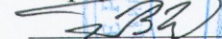


Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра фізики твердого тіла

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи та
інформатизації

 Кухарський В.М.

“ 31 ” 08 20 16 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МІКРОСКОПІЯ НАНОРОЗМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

галузі знань **0402** Фізико-математичні науки
спеціальності **104** Фізика та астрономія
фізичного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Львів – 2016

Мікроскопія нанорозмірних об'єктів. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за спеціальністю **104 Фізика та астрономія** — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. — 9с.

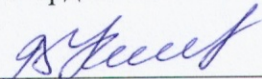
Розробник:

Тузяк О.Я., канд.. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики твердого тіла

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № 1 від. “30” серпня 2016 р.


Завідувач кафедри фізики твердого тіла

 (Капустяник В.Б.)

“30” 08 2016 р

Схвалено методичною комісією за спеціальністю **104 Фізика та астрономія**

Протокол № 10 від. “30” 08 2016 р.

“30” 08 2016 р. Голова  (Миколайчук О. Г.)

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “Мікроскопія нанорозмірних об’єктів”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів - 3	галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	Спецкурс
Модулів – 1	спеціальність 8.04020302 Фізика конденсованого стану	<i>Рік підготовки:</i> 2-й
Змістових модулів – 3		<i>Семестр</i> 3-й
Загальна кількість годин – 90		<i>Лекції</i> 16 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>Аудиторних:</i> III семестр – 2 <i>Самостійної роботи студента:</i> III семестр – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	<i>Лабораторні</i> 16 год.
		<i>Самостійна робота</i> 58 год.
		<i>Вид контролю:</i> залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс мікроскопія нанорозмірних об'єктів є курсом зі спеціалізації, який є основою для розуміння та виконання студентами мікроскопійних досліджень, їх можливостей та обмежень.

Мета: формування у майбутнього фізика поняття про методи мікроскопії, що ґрунтуються на **різній природі взаємодій між зондом зі зразком**.

Завдання: навчити студентів самостійно вибирати і обґрунтовувати свій вибір щодо оптимального методу мікроскопії для конкретного об'єкта заданої природи у процесі виконання магістерської роботи.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати основні поняття предмету, викладені у програмі курсу

вміти: працювати на скануючому електронному мікроскопі на рівні початкуючого користувача, читати отримані мікроскопом у різних режимах зображення, проводити найпростіший мікроаналіз; пояснювати основні принципи роботи зондових мікроскопів, використовувати вивчені методи мікроскопії у самостійній науковій роботі.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів: електрика і магнетизм, оптика, атомна фізика, квантова механіка.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Основи мікроскопії

Вступ

Перспективи використання наноматеріалів. Короткий історичний огляд дослідження об'єктів нанометрового діапазону.

Тема 1. Поняття про нанорозмірні об'єкти

1. Огляд фізичних властивостей наноструктур.
2. Основні види наноструктур.
 - а) наноточки, нанотрубки (вуглецеві);
 - б) надтонкі плівки, композити, нанокластери.
3. Методи отримання і вирощування наноструктур.
4. Загальний огляд методик дослідження нанорозмірних об'єктів.

Тема 2. Оптична мікроскопія

5. Методи отримання зображення. Будова оптичного мікроскопа.
6. Отримання збільшеного зображення.
7. Роздільна здатність. Дифракційна межа. Критерій Релея.
8. Глибина поля, глибина фокусу.
9. Параметри, що характеризують оптичний мікроскоп.
10. Хроматична та ахроматична аберації. Астигматизм.

Змістовий модуль 2. Електронна мікроскопія та рентгенівський мікроаналіз

Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм

11. Хвилі де-Бройля. Хвильова природа електронів.
12. Дослід Девісона-Джермера.
13. Рух зарядженої частинки в електричному і магнітному полях. Електромагнітні лінзи.

Тема 4. Електронна мікроскопія об'єктів нанометрового діапазону

14. Фізичні основи електронної мікроскопії.
15. Взаємодія електронного пучка зі зразком. Вторинні ефекти.
16. Порівняння електронного мікроскопа з його оптичним аналогом. Основні переваги і недоліки.
17. Види електронних мікроскопів. Електронний мікроскоп на просвітлення.
18. Формування зображення у просвічуючому електронному мікроскопі.
19. Підготовка зразків. Будова, характеристики, переваги і недоліки просвітлюючого електронного мікроскопа у порівнянні з іншими типами електронних мікроскопів.
20. Растровий електронний мікроскоп. Особливості приготування зразків.
21. Будова, характеристики, переваги і недоліки растрового електронного мікроскопа у порівнянні з іншими типами електронних мікроскопів.
22. Параметри, що характеризують мікроскоп та методи їх зміни.
23. Формування зображення в растровому електронному мікроскопі.
24. Детектори електронів, їх види і характеристики.
25. Якість зображення. Обробка отриманого зображення для виявлення важко помітних деталей зображення.

