

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика невідпорядкованих систем

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 104 Фізика та астрономія
освітній ступінь Бакалавр
освітня програма "Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство"
вид дисципліни Вибіркова 02.5.12

| | |
|---|------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2022/2023 |
| Семестр | сьомий |
| Кількість кредитів ECTS | 4 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | залік |

Викладачі: професор Семенко Михайло Петрович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (місяць, рік, дата) «__» __ 20__ р.

на 20__/20__ н.р. _____ (місяць, рік, дата) «__» __ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: Семенко Михайло Петрович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри фізики металів.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Курілюк В.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол від « 20 » травня 2022 р. за № 8

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «10» червня 2022 року за № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх, О.Я.)
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Розглянути основні типи неупорядкованості в конденсованих системах, методи їх опису та досліджень та вплив різних типів неупорядкованості на фізичні явища.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, квантової механіки та статистичної фізики, фізики конденсованого стану, дифракційних методів досліджень, кристалографії, курсів вищої математики,.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів загальної фізики, квантової механіки та статистичної фізики, фізики конденсованого стану, дифракційних методів досліджень, кристалографії для розв'язку практичних задач з курсу.
3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: Вибіркова навчальна дисципліна “Фізика неупорядкованих систем” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Зокрема її фундаментальні закони та поняття про неупорядкованість широко використовуються в ряді важливих дисциплін, які є складовими таких розділів фізики як фізики та теорії твердого тіла. Основна задача - ознайомлення студентів з основними положеннями та підходами, що використовуються для опису загальних закономірностей та уявлень для опису різних типів неупорядкованостей з метою встановлення закономірностей їх впливу на фізичні властивості. “Фізика неупорядкованих систем” розглядає основні сучасні уявлення про неупорядкований стан речовини, прояв такої неупорядкованості на внутрішню будову та властивості, включає цілий ряд специфічних термінів, категорій, законів та підходів до опису неупорядкованих структур. Результатом навчання є оволодіння знаннями про структуру неупорядкованого стану та її вплив на фізичні властивості.

4. Завдання (навчальні цілі) – ознайомлення студентів з основними фізичними та геометричними аспектами неупорядкованого стану та моделі опису неупорядкованості різних типів. Дати основи впливу на фізичні властивості неупорядкованості різних типів. Розглянути основні методи дослідження параметрів неупорядкованого стану.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (шостий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП ""Фізичне матеріалознавство/неметалічне матеріалознавство" дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1).
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. (ЗК9).
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК12).

фахових:

- Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів. (ФК3).
- Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень. (ФК4).

- Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи. (ФК8).
- Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту. (ФК14).

5. Результати навчання за дисципліною:

| <i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*) | | <i>Методи викладання і навчання</i> | <i>Методи оцінювання</i> | <i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i> |
|--|--|-------------------------------------|---|---|
| Код | Результат навчання | | | |
| 1.1 | Знати основні типи невідповідності. | лекції, самостійна робота | Модульна контрольна робота, усне опитування, захист завдань для самостійного опрацювання, залік | 40 |
| 1.2 | Знати параметри та фізичні величини, що характеризують основні типи невідповідності. | лекції, самостійна робота | Модульна контрольна робота, усне опитування, захист завдань для самостійного опрацювання, залік | 40 |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін)

| Результати навчання дисципліни | | 1.1 | 1.2 |
|---|--|------------|------------|
| Програмні результати навчання | | | |
| ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії. | | + | + |
| ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. | | | + |
| ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей | | | + |

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

| | | |
|---|---|---|
| та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання. | | |
| ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду. | + | + |

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання: (max/min)

1. Контрольна робота 1 за темами 1-7: РН 1.1 – 25+5=25 балів / 16 балів

2. Контрольна робота 2 за темами 8-14: РН 1.2, 2.1 – 25+5=25 балів / 16 балів

3. Усне опитування та захист завдань для самостійного опрацювання – 10 балів / 4 бали

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів. Студент допускається до заліку за умови виконання всіх передбачених планом завдань для самостійної роботи.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій.

Опитування проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

| | |
|----------------------|--------|
| Зараховано / Passed | 60-100 |
| Не зараховано / Fail | 0-59 |

