



ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 рік підготовки, осінній семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС, 90 годин, 13 годин лекцій, 7 годин семінарських, 70 години СР
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.ф.-м. н., доц. Куліш Володимир Вікторович, тел. +38(044)204-82-48 (роб.) Практичні / Семінарські: д.ф.-м. н., доц. Куліш Володимир Вікторович, тел. +38(044)204-82-48 (роб.)
Розміщення курсу	Платформа "Електронний кампус КПІ" https://campus.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Отримані в рамках дисципліни «Фізика конденсованих середовищ» знання можуть використовуватись у майбутніх наукових дослідженнях аспірантів. Предметом вивчення у навчальному курсі є системи багатьох частинок, що перебувають у конденсованому стані: кристалічному, аморфному чи особливих станах, що спостерігаються у нанорозмірних структурах.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК 1. Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових і складних ідей, переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику, розв'язувати значущі наукові та інші проблеми.

ЗК 2. Здатність використовувати у професійній діяльності сучасні знання з різних наук, у тому числі міждисциплінарного характеру.

ЗК 5. Здатність знаходити, обробляти й аналізувати необхідну інформацію для вирішення проблем й прийняття рішень.

ЗК7. Здатність забезпечувати безперервний саморозвиток і самовдосконалення, відповідальність за розвиток інших.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК 1. Здатність самостійно здійснювати науково-дослідну та науково-педагогічну діяльність у галузі прикладної фізики з використанням новітніх наукових теорій, методів та інноваційних технологій

ФК 2. Здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі прикладної фізики для вирішення наукових і практичних проблем

ФК 3. Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження, комбінувати та зв'язувати їх методи, інтерпретувати одержані результати з метою виявлення властивостей та характеристик досліджуваних об'єктів в галузі прикладної фізики та нанотехнологій

ФК 4. Здатність проводити дослідження складних систем, їх системний та синергетичний аналіз, використовувати моделі та методи моделювання в наукових дослідженнях.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі *програмні результати навчання (ПРН)*:

ПРН 1. Системні знання у фізиці та інших природничих науках, включаючи оволодіння методами наукового дослідження при здійсненні професійної діяльності;

ПРН 2 Системні знання поглибленого рівня в галузі прикладної фізики, наукомістких технологій, нових речовин і матеріалів, методів дослідження їх властивостей, зокрема, знання сучасних досягнень та інноваційних прикладних рішень, в тому числі на стику різних галузей наук.;

ПРН 3 Знання методики проведення теоретичних та експериментальних досліджень, основоположних принципів системного та синергетичного аналізу, розуміння моделей та методів моделювання в прикладній фізиці.;

ПРН 9 Вміння орієнтуватися в наукових проблемах у професійній сфері, знаходити оптимальні шляхи їх розв'язання;

ПРН 10 Вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові складні ідеї, які заслуговують на рецензовану публікацію на національному або міжнародному рівні;

ПРН 11 Вміння розширення меж і переосмислення наявного теоретичного знання й професійних практик, здатності сприймати, розробляти, застосовувати і адаптувати основний процес дослідження з науковою повнотою і цілісністю;

ПРН 12 Вміння обирати теоретичні й експериментальні методи дослідження, відповідні методи системного і синергетичного аналізу, застосовувати моделі та методи моделювання та інноваційні підходи для розв'язання складних завдань і проблем в науково-дослідній та/або інноваційних сферах;

ПРН 15 Вміння збирати та інтерпретувати наукову та фахову інформацію, з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та пошукових систем;

ПРН 16 Вміння використовувати сучасні методи і технології професійної комунікації українською та іноземними мовами;

ПРН 17 Вміння ефективно взаємодіяти в професійному середовищі й соціумі в цілому, результативно, науково і професійно працювати над новими ідеями як індивідуально, так і як член творчої команди.

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

Пропонований матеріал спирається на знання, засвоєні аспірантами попередньо в рамках циклів загальної фізики та теоретичної фізики (переважно курсів "Фізика твердого тіла" та "Сучасні теоретичні методи у фізиці твердого тіла"), а також курсів магістерської підготовки "Технології і застосування наноструктур" та "Нові речовини і матеріали для наукоємних технологій". Отримані в рамках дисципліни «Фізика конденсованих середовищ» знання можуть використовуватись у майбутніх наукових дослідженнях аспірантів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Дефекти кристалічної структури та їх вплив на властивості кристалу.

Розділ 2. Основи теорії поверхні.

Розділ 3. Магнітовпорядковані матеріали та спінові хвилі у них. Спінтроніка.

