

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**

### **Термодинаміка 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: IV–й курс
Загальна кількість годин – 54		Семестри 8–й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 в 8-му семестрі.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр.	Лекції 54 год.
		Практичні – не передбачені навчальним планом
		Самостійна робота
		Вид контролю: екзамен.

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 1:2

## 2. Мета навчальної дисципліни

**Мета:** викласти сучасну теорію квантових осциляційних явищ у наносистемах 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 термодинамічні характеристики електронного газу на поверхні нанотрубки з надграткою.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### 1. Термодинамічні властивості електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.

- Тема 1. Синтезування вуглецевих та напівпровідникових нанотрубок. Незвичні фізичні ефекти у нанотрубках (перелічити та вказати основне їх джерело).
- Тема 2. Гамільтоніан електрона на кривій поверхні.
- Тема 3. Гамільтоніан електрона на циліндричній поверхні (надати детальне виведення).
- Тема 4. Енергетичний спектр електрона на поверхні напівпровідникової циліндричної нанотрубки (пояснити можливість використання наближення ефективної маси).
- Тема 5. Розрахунок густини станів електрона на поверхні напівпровідникової нанотрубки з використанням формули Пуассона без та з урахуванням магнітного поля.
- Тема 6. Розрахунок густини станів електрона на поверхні напівпровідникової нанотрубки з використанням перетворення Лапласа без та з урахуванням магнітного поля.
- Тема 7. Хімічний потенціал виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки).
- Тема 8. Хімічний потенціал та внутрішня енергія виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки у випадку заповнення лише однієї підзони (режим ультра квантової границі).
- Тема 9. Внутрішня енергія виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 10. Теплоємність виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 11. Великий термодинамічний потенціал та ентропія виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 12. Спінова намагніченість виродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 13. Хімічний потенціал невиродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 14. Внутрішня енергія невиродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 15. Теплоємність невиродженого електронного газу на поверхні напівпровідникової нанотрубки.
- Тема 16. Термодинамічні властивості виродженого та невиродженого електронного газів на поверхні напівпровідникової нанотрубки з урахуванням повздожньої надгратки.

### 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
<b>8 семестр</b>						

Тема 1	3	3				
Тема 2	4	4				
Тема 3	3	3				
Тема 4	4	4				
Тема 5	3	3				
Тема 6	4	4				
Тема 7	3	3				
Тема 8	3	3				
Тема 9	4	4				
Тема 10	3	3				
Тема 11	4	4				
Тема 12	3	3				
Тема 13	4	4				
Тема 14	3	3				
Тема 15	3	3				
Тема 16	3	3				
<b>Разом</b>	<b>54</b>	<b>54</b>				
<b>Іспит</b>						

### 5. Теми практичних занять

Не передбачені навчальним планом.

### 6. Самостійна робота

Не передбачена навчальним планом.

### 7. Методи навчання

Лекції.

### 8. Методи контролю

Екзамен.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

*Екзамен – 8 семестр.*

Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
100	100

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	відмінно
80-89	<b>B</b>	добре
70-79	<b>C</b>	
60-69	<b>D</b>	задовільно
50-59	<b>E</b>	
1-49	<b>FX</b>	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 24<sup>th</sup> 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.