

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Кафедра теоретичної та математичної фізики

Затверджено

Проректор з наукової роботи та
інновацій

проф. Бояр А.О.

«23» 06 2016 р.

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації

проф. Гаврилюк С. В.

«23» 06 2016 р.



ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки	доктора філософії (PhD)
галузі знань	10 Природничі науки
спеціальності	104 Фізика та астрономія

Луцьк – 2016

Програма навчальної дисципліни «Фізика конденсованого стану» для підготовки доктора філософії (PhD) із галузі знань 10 Природничі науки, за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

” ____ ” _____ 2016 р. – 6 с.

Розробники:

Сахнюк Василь Євгенович, доцент кафедри теоретичної та математичної фізики, кандидат фізико-математичних наук

Рецензент:

Федосов Сергій Анатолійович, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій, доктор фізико-математичних наук, доцент

Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри теоретичної та математичної фізики

протокол № 9 від 28. 05. 2016 р.

Завідувач кафедри: А.В. Свідзинський (Свідзинський А.В.)

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією факультету інформаційних систем, фізики та математики

протокол № 10 від 08. 06. 2016 р.

Голова науково-методичної комісії факультету _____ (Полетило С. А.)

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою університету

протокол № 10 від 15. 06. 2016 р.

Програма навчальної дисципліни схвалена науковою радою університету

протокол № 11 від 16. 06. 2016 р.

© Сахнюк В.Є., 2016

Вступ

Програма навчальної дисципліни «Фізика конденсованого стану» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії (PhD) із галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є структура та властивості систем багатьох частинок із сильною взаємодією між ними.

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна «Фізика конденсованого стану» передбачає тісні зв'язки з навчальними курсами: «Фізика твердого тіла», «Фізика надпровідності», «Теорія фазових переходів» та курсами теоретичної фізики.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів**:

1. **Квазічастинки в конденсованих середовищах та їх характеристика. Елементарні збудження в електронній фермі-рідині.**
2. **Надпровідність. Ефекти фазової когерентності в надпровідниках.**

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Фізика конденсованих систем» є поглиблення і розширення теоретичних знань та формування практичних умінь пов'язаних із фізикою нормальних металів та надпровідників, розгляд загальної концепції квазічастинки в фізиці конденсованого стану речовини, побудова мікроскопічної теорії надпровідності та її асимптотичної форми поблизу критичної температури – теорії Гінзбурга-Ландау.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Фізика конденсованих систем» є:

- ознайомлення з основними типами конденсованих середовищ та визначення ролі структурних одиниць в їх формуванні;
- напрацювання практичних навичок опису збуджених станів в конденсованих середовищах, використовуючи квазічастинкові методи;
- напрацювання практичних навичок використання основних рівнянь теорії надпровідності для опису властивостей надпровідників.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі доктора філософії (PhD) повинні:

знати:

- основні типи конденсованих середовищ;
- принципи формування конденсованих середовищ;
- поняття про квазічастинки;
- типи міжчастинкових взаємодій в конденсованих середовищах;
- модель фермі-рідини;
- варіаційний принцип Боголюбова;
- канонічні перетворення, поняття про щілину в спектрі квазічастинкових збуджень;
- рівняння Боголюбова та рівняння Горькова;
- ефекти фазової когерентності в просторово неоднорідних надпровідних композиціях.

вміти:

- описувати структуру конденсованих середовищ;
- описувати збуджені стани в конденсованих середовищах;
- описувати зонну структуру твердих тіл;
- будувати поверхню Фермі;

- виконувати канонічні перетворення;
- розв'язувати рівняння для щілини;
- представляти статистичну суму надпровідника у формі функціонального інтеграла;
- виконувати канонічні перетворення в просторово неоднорідному випадку;
- використовувати метод функцій Гріна для опису надпровідника;
- використовувати теорію Гінзбурга-Ландау для опису просторово неоднорідних надпровідних композицій.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6 кредитів ECTS.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.

Квазічастинки в конденсованих середовищах та їх характеристика. Елементарні збудження в електронній фермі-рідині.

ТЕМА 1. Елементарні частинки в квантовій механіці. Структурні одиниці речовини. Роль структурних одиниць в формуванні конденсованих середовищ. Ядра. Електронна оболонка атомів. Статистика ансамблів структурних одиниць.

ТЕМА 2. Квазічастинки в конденсованих середовищах та їх характеристика. Поняття квазічастинки. Квазічастинкові методи опису збуджених станів в конденсованих середовищах. Типи елементарних збуджень. Основні характеристики квазічастинок.

ТЕМА 3. Основний стан фермі-рідини. Невзаємодіючі електрони в потенціальній комірці. Енергія та імпульс Фермі. Два способи запровадження елементарних збуджень. Модель фермі рідини.

