



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Фізичні властивості матеріалів

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

Вибіркова

Семестр

7, 8

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Зубарєв Євгеній Миколайович

enzubarev@gmail.com

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

Досвід роботи – 42 роки. Автор понад 180 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Атомна дифузія в твердих тілах», «Фізичні властивості матеріалів», «Електроннографія», «Радіаційна стійкість матеріалів», «Рентгено-флуоресцентний аналіз». Сфера наукових інтересів електронна мікроскопія, рентгено-структурний аналіз, рентгенівська оптика, дифузія та фазові перетворення в нанорозмірних плівкових системах.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В даному курсі студенти вивчають основні фізичні властивості твердих тіл, а саме електричні, термоелектричні, теплові та магнітні. У випадку монокристалів, які по своїй суті анізотропні, фізичні властивості описуються тензорами різного рангу. Кількість незалежних компонентів тензорів зменшується зі зростанням симетрії кристалів і в кубічних кристалах транспортні властивості вироджуються в скалярні величини, тобто не залежать від кристалографічного напрямку. У випадку полікристалічних твердих тіл фізичні властивості усереднюються по великій кількості кристалічних зерен і їх фізичні властивості описуються усередненими сталими, які наведені в довідниках. В текстурованих функціональних твердотільних матеріалах кристалічних анізотропія фізичних властивостей проявляється знову. Велика увага в даному курсі приділяється залежності фізичних властивостей від хімічної та геометричної-кристалічної структури матеріалів. Одною з важливіших ознак структури – є дефекти кристалічної будови: вакансії, дислокації, дефекти пакування, домішкові атоми. В даному курсі обговорюється вплив

різних дефектів кристалічної будови на фізичні властивості. Цей курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 галузі знань – «природничі науки».

Мета та цілі дисципліни

Мета викладання дисципліни – дати студентам знання по електричним, термоелектричним, тепловим та магнітним властивостям чистих матеріалів та їх сплавів. Знання дисципліни є теоретичною основою для розробки фізичних методів дослідження структури та властивостей твердотільних матеріалів на основі вивчення їх реакції на зовнішній вплив; розробки методів керування фізичними властивостями твердих тіл за допомогою формування відповідної структури; розробки нових матеріалів, в тому числі нових наноматеріалів, з особливими фізичними властивостями.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, курсовий проект, консультації. Підсумковий контроль – залік і іспит.

Компетентності

1. ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
2. ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
3. ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
4. СК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
5. СК3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.
6. СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.
7. СК8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

Результати навчання

- R01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
- R02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
- R06. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

Обсяг дисципліни

Частина I. Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Частина II. Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 40 год., самостійна робота – 50 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно знати основні поняття з курсів: вища математика, загальна фізика, кристалографія, фізика та хімія фазових перетворень, теорія конденсованого стану, вміти будувати та обробляти експериментальні графіки за допомогою математичного пакету Origin..

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

В рамках даної дисципліни студенти виконують дві курсових роботи на шостому та сьомому семестрах.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Частина I, семестр 7

Тема 1. Вступ. Методи побудови фізичних методів дослідження матеріалів. Прямі і зворотні задачі матеріалознавства.

Тема 2. Тензорний опис фізичних властивостей твердих тіл

Скаляри, вектори і тензори другого рангу. Перетворення осей координат. Перетворення компонентів вектора. Перетворення компонентів тензора другого рангу. Визначення тензору. Характеристичні поверхні для тензору другого рангу. Головні осі. Спрощення рівнянь при приведенні до головних осей. Вплив симетрії кристалу на властивості, які описуються тензорами другого рангу.

Тема 3. Електричні властивості твердих тіл

Феноменологічний опис електропровідності. Температурна залежність електропровідності. Електропровідність в моделі вільних електронів. Внутрішній і зовнішній розмірні ефекти. Вплив дефектів кристалічної будови на електропровідність металів. Вплив пружних деформацій на електроопір металів та напівпровідників (тензометрія). Електричний опір твердих розчинів. Електричний опір гетерогенних сплавів. Використовування електричного опору в матеріалознавстві. Матеріали з особливими електричними властивостями: надпровідники, металічне скло, неоднорідні тверді розчини, сплави з упорядкуванням атомів, композиційні матеріали, матеріали з високим питомим електроопором.

Тема 4. Термоелектричні властивості твердих тіл

Ефекти Зеєбека та Пельтьє. Ефект Томсона. Основи термометрії. Основні термопари і їх характеристики.

Тема 5. Теплові властивості твердих тіл

Феноменологічний опис теплоємності. Основні поняття та визначення. Теорії теплоємності. Температурна залежність теплоємності. Основи термічного і калориметричного аналізу.

