіл при різноманітних зовнішніх умовах. Вивчаються термодинамічні закономірності та механізми фазових перетворень, їх класифікацію, класичну теорію зародження і кристалізації,

кінетику і морфологію росту кристалів чистих металів і сплавів, особливості бездифузійного затвердіння сплавів, фазові перетворення в твердому стані і перетворення при відпалі деформованих матеріалів, а також будова фаз. Отримуються знання для вирішення задач прикладної фізики по отриманню необхідних властивостей та параметрів фізичними об'єктами та системами

Формат занять

Лекційні та практичні заняття, консультації, курсова робота. Підсумковий контроль - іспит

Компетентності

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- СК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.
- СК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
- СК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
- СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

Результати навчання

- Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
- Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
- Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
- Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації
- Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.
- Р09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

«Вища математик», «Фізика».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1 Термодинаміка фазових перетворень. Класифікація фазових перетворень

Предмет фізики конденсованого стану. Склад, структура, властивості. Визначення фазового перетворення, як процесу зміни енергетичного стану системи. Мимовільний і не мимовільний процес. Поняття гомогенного і гетерогенного перетворення. Класифікація фазових перетворень. Нерівноважність і метастабільність системи. Механізм і кінетика фазового перетворення. Нерівноважні процеси. Опис нерівноважних процесів.

Тема 2. Класична теорія зародження та кристалізації

Теорія Фольмера-Вебера. Поняття атомної флуктуації. Опис процесу зародження. Гомогенне та гетерогенне зародження. Енергетика процесу зародження. Енергія утворення зародка критичного розміру. Кінетика зародження та кристалізації.

Тема 3. Кінетика і морфологія росту кристалів

Кристалізація чистих металів. Атомна теорія росту кристалів. Закон Кюри-Гіббса-Вульфа й умови термодинамічної рівноваги. Формування огранки монокристалів. Ретикулярна щільності граней. Залежність швидкості росту від атомної щільності грані.

Тема 4. Кристалізація сплавів

Особливості кристалізації сплавів. Рівноважний розподіл домішки. Кристалізація з пересиченого розчину. Метастабільність пересичення і переохолодження. Флуктуація атомна, концентраційна і температурна. Формування зародка і перерозподіл компонентів. Кристалізація однофазних сплавів. Коефіцієнт розподілу домішки. Швидкість кристалізації. Розподіл домішки за умови плоского фронту кристалізації. Концентраційне переохолодження. Форма поверхні розділу кристал-рідина.

Тема 5. Бездифузійне затвердіння сплавів

Одержання аморфних металевих стекел. Умови критерії і параметри аморфізації.

Тема 6. Кристалізація багатофазних сплавів

Кристалізація евтектичних сплавів. Особливості і переваги евтектик. Перерозподіл компонентів у ході кристалізації. Морфологія евтектичної кристалізації. Ріст пластинчастої евтектики за умови плоского фронту кристалізації.

Тема 7. Фазові перетворення у твердому стані

Специфічні фактори твердофазних перетворень. Види термообробок: ізотермічний відпал, безупинне охолодження. Термодинаміка фазових перетворень у твердому стані. Міжфазні границі й енергія міжфазних границь. Дифузійні перетворення у твердому стані. Термодинаміка розпаду твердого розчину. Стадії розпаду пересиченого твердого розчину. Опис дифузійних перетворень. Бездифузійні фазові перетворення. Нормальні перетворення. Мартенситоподібні перетворення. Механізм мартенситного перетворення.

Тема 8. Перетворення, що відбуваються при відпалі деформованих матеріалів.

Фізичні явища, що протікають при термообробці (відпочинок, повернення, полігонізація, рекристалізація 1-го і 2-го роду).

Тема 9. Будова фаз у металевих сполуках

Тверді розчини. Первинні або ж граничні розчини. Розчини проникнення, замішування та відняття. Проміжні фази. Фактори, що обумовлюють утворення проміжних фаз. Фази проникнення. Валентні сполуки. Надструктури. Ітерметалідні сполуки. Електронні сполуки. Фази Юм-Розері та Лавеса.