Тема 5. Рентгенівський мікроаналіз

26. Генерація X-випромінювання та його природа.
27. Види рентгену.
28. Реєстрація рентгену:
 - а) спектрометр з дисперсією по довжинах хвиль;
 - б) спектрометр з дисперсією по енергії.
29. Якісний і кількісний мікроаналіз.

Змістовий модуль 3. Зондова мікроскопія

Тема 6. Тунельна та атомно-силова мікроскопія

30. Принцип роботи зондового мікроскопа.
31. Будова зондового мікроскопа.
32. Тунелювання електронів через потенціальний бар'єр.
33. Скануючий тунельний мікроскоп.
34. Характеристики та режими роботи тунельного мікроскопа. Області застосування.
35. Огляд типів міжатомних взаємодій.
36. Атомний силовий мікроскоп (AFM), його характеристики та принцип дії.
37. Режими роботи атомного силового мікроскопа.
38. Застосування.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
МОДУЛЬ 1						
<i>Змістовий модуль 1. Основи мікроскопії</i>						
Тема 1. Поняття про нанорозмірні об'єкти	8	1				7
Тема 2. Оптична мікроскопія	9	2				7
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	<i>17</i>	<i>3</i>				<i>14</i>
<i>Змістовий модуль 2. Електронна мікроскопія та рентгенівський мікроаналіз</i>						
Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм	6	1				5
Тема 4. Електронна мікроскопія об'єктів нанометрового діапазону	30	6		9		15
Тема 5. Рентгенівський мікроаналіз	10	2		3		5
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<i>46</i>	<i>9</i>		<i>12</i>		<i>25</i>
<i>Змістовий модуль 3. Зондова мікроскопія</i>						
Тема 6. Тунельна та атомно-силова мікроскопія	27	4		4		19
<i>Разом – зм. модуль 3</i>	<i>27</i>	<i>4</i>		<i>4</i>		<i>19</i>
Усього годин	90	16		16		58

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Правила техніки безпеки при роботі на електронному мікроскопі.	1
2	Будова мікроскопа-мікроаналізатора РЕММА-102-02. Приготування зразків для дослідження растровим електронним мікроскопом.	2
3	Отримання топологічного зображення поверхні зразка в режимі вторинних електронів. Отримання топологічного зображення поверхні зразка в режимі відбитих електронів.	2
4	Вивчення фазового контрасту досліджуваного зразка за допомогою аналізу відбитих електронів.	2
5	Вивчення поверхонь руйнування матеріалів з допомогою растрового електронного мікроскопа.	2
6	Методи обробки зображень, отриманих у результаті роботи на електронному мікроскопі.	2
7	Проведення енергодисперсного рентгенівського мікроаналізу. Хвильовий рентгенівський мікроаналіз.	2
8	Будова та умови експлуатації мікроскопа СЗМ Solver P47.	2
9	Заключне заняття.	1

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
V семестр		
1	Системи захисту зондового мікроскопа	5
2	Властивості X-випромінювання	5
3	Характеристики рентгенівських спектрометрів	6
4	Ближньопольовий оптичний мікроскоп.	10
5	Іонний мікроскоп. Принцип дії іонного мікроскопа.	10
6	Конфокальна оптична спектроскопія.	10
7	Конфокальна раманівська спектроскопія.	5
8	Скануюча оптична мікроскопія.	6

10. Методи контролю

Контроль засвоєння теоретичного матеріалу включає поточний контроль (контрольні роботи за трьома змістовими модулями, $3 \times 10 = 30$ балів), відвідування (4 бали), тести (10 балів). Залік з курсу також враховує оцінку роботи на лабораторних заняттях ($7 \times 8 = 56$ балів). Сумарна оцінка за семестр виставляється за 100-бальною шкалою.

11. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Приклад розподілу балів, які отримують студенти (для заліку) I семестр

Поточне тестування та контрольні роботи					відвідування	Робота на лабораторних	Сума	
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3				
T1	T2	T3	T4	T5	T6			
	10		10	10	10	4	56	100

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90-100	A	Відмінно	Відмінно	Зараховано
81-89	B	Дуже добре	Добре	
71-80	C	Добре		
61-70	D	Задовільно	Задовільно	
51-60	E	Достатньо		

13. Рекомендована література

Базова

1. Тузяк О.Я. Основи електронної та зондової мікроскопії: навч. посібник / О.Я. Тузяк, В.Ю. Курляк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 296 с.
2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д. и др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. -М.:Мир. В 2-х томах, 1984.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. -Нижний Новгород: ИФМ РАН, 2004.
4. Goodhew P.J., Humphreys J., Beanland R. Electron microscopy and analysis. 3d edition.- Taylor and Francis, London and New York, 2001.

Допоміжна

1. Неволін В.К. Основи тунельно-зондової нанотехнології.- М: МГІЕТ(ТУ), 1996.
2. Хохлов А. Фізика твердого тіла. Лабораторний практикум. -М.:Вища школа, т.1., 2001.