Тема 6. Теплопровідність твердих тіл

Феноменологічний опис теплопровідності. Основні поняття та визначення. Температурна залежність теплопровідності.

Тема 7. Теплове розширення твердих тіл

Основні поняття та визначення. Потенціали взаємодії атомів в твердому тілі і ангармонізм їх коливань. Теплове розширення сплавів. Методи визначення теплового розширення матеріалів (дилатометрія).

Частина II, семестр 8

Тема 1. Сучасні уявлення про магнетизм

Взаємодія між зарядами в лабораторній і рухомій системах координат. Сила Лоренца. Сила Ампера. Основні магнітні величини та одиниці їх вимірювання. Магнітні властивості твердих тіл.

Тема 2. Основні відомості з теорії магнетизму

Орбітальний магнітний момент та правила його квантування. Спіновий магнітний момент та правила його квантування. Квантові числа та і заповнення електронних оболонок. Електронні формули багатоелектронних атомів.

Тема 3. Будова багатоелектронних атомів та їх магнітні моменти

Магнітні моменти багатоелектронних атомів. Магнетизм атомних ядер. Друга підтема. Діамагнетизм електронної оболонки атомів. Парамагнетизм електронів провідності в металах (парамагнетизм Паулі). Діамагнетизм Ландау. Магнетизм простих і перехідних металів.

Тема 4. Магнітоупорядковані магнетики

Обмінний інтеграл та енергія обмінної взаємодії. Феромагнетики, антиферомагнетики і феромагнетики. Залежність Бете-Слетера.

Тема 5. Енергія феромагнетизму у зовнішньому магнітному полі

Петля гістерезису. Енергія обмінної взаємодії. Енергія кристалографічної магнітної анізотропії. Енергія магнітострикційної деформації. Енергія механічних напружень. Енергія розмагнічувального поля феромагнетика. Магнітні домени.

Тема 6. Структура міждомених меж розподілу

Межі Нееля і Блоха. Методи дослідження міждомених границь.

Тема 7. Взаємодія намагнічених доменів з зовнішнім магнітним полем

Процеси намагнічування феромагнетиків. Магнітний гістерезис.

Тема 8. Технічні феромагнетики.

Магнітом'які магнітні матеріали. Магнітотверді магнітні матеріали. Сучасні магнітні матеріали: аморфні та наноструктуровані.

Теми практичних занять

Частина I

Тема 1. Розв'язок задач по перетворенню осей координат і компонент вектора при зміні базису.

Тема 2. Розв'язок задач по перетворенню компонент тензора при зміні базису.

Тема 3. Розв'язок задач по електронним властивостям металів.

Тема 4. Розв'язок задач по електронним властивостям напівпровідників.

Тема 5. Розв'язок задач по контактним явищам.

Тема 6. Розв'язок задач по тепловим явищам.

Теми лабораторних робіт

немає

Самостійна робота

В рамках даної дисципліни студенти виконують дві курсових роботи на шостому та сьомому семестрах. Студенти самостійно опрацьовують лекційний матеріал, а також самостійно вивчають теми та питання, які не викладаються на лекційних заняттях. Студенти готуються до контрольних робіт, самостійно оформлюють лабораторні роботи і готуються до їх здавання викладачу. Курсові роботи студенти захищають публічно в присутності комісії, яка складається з викладачів кафедри, та студентів академічної групи. При захисті курсових робіт враховується доповідь, презентація роботи, відповідь на запитання і оцінка керівника курсової роботи.

Література та навчальні матеріали

Основна:

1. J.F. Nye. Physical properties of crystals. – Oxford at the Clarendon Press, 1957.-388 p.
2. І. Болеста Фізика твердого тіла – Л.: Вид-во відділу ЛНУ ім. Франка, 2003. – 479 с.
3. Ю. М. Поплавко, С. О. Воронов, Ю. І. Якименко. Фізичне матеріалознавство: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – Ч. 3. Провідники та магнетики. – 372 с.
3. Н.В. Подопрігора, М.І. Садовий, О.М. Трифонова Фізика твердого тіла : навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – 413 с.
4. Ю. М. Поплавко. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
5. Advanced Magnetic Materials/ Edit. by L Malkinski – Rijeka: InTech, 2012. –230 p.
6. Структура і фізичні властивості твердого тіла. Лабораторний практикум. За ред. Л.С. Палатника.– Київ: Вища школа, 1992. –312 с.

Додаткова:

7. Ю. М. Поплавко. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
8. Ю. М. Поплавко, Л. П. Переверзева, С. А. Воронов, Ю. І. Якименко. Фізичне матеріалознавство: Навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – Ч. 2: Діелектрики. – 392 с..

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (3 запитання) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести (по 15%), курсові роботи (30%),

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