

Затверджено Вченою Радою
радіофізичного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Протокол № _____ від _____ 200 р.

Голова Вченої Ради

Григорук В. І.

Зав. кафедрою

Коваль І. П.

Протокол № _____ від _____ 200 р.

ПРОГРАМА КУРСУ

"Сильнокорельовані електронні системи"

Загальні відомості про курс: *Курс за вибором. Всього 34 год.*

Викладач: О. А. Кордюк

Короткий зміст та мета курсу:

Цей курс є певним продовженням та розширенням курсу "Фізика поверхні". В ньому викладаються теоретичні основи фізики сильнокорельованих електронних систем, а також сучасні підходи до їх розрахунку та експериментального дослідження. Метою курсу є ознайомлення з однією з центральних проблем сучасної фізики твердого тіла — урахуванням впливу сильної взаємодії між електронами у різноманітних реальних системах, у яких застосування моделі невзаємодіючих електронів, що добре працює для простих металів, є неприйнятним. За структурою цей курс має бути послідовним ознайомленням з прикладами різноманітних сильно-корельованих систем та провідними експериментальними методиками, що складають на сьогодні необхідний "джентельменський" набір у їх дослідженнях. Даний курс дасть необхідне уявлення про сучасний стан розвитку експериментальних методів дослідження сильнокорельованих електронних систем, та буде корисним як для майбутніх фізиків-теоретиків так і для експериментаторів.

Зміст курсу:

- 1. Вступ (2 год.).** Огляд систем, що, завдяки сильній взаємодії між електронами, демонструють принципово нові явища: перехід Мота, модель Хабарда, важкі ферміони, антиферромагнетизм, допунання та фазова діаграма, високотемпературна надпровідність, хвилі зарядової густини. Перелік сучасних підходів та методів дослідження цих систем.
- 2. Від електронного газу до електронної рідини (4 год.).** Формалізм функцій Гріна. Власна енергія. Співвідношення Крамерса-Кроніга. Спектральна функція. Теорема Латінжера. Поняття квазічастинок. Фермі-рідина. Критерії існування.
- 3. Огляд експериментальних методів (8 год.).** Фотоелектронна спектроскопія з кутовим розділенням (ФЕСКР). Визначення параметрів взаємодії за спектрами ФЕСКР. Скануюча тунельна спектроскопія (СТС) і квантова інтерференція. ФЕСКР та СТС — два різні погляди на густину електронних станів. Зв'язок з транспортними

електронними властивостями. Визначення магнітного спектру методом непружного нейтронного розсіювання (ННР). Співвідношення ННР- та ФЕСКР-спектрів.

4. **Надпровідність у купратах, огляд експериментальних результатів (6 год.).** Фазова діаграма та електронна структура. d -симетрія. Надпровідна щілина та псевдо-щілина. Спін-разядове розділення. Аналіз та класифікація просторових неоднорідностей. Структура магнітного спектру. Можливі механізми ВТНП.
5. **Хвилі зарядової густини (CDW) (4 год.).** Теорія електронної нестабільності одновимірних металів. Перехід Паерлса. Аномалія Кона. Роль флуктуацій. Проблема дво-вимірних системи. Реальні матеріали з CDW. Експериментальне спостереження хвиль зарядової густини в одно- та дво-вимірних системах.
6. **Мот-хабардівські системи (2 год.).** Перехід метал-діелектрик у низьковимірних системах. Модель Хабарда як найпростіша модель сильнокорельованих електронів. t - J модель. Нецентросиметричні метали.
7. **Важкі ферміони (2 год.).** Важкі ферміони та надпровідність. Надпровідність та феромагнетизм. Орбітальне та зарядове впорядкування. Кондо-дефекти та Кондо-системи.
8. **Не-Фермі-рідинні явища (2 год.).** Сингулярні рідини. Квантові критичні точки у системі ферміонів. Квантова критичність та надпровідність.
9. **Квантовий ефект Хола (2 год.).** Роль домішок. Дробовий квантовий ефект Хола. Функція Лафліна та елементарні збудження. Еніони.
10. **Інші сильнокорельовані системи (2 год.).** Геометрично фрустровані системи. Магніто-фрустрація. Скутери.

Передумови:

Базові курси квантової механіки і теорії твердого тіла.

Література:

- А. А. Абрикосов. Основы теории металлов, Москва, Наука, 1987, 520 с.
- Т. Андо, А. Фаулер, Ф. Стерн. Электронные свойства двумерных систем, Москва, Мир, 1985, 416 с.
- Р. Маттук. Феймановские диаграммы в проблеме многих тел, Москва, Мир, 1969, 368 с.
- Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела, т. 1. Москва, Мир, 1979, 400 с.
- Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела, т. 2. Москва, Мир, 1979, 424 с.
- Н. Ф. Мотт. Переходы металл-изолятор, М.: Наука. 1979, 344 с.
- В. М. Локтев, Спектри та псевдощілинні явища у високотемпературних надпровідниках, *Укр. фіз. журн. Огляди*. 2004. Т. 1, № 1, с. 10-48.
- Ю. А. Изюмов. Сильно коррелированные электроны: t - J -модель, *Усп. физ. наук*. 1997. Т. 167, №5, с. 465-497.