

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія магнетизму

напряму підготовки 6.040203 - фізика

спеціальний курс кафедри теоретичної фізики
імені академіка І.М.Ліфшиця
фізичного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Розробник: **Єзерська Олена Володимирівна, канд. фіз-мат. наук, доцент**

Харків – 2012

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів 1,5	Напрямок підготовки 6.040203 - фізика	денна форма навчання
Модулів немає	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки
Загальна кількість годин - 54		Рік підготовки: IV-й Семестр 8-й
		Лекції 30 год.
		Практичних занять немає
		Самостійна робота 24 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 1,6	Вид контролю: залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1:1

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати уявлення студентів про теоретичні методи дослідження властивостей твердих тіл.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: принципи і методи фізики твердого тіла.

вміти: застосовувати методи фізики твердого тіла для дослідження термодинамічних та кінетичних характеристик твердих тіл.

3. Програма навчальної дисципліни

8-й семестр

Тема 1. Класифікація магнетиків.

Тема 2. Магнетизм як квантове явище. Теорема Бора-Ван-Льовен.

- Тема 3. Спін електрона. Магнітний момент електрона.
Тема 4. Термодинаміка простого парамагнетика.
Тема 5. Наближення молекулярного поля. Рівняння Вейсса.
Тема 6. Одновимірна модель Ізинга. Термодинаміка одновимірної моделі Ізинга.
Тема 7. Еквівалентність теорії молекулярного поля і моделі з нескінченним радіусом взаємодії.
Тема 8. Молекула водню. Обмінна взаємодія. Векторна модель Дірака.
Тема 9. Гамільтоніан Гейзенберга. Основний стан гейзенберговського ферромагнетика. Спінова хвиля. Спектр найнижчих станів гейзенберговського ферромагнетика.
Тема 10. Метод Бете рішення одновимірної задачі ($s = 1/2$).
Тема 11. Енергія основного стану гейзенберговського антиферромагнетика.
Тема 12. Низькотемпературна термодинаміка гейзенберговського ферромагнетика. Метод Голстейна-Примакова.
Тема 13. Релятивістські взаємодії. Магнітна анізотропія. Спінові хвилі з урахуванням релятивістських взаємодій. Намагніченість ферромагнетика при $T = 0$.
Тема 14. Анізотропний ланцюжок Гейзенберга зі спіном $1/2$ як точно розв'язувана квантова модель. Квантовий метод зворотної задачі розсіювання.
Тема 15. Точно розв'язувана одновимірна ХУ-модель зі спіном $1/2$. Термодинаміка ХУ-моделі. Квантовий фазовий перехід по полю в ХУ-моделі при $T = 0$.
Тема 16. Двовимірна ґратка Ізинга. Матриця переходу. Зведення задачі до одновимірної ХУ-моделі. Точне рішення для двовимірної моделі Ізинга без магнітного поля.
Тема 17. Рівняння руху спина в магнітному полі. Прецесія. Лінеаризація рівнянь руху. Напівкласична теорія спінових хвиль у ферромагнетик.
Тема 18. Напівкласична теорія спінових хвиль в антиферромагнетик. Випадок лінійного ланцюжка.
Тема 19. Модель Хаббарда.
Тема 20. Проблема Кондо.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
7 семестр						
Тема 1	1,5	1				0,5
Тема 2	1,5	1				0,5
Тема 3	2	1				1
Тема 4	2	1				1
Тема 5	3	1				1
Тема 6	3	2				1
Тема 7	3	2				1
Тема 8	3	1				1
Тема 9	3	2				1
Тема 10	3	2				2
Тема 11	3	2				2
Тема 12	4	2				1
Тема 13	3	2				1
Тема 14	3	2				2

Тема 15	3	2				2
Тема 16	3	2				2
Тема 17	3	1				1
Тема 18	3	1				1
Тема 19	2,5	1				1
Тема 20	1,5	1				1
Усього годин	54	30				24
Залік						

5. Теми практичних занять

Практичні заняття учбовим планом не передбачені.

