

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

Кінетика наносистем на кривих поверхнях

напряму підготовки 040203 – фізика
для спеціальності 8.04020301 – фізика
спеціальний курс
фізичного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Робоча програма навчальної дисципліни „Теорія наносистем на кривих поверхнях” для студентів за напрямом підготовки 040203 – фізика, за спеціальністю 8.04020301 – фізика.
Розробники: **Рашба Георгій Ілліч**, кандидат 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 040203 фізика	денна форма навчання
Модулів – Немає	Спеціальність 8.04020301 – фізика	Роки підготовки: V-й
Загальна кількість годин – 54.		Семестри 9-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 в 9-му семестрі самостійної роботи студента – 1 в 9-му семестрі	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр.	Лекції 36 год. у 9-му семестрі.
		Практичні – не передбачені навчальним планом
		Самостійна робота 18 год.
		Вид контролю: Залік.

Примітка.

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

для денної форми навчання – 2:1

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: викласти сучасну теорію квантових осциляційних явищ кінетичних характеристик електронних наносистем на кривих поверхнях. Це конче актуально, тому що викривлення систем з двовимірним електронним газом зумовлює появу нових ефектів, які в системах з нульовою кривиною відсутні.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати**, що кривина структури, на якій знаходиться двовимірний електронний газ, збагачує картину явищ, які відбуваються у газі, збільшує число способів керування цими явищами.

Студент повинен **вміти** розраховувати спектри та згасання магнітоплазмових і спінових хвиль, а також нульового звуку в електронному газі на поверхні нанотрубки з надграткою.

3. Програма навчальної дисципліни

Колективні збудження в електронних наносистемах на поверхні нанотрубки з урахуванням надграток

- Тема 1. Енергетичний спектр електронів на поверхні циліндричної нанотрубки з надграткою у повздовжньому магнітному полі.
- Тема 2. Основний підхід до проблеми розповсюдження колективних збуджень на поверхні нанотрубки – наближення хаотичних фаз.
- Тема 3. Потенціал міжелектронної взаємодії і поляризаційний оператор електронного газу у низьковимірній системі.
- Тема 4. Залежність фур'є-компоненти кулонівського потенціалу від геометрії області, доступної рухові електронів.
- Тема 5. Чутливість поляризаційного оператора стосовно динаміки електронів, до умов на границях системи і від статистики.
- Тема 6. Асимптотики поляризаційного оператора в обмеженій системі на кривій поверхні та окремий розгляд колективних збуджень в системах різної розмірності.
- Тема 7. Проблема граничного переходу від колективних збуджень на поверхні трубки до розгляду збуджень двовимірного електронного газу на площині.
- Тема 8. Дисперсійне рівняння та його рішення для магнітоплазмових хвиль на трубці у наближенні випадкових фаз.
- Тема 9. Дисперсійне рівняння та його рішення для спінових хвиль на трубці у наближенні випадкових фаз.
- Тема 10. Дисперсійне рівняння та його рішення для нульового звуку на трубці у наближенні випадкових фаз.
- Тема 11. Дійсна та уявна частини поляризаційного оператора виродженого електронного газу на трубці, які необхідні для визначення спектрів хвиль та їх згасання.
- Тема 12. Дійсна та уявна частини поляризаційного оператора неvirодженого електронного газу на трубці, які необхідні для визначення спектрів хвиль та їх згасання.
- Тема 13. Розв'язок дисперсійного рівняння для спектра і згасання внутрізонних плазмонів і спінових хвиль.
- Тема 14. Спектри та згасання аксіально-симетричних колективних збуджень на трубці у квантовому випадку, коли електрони заповнюють нижню мінізону.
- Тема 15. Спектри та згасання магнітоплазмових та спінових хвиль у випадку, коли енергія Фермі значно перевищує величину обертового кванта.
- Тема 16. Періоди осциляцій типу де Гааза-ван Альфена та Ааронова-Бома, а також амплітуди осциляцій магнітоплазмових та спінових хвиль на трубці.
- Тема 17. Спектри міжзонних магнітоплазмових та спінових хвиль на трубці.

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
9 семестр						
Тема 1	4	2				2
Тема 2	3	2				1
Тема 3	3	2				1
Тема 4	3	2				1
Тема 5	4	3				1
Тема 6	3	2				1
Тема 7	3	2				1
Тема 8	4	3				1
Тема 9	3	2				1
Тема 10	3	2				1
Тема 11	3	2				1
Тема 12	3	2				1
Тема 13	3	2				1
Тема 14	3	2				1
Тема 15	3	2				1
Тема 16	3	2				1
Тема 17	3	2				1
Разом	54	36				18
Залік						

5. Теми практичних занять

Не передбачені навчальним планом.