Розділ 4. Основи фізики нанорозмірних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна

1. Поплавко Ю.М. Фізика твердого тіла T1, T2.- Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017.
2. Куліш В.В. Композитні наноструктури з металевими елементами. Журнал нано- та електронної фізики. – 2011. – Т.3, №3. – С. 114-126.
3. Бібик В.В., Гричановська Т.М., Одноворець Л.В., Шумакова Н.І. Фізика твердого тіла. Під ред. Проценка І.Ю. Суми: Видавництво СумДУ, 2010.
4. Prutton M. Introduction to Surface Physics. Published 1994 by Clarendon Press.
5. Ashcroft N.W., Mermin N.D. Solid State Physics. Published 1976 by Cengage Learning.
6. Kittel C. Introduction to solid state physics. Published 1975 by John Wiley and Sons, Inc.
7. Ziman J. Principles of the Theory of Solids. Published 1972 in Cambridge.
8. Green M. Solid state surface science. Published 1969 by Marcel Dekker.
9. Akhiezer A.I., Bar'yakhtar V.G., Peletminskii S.V. Spin Waves. Published 1968 by Interscience (Wiley).

Допоміжна

1. Праттон М. Введение в физику поверхности. Ижевск: 2000.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В 2-х томах. М.:Мир, 1979.
5. Грин М. Поверхностные свойства твердых тел. М.: Мир, 1972.
6. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны. М.: Наука, 1967.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1.	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Дефекти кристалічної структури та їх вплив на властивості кристалу.	
1.	Класифікація дефектів. Точкові дефекти та їх вплив на властивості кристалічних тіл (зокрема іонних кристалів). Дефекти Шоттки та Френкеля, центри забарвлення. Дислокації та їх вплив на властивості кристалічних тіл. Роль лінійних дефектів у формуванні кристалів. Двовимірні та тривимірні дефекти. Література: основна [1,3,5-7], допоміжна [2-4]
Розділ 2. Основи теорії поверхні.	
2.	Поняття поверхні твердого тіла. Вплив поверхневих ефектів на властивості твердих тіл. Структура поверхні та методи її аналізу. Хімічний склад поверхні та методи його аналізу. Поверхневі рівні енергії електрону. Вплив поверхні на роботу виходу електрону з металу. Взаємодія дефектів кристалічної структури з поверхнею. Література: основна [1,3,4,8], допоміжна [1,5]
Розділ 3. Магнітовпорядковані матеріали та спінові хвилі у них. Спінтроніка.	
3.	Магнітне впорядкування. Типи магнітного впорядкування. Феромагнетики, антиферомагнетики та ферімагнетики. Конфігурації магнітного впорядкування. Точка

	Кюрі та точка Нееля. Магнітна диполь-дипольна взаємодія. Обмінна взаємодія. Магнітна анізотропія. Легка площина та легка вісь. Рівняння Ландау-Ліфшиця для динаміки намагніченості. Спінові хвилі. Перспективні застосування спінових хвиль. Спінтроніка та існуючі спінтронні прилади. Література: основна [5-7,9], допоміжна [2-4,6]
Розділ 4. Основи фізики нанорозмірних систем.	
4.	Особливості нанорозмірних систем. Розмірні ефекти різної фізичної природи та відповідні критичні розміри наносистем. Специфічні властивості наносистем та їх застосування. Залежність властивостей наносистем від їх розміру та форми. Малі металеві кластери. Особливості електричних, оптичних та інших властивостей малих металевих кластерів. Плазмонний резонанс у малих металевих кластерах. Об'ємні та поверхневі моди, їх залежність від конфігурації наносистеми; гібридизація. Особливості магнітних властивостей наносистем. Література: основна [2].

Семінарські заняття

Необхідний матеріал для підготовки до практичних занять можна знайти, зокрема, у літературних джерелах [1-9], що містять основні закони та співвідношення, необхідні для розв'язування задач.

