

СИЛАБУС

“Теорія магнітних систем”

Національна академія наук України
Інститут фізики конденсованих систем
Спеціальність: 104 Фізика та астрономія

Лектор: проф. О.В. Держко

derzhko@icmp.lviv.ua

ІФКС НАН України, вул. Свенціцького 1, Львів

032-2761978

Опис курсу

У лекціях розглядається теорія магнітних властивостей твердих тіл. Ми торкаємося квантової теорії електрона, теорії моменту кількості руху в квантовій механіці, питанням магнетизму металів як наслідку зонної теорії, а розглядаємо окремо випадку нульових і ненульових температур. У курсі лекцій розглядаються і статистична механіка магнітних систем, терія кооперативних явищ і фазових переходів. Слухачі спецкурсу ознайомляться з 5-ма основними обчислювальними методами теорії магнетиків. При вивченні дисципліни, лекції доповнюються циклом семінарських та практичних занять. Під час семінарів студенти повинні прочитати та зреферувати статті чи окремі розділи монографій на тематику, пов'язану із спецкурсом. Мета практичних занять – розв'язування задач.

Мета курсу

Мета навчальної дисципліни – загальний вступ до природи магнетизму і фізики магнітних систем, огляд методів та кола понять, якими оперують у цій ділянці фізики: Обмінна взаємодія як квантове явище; Квантова теорія моменту кількості руху і спіну, багатоелектронні хвильові функції; Спінові хвилі у феромагнетику; Одномагнетонні і двомагнетонні стани; Антиферомагнетні магнети; Магнетизм металів; Магнітна сприйнятливність; Розсіяння нейтронів; Мультифероїки; Статистична механіка магнітних систем.

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання** :

1. Знати основи фізики магнітних систем, квантову теорію магнетизму (магнетизм електронів, квантова механіка спінів, статистична механіка спінів).
2. Знати основи теорії кооперативних явищ в магнетиках.
3. Володіти обчислювальними методами цих теорій та вільно оперувати їх понятійним апаратом.
4. Продемонструвати вміння розв'язувати задачі за допомогою теорії спінових хвиль, методу функцій Гріна.

Структура навчальної дисципліни

Найменування показників	Всього годин
	Денна форма
Кількість кредитів/год.	3/90
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	48
• лекційні заняття, год.	24
• семінарські заняття, год.	16
• практичні заняття, год.	8
• лабораторні заняття, год.	-
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	42
• контрольні роботи, к-сть/год.	-
• розрахункові (розрахунково-графічні), к-сть/год.	-
• індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.	18
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.	24
Екзамени	1
Заліки	-

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі – 53.3%

Опис навчальної дисципліни

Лекційні заняття

№ п/п	Назви тем	К-сть годин
1.	Фермі статистика. Зонна теорія. Експерименти. Молекулярне	2

	поле Вайса	
2.	Модель Гайзенберга Гамільтоніан Гайзенберга. Магнони. Середньопольовий розв'язок.	2
3.	Зонні (колективізовані) електрони при 0 К Теорія Паулі і Ландау	2
4.	Магнетизм і кристалічна структура	2
5.	Зонні (колективізовані) електрони при скінчених температурах Теорія Стонера	2
6.	Модель Габарда Поза наближенням Гартрі-Фока. Ферромагнетизм	2
7.	Модель Габарда Антиферромагнетизм	2
8.	Взаємодія між зонними (колективізованими) і локалізованими електронами	2
9.	Обмін і кореляції в металах	2
10.	Спінові флуктуації	2
11.	Статистична механіка спінових моделей. 1 Ферміонізація, бозонізація в одному вимірі	2
12.	Статистична механіка спінових моделей. 2 Підстановка Бете	2
Усього годин		24

Практичні заняття

№ теми	Назви тем	Кількість Годин
1	Магнітострикція лінійного ланцюжка	2
2	Обчислення магнонного спектру для конкретних кристалічних ґраток з локалізованими магнітними моментами у вузлах	2
3	Зв'язані стани магнонів	2
4	Динамічна сприйнятливість. Локалізовані магнітні моменти. Метали. Випадок слабкої взаємодії	2
Усього годин		8

Семінарські заняття

№ теми	Назви тем	Кількість Годин
1	Ферромагнетизм Мільке-Тасакі Hal Tasaki, From Nagaoka's Ferromagnetism to Flat-Band Ferromagnetism and Beyond. An Introduction to Ferromagnetism in the Hubbard Model. Prog. Theor. Phys. 99,	4

	489 (1998)	
2	Двовимірна модель Ізинга T.D.Schultz, D.C.Mattis, and E.H.Lieb, Two-dimensional Ising Model as a Soluble Problem of Many fermions. Rev. Mod. Phys. 36, 856 (1964)	4
3	Метод двочасових функцій Гріна і фрустровані спінові системи M.Haertel et al Thermodynamics of the one-dimensional frustrated Heisenberg ferromagnet with arbitrary spin. Phys. Rev. B 84, 104411 (2011)	4
4	Мультифероїки D.I.Khomskii, Coupled electricity and magnetism in solids: Multiferroics and beyond. Arxiv:1510.05174.	4
Усього годин		16

Самостійна робота

№	Найменування робіт	кількість год.
1.	Індивідуальне науково-дослідне завдання (тематичні презентаційні доповіді)	18
2.	Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	24
Усього годин		42

Критерії оцінювання результатів навчання студентів

Максимальна оцінка в балах						
Поточний контроль				Екзаменаційний контроль		Разом за дисципліну
Лабораторні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом балів (ПК)	Письмова компонента	Усна компонента	
-	10	10	20	-	80	100

Нижні межі оцінок:

88% А

80% В

70% С

Рекомендована література

Базова

1. Peter Mohn, Magnetism in the Solid State. An Introduction. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.
2. Noberto Majlis, The Quantum Theory of Magnetism. World Scientific, Singapore, 2007.
3. Robert M White, Quantum Theory of Magnetism. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.
4. Daniel C. Mattis, The Theory of Magnetism I. Springer, Berlin, Heidelberg, 1981.
5. Daniel C. Mattis, The Theory of Magnetism II. Springer, Berlin, Heidelberg, 1985.

Література для практичних занять

1. G. Rickayzen, Green's function and Condensed Matter. Academic Press, 1980.
2. С. В. Тябликов, Методы квантовой теории магнетизма. Наука, Москва, 1975.

Інформаційні ресурси

Віртуальне навчальне середовище Інституту фізики конденсованих систем, авторські розробки та наукові статті науково-педагогічних працівників, бібліотечний фонд Інституту фізики конденсованих систем НАН України