ТЕМА 4. Поверхня Фермі. Модель майже вільних електронів. Заповнення зони Брилюєна на прикладі плоскої квадратної ґратки. Загальна схема побудови поверхонь Фермі. Класифікація топологій поверхонь Фермі.

ТЕМА 5. Динаміка та розсіювання квазічастинок в кристалі. Динаміка квазічастинок кристалічній ґратці. Розсіювання квазічастинок в кристалі. Загальні представлення про розсіювання електронів.

ТЕМА 6. Електропровідність. Феноменологічний опис електропровідності. Електропровідність в моделі фермівських електронів. Формула Ліфшица. Температурна залежність електропровідності.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ІІ.

Надпровідність. Ефекти фазової когерентності в надпровідниках.

ТЕМА 7. Історія розвитку теоритичних уявлень про надпровідність. Властивості надпровідників. Основні етапи на шляху дослідження явища надпровідності. Феноменологічні теорії застосовані до опису надпровідників. Ключові ідеї для побудови мікроскопічної теорії надпровідності. Теорія БКШ та теорія Боголюбова. Гамільтоніан Фр'юліха.

ТЕМА 8. Варіаційний принцип Боголюбова в теорії надпровідності. Канонічне перетворення Боголюбова. Загальний варіаційний принцип Боголюбова, його застосування

до проблеми надпровідності. Перехід від операторів породження та знищення частинок до операторів породження та знищення квазічастинок. Енергетична щільність в спектрі квазічастинкових збуджень.

ТЕМА 9. Просторово неоднорідний надпровідник. Наближення самоузгодженого поля. Представлення статистичної суми надпровідника у вигляді функціонального інтеграла. Канонічне перетворення Боголюбова у випадку просторово неоднорідного надпровідника. Рівняння Боголюбова.

ТЕМА 10. Метод функцій Гріна в теорії надпровідності. Рівняння Горькова. Система рівнянь Горькова, як наслідок рівнянь Боголюбова. Одержання рівнянь Горькова з рівнянь руху в уявному часі.

ТЕМА 11. Теорія надпровідності Гінзбурга-Ландау. Асимптотична теорія надпровідності поблизу T_c . Рівняння Гінзбурга-Ландау. Загальні властивості рівняння Гінзбурга-Ландау. Ефект близькості. Андрієвське відбиття.

ТЕМА 12. Ефекти фазової когерентності в просторово неоднорідних надпровідних композиціях. Загальна схема опису струмових станів у надпровідності. Тунельний контакт. Ефект Джозефсона. Контакт двох надпровідників через прошарок нормального металу.

ТЕМА 13. Надпровідні контакти поблизу критичної температури. Загальна схема опису надпровідних контактів поблизу критичної температури. Контакт нормального металу і надпровідника. Знаходження граничних умов для рівняння Гінзбурга-Ландау. Розрахунок струму в SNS – контакті поблизу критичної температури. Вплив ефектів розпаровування на струм-фазову залежність.

3. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ – екзамен

4. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни використовують такі методи оцінювання навчальної роботи аспіранта:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання самостійної роботи;
- письмовий екзамен.

5. СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Брандт Н. Б. Квазічастини в фізиці конденсованого стану / Брандт Н. Б., Кульбачинський В. А. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 632 с.
2. Абрикосов А. А. Основи теорії металів / Абрикосов А. А. – М.: Наука, 1987. – 517 с.
3. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник / Болеста І.М. – Львів: Видавн. Центр ЛНУ імені Івана Франка. 2003. – 524 с.
4. Ашкрофт Н. Фізика твердого тіла / Ашкрофт Н., Мермін Н. – М.: Мир, 1979. – Т. 1 – 399 с. Т. 2 – 422 с.
5. Займан Дж. Принципи теорії твердого тіла / Займан, Дж – М.: Мир, 1974. – 416 с.
6. Свідзинський А. В. Мікроскопічна теорія надпровідності : монографія / А. В. Свідзинський. – Луцьк :ВЕЖА, 2011. – 420 с.

7. Свидзинский А. В. Пространственно-неоднородные задачи теории сверхпроводимости / Свидзинский А. В. – М.: Наука, 1982. – 309 с.
8. Де Жен. Сверхпроводимость металлов и сплавов / Де Жен. – М. : Мир, 1968. – 282 с.
9. Сан-Жам Д. Сверхпроводимость второго рода / Д. Сан-Жам, Г. Сарма, Е. Томас. – М. : Мир, 1970. – 364 с.
10. Шмидт В. Введение в физику сверхпроводников / В. Шмидт. – М.: Наука, 1982. – 240 с.