№	Назва теми заняття та перелік розглянутих питань
1.	Вплив дефектів (зокрема, поверхні) на властивості кристалічних твердих тіл. Література: основна [1,3-8], допоміжна [1-5]
2.	Феромагнітний резонанс. Література: основна [5-7,9], допоміжна [2-4,6]
3.	Спінові хвилі. Лінеризоване рівняння Ландау-Ліфшиця. Література: основна [5-7,9], допоміжна [2-4,6]
4.	Спінові хвилі. Врахування згасання спінових хвиль. Література: основна [5-7,9], допоміжна [2-4,6]
5.	Одноелектронні властивості малих металевих кластерів. Література: основна [2]
6.	Плазмонний резонанс у малих металевих кластерах. Література: основна [1-3,5-7], допоміжна [2-4]

6. Самостійна робота

Підготовка до аудиторних занять, виконання розрахункової роботи, підготовка до іспиту, разом 70 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних): відвідування лекцій не є обов'язковим, але бажаним. Документи, що звільняють від відвідування занять (медичні довідки, завірені уповноваженим заступником декана звільнення) аспірант має пред'являти викладачу та надати в деканат;
- правила поведінки на заняттях: на заняттях аспірант не має відволікати інших аспірантів;
- правила призначення заохочувальних балів: призначаються за відповіді на запитання викладача на лекціях, активна (вище встановленої норми) робота на практичних заняттях;
- політика перескладань: перескладання іспиту проводиться згідно Правилам проведення підсумкового контролю;

- політика щодо академічної доброчесності: при використанні на теоретичному опитуванні або іспиті зовнішніх джерел інформації аспірант видаляється з відповідного заходу, отримуючи оцінку 0 балів.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: теоретичні опитування, розрахункові завдання та інша робота на семінарських заняттях

Теоретичні опитування (експрес-опитування) або тестування (тест-контроль): 30 балів.

На заняттях проводяться теоретичні опитування, що контролюють знання пройденого у попередній частині курсу матеріалу.

Критерії оцінювання: оцінка виставляється у відповідності до повноти та вірності (зокрема, фізичної коректності) відповідей на запитання.

Робота на семінарських заняттях: 20 балів.

Бали аспірантам на семінарських заняттях нараховуються в залежності від їх відвідування та роботи на заняттях. При цьому оцінюються як повністю, так і частково розв'язані аспірантом задачі з урахуванням вірності окремих елементів розв'язку.

Заохочувальні бали: нараховуються за відповіді на лекційні питання та активну (вище встановленої норми) роботу на семінарських заняттях, причому сумарний семестровий рейтинг не має перевищувати 50 семестрових +5 екзаменаційних балів.

Семестровий контроль: екзамен, 50 балів.

Критерії оцінювання: екзамен включає письмову відповідь за білетом, що містить два теоретичних питання, з наступною усною відповіддю (співбесідою) за білетом (за необхідності). Загальна оцінка за екзамен складається із стартового рейтингу, отриманого протягом семестру, та рейтингових балів набраних під час екзамену. Рейтингові бали (максимум 50) за екзамен нараховуються наступним чином: відповідь на кожне з двох запитань білету оцінюється в межах 25 балів у відповідності до повноти та вірності (зокрема, фізичної коректності) відповіді.

Умови допуску до семестрового контролю: рейтинг, отриманий протягом семестру, складає не менше 30 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)

Список питань, що виносяться на іспит з курсу «Фізика конденсованих середовищ»

- 1. Дефекти кристалічної структури та їх вплив на властивості кристалу. Класифікація дефектів. Точкові дефекти та їх вплив на властивості кристалічних тіл.
- 2. Дислокації та їх вплив на властивості та формування кристалів. Двовимірні та тривимірні дефекти.
- 3. Поняття поверхні твердого тіла. Вплив поверхневих ефектів на властивості твердих тіл. Структура поверхні та методи її аналізу. Хімічний склад поверхні та методи його аналізу.
- 4. Поверхневі рівні енергії електрону. Вплив поверхні на роботу виходу електрону з металу. Взаємодія дефектів кристалічної структури з поверхнею.

- 5. Магнітне впорядкування. Типи магнітного впорядкування. Феромагнетики, антиферомагнетики та ферімагнетики. Конфігурації магнітного впорядкування. Точка Кюрі та точка Нееля.
- 6. Магнітна диполь-дипольна взаємодія. Обмінна взаємодія. Магнітна анізотропія. Енергія феромагнетику. Легка площина та легка вісь.
- 7. Рівняння Ландау-Ліфшиця для динаміки намагніченості. Лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця.
- 8. Спінові хвилі у феромагнетиках та ферімагнетиках. Рівняння динаміки спінових хвиль. Спінові хвилі у антиферомагнетиках. Перспективні застосування спінових хвиль. Спінтроніка та існуючі спінтронні прилади.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Фізика конденсованих середовищ

Складено доцентом кафедри ПФ, доктором фіз.-мат. наук, доцентом Кулішом Володимиром Вікторовичем

Ухвалено кафедрою прикладної фізики (протокол № 2 від 04.09.2020 р.)

Затверджено Вченою радою ФТІ (протокол №7/1 від 07.09.2020 р.)