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Класифікація магнетиків.	0,5
Тема 2. Магнетизм як квантове явище. Теорема Бора-Ван-Льовен.	0,5
Тема 3. Спін електрона. Магнітний момент електрона. Показати, що в релятивістському випадку має місце закон збереження повного кутового моменту. Вивести нерелятивістське рівняння Паулі з релятивістського рівняння Дірака.	2
Тема 4. Термодинаміка простого парамагнетика. Дослідити температурну залежність теплоємності від температури для простого парамагнетика.	1
Тема 5. Наближення молекулярного поля. Рівняння Вейсса. Графічне вирішення рівняння молекулярного поля Вейсса.	1
Тема 6. Одновимірний ланцюжок Ізінга. Термодинаміка одновимірної моделі Ізінга. Дослідити температурну залежність теплоємності від температури в нульовому магнітному полі. Порівняти з результатом для простого парамагнетика.	1
Тема 7. Еквівалентність теорії молекулярного поля і моделі з нескінченним радіусом взаємодії.	1
Тема 8. Молекула водню. Рішення методом теорії збурень. Обмінна взаємодія. Перехід від мікроскопічного гамільтоніану до еквівалентного спінового гамільтоніану. Векторна модель Дірака.	0,5
Тема 9. Гамільтоніан Гейзенберга. Спектр найнижчих станів гейзенберговського ферромагнетика. Для ланцюжка зі спіном ($s = 1/2$) у разі одновісної анізотропії знайти спектр стаціонарних станів з одним оберненим спіном для циклічних граничних умов та для «відкритого» ланцюжка.	1,5
Тема 10. Метод Бете рішення одновимірної задачі ($s = 1/2$). Методом Бете знайти спектр стаціонарних станів з двома оберненими спінами для нескінченного ланцюжка.	2
Тема 11. Енергія основного стану гейзенберговського антиферромагнетика. Перехід до термодинамічної границі.	1
Тема 12. Низькотемпературна термодинаміка гейзенберговського ферромагнетика. Методом Голстейна-Примакова наближено діагоналізувати гамільтоніан Гейзенберга в разі ланцюжка з довільним спіном та одновісною анізотропією. Проаналізувати поведінку теплоємності в сильному магнітному полі при низьких та при високих температурах.	2

Тема 13. Релятивістські взаємодії. Магнітна анізотропія. Спінові хвилі з урахуванням релятивістських взаємодій. Намагніченість феромагнетика при $T = 0$.	1
Тема 14. Анізотропний ланцюжок Гейзенберга зі спіном $\frac{1}{2}$ як точно розв'язувана квантова модель. Квантовий метод зворотної задачі розсіювання.	2
Тема 15. Діагоналізація гамільтоніану ХУ-моделі за допомогою u-v-перетворення Боголюбова. Дослідити залежність теплоємності від температури в різних магнітних полях.	2
Тема 16. Двовимірний ґратка Ізінга. Матриця переходу. Зведення задачі до одновимірної ХУ-моделі. Точне рішення для двовимірної моделі Ізінга без магнітного поля.	2
Тема 17. Рівняння руху спина в магнітному полі. Прецесія. Лінеаризація рівнянь руху. Напівкласична теорія спінових хвиль у феромагнетику.	1
Тема 18. Напівкласична теорія спінових хвиль в антиферомагнетику. Випадок лінійного ланцюжка.	1
Тема 19. Модель Хаббарда. Проаналізувати види симетрії в моделі Хаббарда.	1
Тема 20. Проблема Кондо. Точне рішення в рамках s-d-моделі.	1

7. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

8. Методи контролю

Залік.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Залік

Підсумковий семестровий контроль (залік)	Сума
100	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80-89	B	добре
70-79	C	
60-69	D	задовільно
50-59	E	
1-49	FX	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
3. Мультимедійні презентації деяких лекцій.

11. Рекомендована література

Базова

1. Маттис Д. Теория магнетизма.
2. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны.
3. Уайт Р.М. Квантовая теория магнетизма
4. Смарт Дж. Эффективное поле в теории магнетизма.
5. Изюмов Ю.А., Скрябин Ю.Н. Статистическая механика магнитоупорядоченных систем.
6. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления.
7. Р.Бэкстер. Точно решаемые модели в статистической механике.

Допоміжна

1. Каганов М.И., Цукерник В.М. Природа магнетизма.
2. Боголюбов Н.М., Изергин А.Г., Корепин В.Е. Корреляционные функции интегрируемых систем и квантовый метод обратной задачи.
3. Годен М. Волновая функция Бете.
4. Mikeska H.G., Kolezhuk A.K. One-dimensional magnetism. – Lect. Notes. Phys. – -645, P. 1-83. - Springer-Verlag : Berlin-Heidelberg. - 2004
5. Sklyanin E.K. Quantum Inverse Scattering Method. Selected Topics. – arXiv: hep/9211111 24 Nov. 1992