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

| № п/п | Назва лекції | Кількість годин | | |
|--|--|-----------------|-------------|-----|
| | | лекції | лабораторні | С/Р |
| Змістовий модуль 1 Типи неупорядкованості | | | | |
| 1 | Вступ. Поняття про порядок та безлад. | 3 | | |
| 2 | Тема 1. Ідеальний кристалічний стан, як приклад ідеально впорядкованої структури. Просторова ґратка та її елементи. Елементи симетрії кристалів. | | 6 | |
| 3 | Тема 2. Основні типи неупорядкованості. Поняття про топологічний та композиційний (хімічний) порядок. Неупорядкованість заміщення. Магнітна неупорядкованість. Льодовий безлад | 4 | | 8 |
| 4 | Тема 3. Ближній та дальній порядок. Ближній порядок. Ближній порядок по Бетте. Ближній порядок і кореляції. Ближній порядок в моделі Ізінга. Дальній порядок. Розмір області впорядкування та впорядковані домени. | 4 | | 8 |
| 5 | Тема 4. Топологічний безлад. Атомна структура. Неупорядковані лінійні ланцюжки. Фізична реалізація одновірних систем. Розмірність та порядок. Дислокаційний безлад. Полікристалічний безлад. | 4 | | 8 |
| 6 | Тема 5. Функції розподілу. Атомні функції розподілу. Аморфний та паракристалічний, як основні підходи до опису неупорядкованих модельних структур. Моделі опису рідкого та аморфного стану. Безлад газового типу. | 4 | | 8 |
| 7 | Модульна контрольна робота 1 | 1 | | 2 |
| Змістовий модуль 2 Дослідження неупорядкованого стану та деякі особливості прояву неупорядкованості на фізичних властивостях | | | | |
| 8 | Тема 6. Спостереження безладу. Основні положення дифракції. Дифракція нейтронів та рентгенівських променів. Малокутове розсіювання. Розсіювання в суміші. Дифракційні ефекти в неупорядкованих сплавах заміщення. Дифракція та заміщення. Дослідження ближнього порядку методом EXAFS. | 5 | | 10 |
| 9 | Тема 7. Теорія перколяції. Поняття про перколяцію. Задачі перколяції на регулярних ґратках. Перколяція на ґратці Бете. Регулярні ґратки: плоскі та просторові. Пороги протікання. Оцінка порогу протікання задачі вузлів. Задача координатних сфер. Структура нескінченного кластеру. Модель Шкловського – де Жена. Роль розмірів системи. Електропровідність поблизу порогу протікання. | 5 | | 10 |
| 10 | Тема 8. Фрактальні системи. Фрактальна структура та фрактальна розмірність. Властивості геометричних фрактальних систем. Фрактальні структури в фізичних процесах та явищах | 5 | | 10 |

| | | | | |
|----|--|-----------|----------|-----------|
| 11 | Тема 9. Вплив неупорядкованості на властивості матеріалів. Збудження в неупорядкованих системах. Вплив неупорядкованості на електронну структуру. Густина станів. Теорія скачкової провідності. Локалізація та делокалізація носіїв. Гранульовані матеріали. Кулонівська блокада та перехід метал-ізолятор. | 4 | | 8 |
| | Модульна контрольна робота 1 | 1 | | 2 |
| | ВСЬОГО | 40 | 0 | 80 |

Загальний обсяг **120 год.¹**, в тому числі:

Лекцій – **40 год.**

Самостійна робота - **80 год.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Структура неупорядкованих систем. Теорія, експериментальні методи, моделювання : монографія / В.П. Казіміров, В.Е. Сокольський, О.С. Роїк, О.В. Самсонніков. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009.- 319с.
2. Займан Дж. - Модели беспорядка: теоретическая физика однородно неупорядоченных систем; Пер.с англ. - М. : Мир, 1982. -592 с.
3. S. Baranovskii, O. Rubel. Charge Transport in Disordered Materials//Chapter 9 in S. Kasap, P. Capper (Eds.), Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials, Springer International Publishing AG, 2017, P. 193-218, DOI 10.1007/978-3-319-48933-9_9.
4. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. М.: Наука, 1982.
5. А.П. Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л. Карбовский, Кластерные и наноструктурные материалы. К., Академперіодика, 2001.
6. Захаренко М.І., Семенько М.П., „Методи структурного аналізу” (методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу „Дифракційні методи дослідження конденсованого стану” Київ.- 2012.

Додаткова:

1. Семенько М.П. „Структурна кристалографія” (вибрані лекції по кристалографії) для студентів фізичного факультету.// Київ. – 2019 р. – 63 с.
2. Бонч-Бруевич В.Л. и др. Электронная теория неупорядоченных полупроводников. М.: Наука, 1981.
3. Гантмахер В. Ф. - Электроны в неупорядоченных средах - М. :Физматлит, 2005. - 232 с.
4. Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос, Электронные свойства легированных полупроводников. М. : Наука, 1979. - 416 с.
5. Гинье Е. Неоднородные металлические твердые растворы. –М. Изд-во. Иностран. лит., 1962. – 158 с
6. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
7. Маделунг О. Физика твердого тела. Локализованные состояния. - М.: Наука, 1985 – 184 с.
8. Physics of Disordered Materials. Ed. D. Adler, H. Fritzsche, S. R. Ovshinsky. Plenum Press, New York and London. – 1985. – 850 с.
9. Шульце Г. Металлофизика. – М.: Мир, 1971. – 504 с.