Теми практичних занять

Тема 1. Термодинамічний опис рівноважних і нерівноважних систем і процесів. Зміна вільної енергії Гіббса системи. Поняття фазових переходів першого і другого родів

Тема 2. Опис механізму перетворення. Класифікація виходячи з характеру переміщення межфазної границі. Кінетика фазового перетворення.

- Тема 3. Перехід у стан дійсної рівноваги. Час релаксації. Правило супінів Освальда. Приклади метастабільних станів та необоротних процесів. Особливості перетворень
- Тема 4. Фазові перетворення і структура. Реальна структура металів і сплавів. Дефекти кристалічної будови. Модель мозаїчного кристала.
- Тема 5. Формалізм теорії Фольмера-Вебера. Поняття атомної флуктуації. Види атомних флуктуацій. Додаток теорії до реальних процесів.
- Тема 6. Енергія утворення зародка критичного розміру. Зниження енергії утворення зародка при гетеро-генному зародженні
- Тема 7. Механізм переміщення міжфазної границі. Безупинний ріст кристалів, східчастий (бічний) ріст, ріст за допомогою гвинтових дислокацій
- Тема 8. Кристалізація на анізотропних підкладках. Поняття епітаксії.
- Тема 9. Одержання аморфних металевих стекол. Умови критерії і параметри аморфізації.
- Тема 10. Механізми евтектичної кристалізації по Бочвару
- Тема 11. Класифікація фазових перетворень у твердому стані
- Тема 12. Дифузійні перетворення у твердому стані. Послідовність стадій дифузійного перетворення
- Тема 13. Особливості дифузійних перетворень (роль дефектів кристалічної будівлі і полів деформацій у кристалі)
- Тема 14. Мартенситні перетворення в системі залізо - вуглець.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

- Механізми дифузії в металах і сплавах - 15 год
 Явища повернення та рекристалізація - 15 год
 Магнітні структури - 15 год
 Підготовка курсової роботи - 35 год
 Підготовка до іспиту - 6 год.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Robert W. Cahn The Coming of Materials Science.- Pergamon Materials Series, Cambridge, UK, 2001, 568 p
2. Зиман З.З., Сіренко А.Ф. Основи фізичного матеріалознавства, Х., ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2005.-288 с.
3. Поплавко Ю. М. Фізичне матеріалознавство , Ч. 3. Провідники та магнетики. /Ю. М. Поплавко, С. О. Воронов, Ю. І. Якименко.. Навчальний посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 372 с.
4. Н.В. Подопрігора, М.І. Садовий, О.М. Трифонова. Фізика твердого тіла / Н.В. Подопрігора, М.І. Садовий, О.М. Трифонова: Навчальний посібник, – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2014. –416 с.
5. R.W. Cahn, P. Haasen, E., J. Kramer Materials Science and Technology: A Comprehensive Treatment 2008, DOI: 10.1002/9783527619306
6. С.О. Колінко., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А. Конспект лекцій з дисципліни «Фізика конденсованого стану матеріалів» М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 175 с.

Додаткова література

1. R.W. Cahn, P. Haasen, E.J. Kramer. Materials science and technology (Weinheim an der Bergstrasse, Germany) Imprint Weinheim ; New York : VCH, 1991- 257 p.
2. Є.Г. Афтандіянц, О.О. Зазимко, К.Г. Лопатко .Матеріалознавство: Підручник. К.: Вища освіта, 2012.- с 548.
3. Chaikin P. M., Lubensky T. C. Principles of Condensed Matter Physics. — Cambridge University Press, 1995.

4. О.М.Бялік, В.С.Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Матеріалознавство.: Підручник.- К.: ІВЦ «Політехніка», 2001.- 375 с.с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Відвідування лекцій - 20 балів.

Виконання завдання на самостійну роботу - 20 балів.

Оцінка виконання контрольних робіт - 10 балів.

Оцінка виконання курсової роботи - 10 балів.

Оцінка іспиту - 40 балів.

Шкала оцінювання

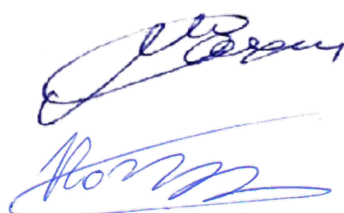
Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

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