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Актуальна наукова проблема «Електронні наносистеми на кривих поверхнях».	1
Тема 2. Сучасний напрям нанотехнології – вуглецеве та напівпровідникове наноматеріалознавство.	1
Тема 3. Теорія термодинамічних, кінетичних явищ та колективних збуджень у наносистемах на кривих поверхнях з надгратками при наявності магнітного поля.	1
Тема 4. Наносистеми – важливі функціональні елементи багатьох сучасних і майбутніх приладів і технічних пристроїв.	1
Тема 5. Можливість керування зонним спектром провідників шляхом створення в них додаткової періодичності – надгратки. Придатність цього підходу для нанотрубок.	1
Тема 6. Радіальні циліндричні надгратки – набір коаксіальних циліндрів, властивості яких змінюються вздовж радіуса структури.	1
Тема 7. Новий тип надгратки на поверхні нанотрубки – повздовжня надгратка.	1

Тема 8. Розрахунки у наближенні випадкових фаз спектрів плазмових і спінових хвиль в електронному газі на поверхні напівпровідникової нанотрубки з надграткою у магнітному полі, паралельному осі трубки і надгратки.	1
Тема 9. Розрахунки у квантовому і квазікласичному випадках частот довгохвильових внутрізонних і міжзонних магнітоплазмонів і спінових хвиль у виродженому електронному газі.	1
Тема 10. Осциляції Ааронова-Бома частот хвиль зі зміною магнітного потоку через переріз трубки.	1
Тема 11. Осциляції де Гааза-ван Альфена частот хвиль зі зміною параметрів нанотрубки при великому числі заповнених рівнів колового руху електронів.	1
Тема 12. Квантові осциляційні явища у нанотрубках з надгратками при наявності магнітного поля як засіб для визначення характеристик електронного енергетичного спектру та геометричних параметрів цих систем.	1
Тема 13. Методи експериментального визначення параметрів електронного спектру на трубці, характеристик трубок та надграток, універсальних сталих шляхом вимірювання періодів осциляцій спектрів хвиль та зсуву їх граничних частот у дослідах з розсіянням електронів і світла нанотрубками.	1
Тема 14. Методи отримання надграток на поверхнях нанотрубок, їх енергетичний спектр, явища переносу, високочастотні і оптичні властивості. Енергетичний спектр електронів на поверхні циліндричної нанотрубки з надграткою у повздовжньому магнітному полі.	1
Тема 15. Биття на графіку залежності частоти хвилі від параметрів трубки при великому значенні відношення енергії Фермі до ширини мінізони.	1
Тема 16. Квант Ландау, магнітна довжина, амплітуда і період модулюючого потенціалу, кривина трубки – параметри, які збільшують число способів керувати властивостями системи.	1
Тема 17. Ефекти гібридизації просторового і магнітного квантування руху електронів провідності у магнітному полі на поверхні нанотрубки. Модифікація гамільтоніана системи, кондактанса і магнітного відгуку електронного газу на поверхні нанотрубки.	1
Тема 18. Особливості екранування кулонівської взаємодії електронів у магнітному полі на поверхні нанотрубки. Специфічні резонанси розсіювання електронів у вуглецевих і напівпровідникових нанотрубках домішковими атомами.	1

7. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

8. Методи контролю

Залік за результатами поточного контролю.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Залік – 9 семестр

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 лекцій.

11. Рекомендована література

1. Iijima, S. *Nature* 1991 vol 354, 56-58.
2. Saito, R.; Dresselhaus, G.; Dresselhaus, M.S. *Physical properties of carbon nanotubes*; Imperial College Press: London, UK, 1998; pp. 259.
3. Prinz, V.Ya.; Seleznev, V.A.; Gutakovsky, A.K. *The 24th Intern. Conf. on the Phys. Of semiconductors (ICPS 24)* ; World Scientific Publ.: Jerusalem, ISRAEL, 1999; pp. Th3-D5.
4. Magarill, L.I.; Chaplik, A.V.; Entin, M.V. *Usp. Fiz. Nauk* 2005, vol **175**, 995-1000.
5. Lin, M.F.; Shung, K.W.-K. *Phys. Rev.* 1993, vol **B47**, 6617-6624.
6. Sato, O.; Tanaka, Y.; Kobayashi, M.; Hasegawa, A. *Phys. Rev.* 1993, vol **B48**, 1947-1950.
7. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Low Temp. Phys.* 2011, vol **37**, 919-924; doi: 10.1063/1.3672160
8. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Low Temp. Phys.* 2012, vol **38**, 511-516; doi: 10.1063/1.4723674
9. Keldysh, L.V. *Fiz. Tverd. Tela* 1962, vol 4, 2265-2267.
10. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Physica* 2011, vol B406, pp. 2077-2080.

11. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Physics of the Solid State* 2011, vol 53, 1594-1598.
12. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Low Temp. Phys.* 2012, vol **38**, 1209-1215.
13. Ermolaev, A.M.; Kofanov, S.V.; Rashba, G.I. *Adv. in Condens. Matter Phys.* 2011, Vol 2011, Article ID 901848, 7 pp.; doi: 10.1155/2011/901848
14. Ermolaev, A.M.; Rashba, G.I.; Solyanik, M.A. *Low Temp. Phys.* 2011, vol **37**, 824-830.