

Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра фізики металів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан
фізичного факультету

_____ Якібчук П.М.

“ _____ ” _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація Теоретична фізика та астрофізика
(назва спеціалізації)

факультет, відділення фізичний, денне
(назва факультету, відділення)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Львів – 2021

Робоча програма **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНО-ГО СТАНУ** для студентів спеціальності **104 Фізика та астрономія** фізичного факультету

Розробник:

Мудрий С.І., доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики металів

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики металів

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2021 р.

Завідувач кафедри фізики металів _____ (проф. Мудрий С.І.)

“ ____ ” _____ 2021 р.

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2021 р.

“ ____ ” _____ 2021 р. Голова _____ (проф. Якібчук П.М.)

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни

“ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ ”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — 4,5	спеціальності 104 Фізика та астрономія	Нормативна
Модулів — 1		<i>Рік підготовки:</i> 1-й
Змістових модулів — 2		<i>Семестр</i> 1-й
Загальна кількість годин — 135		<i>Лекції</i> 16 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 3 самостійної роботи студента —		<i>Практичні</i> - год.
	<i>Лабораторні</i> 32 год.	
	<i>Самостійна робота</i> 87 год.	
	<i>Вид контролю:</i> залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс “ **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ** ” відноситься до дисциплін, які підсумовують основні профільюючі курси і є логічним їхнім завершенням. У ньому містяться розділи, присвячені найголовнішим питанням фізики конденсованого стану. Розглядаються: рідини, тверді тіла, а також ефекти, які спостерігаються в цих речовинах. Причому класичні знання поєднуються з викладом найновіших теоретичних та експериментальних даних, опублікованих у періодичних наукових виданнях та монографіях. Для успішного засвоєння даного курсу необхідними є знання з курсів загальної фізики, термодинаміки, фізики твердого тіла, фізики неупорядкованих систем, фізики кластерів та наносистем, а також статистичної фізики та кристалографії, що дасть змогу поєднати теоретичні та експериментальні дані та побачити перспективи подальших наукових досліджень у цій галузі.

Мета: формування у майбутнього спеціаліста системи знань з фізики конденсованого стану і розуміння закономірностей утворення структури та її взаємозв'язку з фізичними властивостями. Це передбачає виклад основних розділів фізики конденсованого стану, з яких можна отримати решту навчального матеріалу. Головна увага звертається на розуміння ролі міжчастинкової взаємодії при формуванні конденсованих систем.

Завдання: навчити студентів характеризувати різні явища та процеси, що відбуваються в конденсованих речовинах та знаходити взаємозв'язок між атомною і електронною структурою з одного боку та фізичними властивостями з іншого. В результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати:

1. основні явища, що відбуваються у рідинах різного типу (молекулярних рідинах, рідких металах, зріджених інертних газах)
2. теоретичні методи опису структури та властивостей рідин та їх термодинамічні характеристики
3. явища та процеси, які протікають у твердих кристалічних та аморфних речовинах та роль електронної структури в цих явищах
4. моделі фазових переходів та інших перетворень у конденсованих системах
5. методiku вибору потенціалу міжчастинкової взаємодії для розрахунку структури та термодинамічних характеристик конденсованих речовин

вміти:

1. застосовувати фундаментальні знання з фізики конденсованого стану для аналізу явищ та процесів, які відбуваються в твердих тілах та рідинах
2. проводити розрахунки властивостей рідин та твердих розчинів на основі сучасних теоретичних методів з використанням потенціалів міжчастинкової взаємодії
3. використовувати методи комп'ютерного моделювання для оцінки фізичних характеристик конденсованих речовин.

Для вивчення даної дисципліни необхідні знання з вищої математики, загальної фізики, термодинаміки, фізики твердого тіла, фізики кластерних і наноструктурних систем, хімії, статистичної фізики та квантової механіки

У програмі використовуються результати наукових досліджень з найактуальніших досягнень у різних напрямках фізики конденсованого стану, включаючи: фазові переходи, поверхневі явища, критичні явища, надпровідність, магнетизм, електронні процеси.

Лекційний курс передбачає використання демонстраційного експерименту, технічних засобів навчання, комп'ютерних проекторів.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Невпорядковані конденсовані системи

Тема 1. Конденсований стан речовини.

Класифікація конденсованих речовин. Перехід від газоподібного стану в рідкий і твердий. Перехід аморфний–кристалічний.

Тема 2. Нерезонансна взаємодія лазерного випромінювання з конденсованими середовищами.

Процеси поглинання лазерного випромінювання в металах, напівпровідниках та діелектриках. Механізм нагріву, плавлення та випаровування матеріалів.

Тема 3 Фізичні процеси формування конденсованих середовищ з допомогою лазера.

Процеси формування тонких плівок з допомогою лазера. Лазерний синтез нанопорошкових матеріалів. Лазерний відпал і кристалізація твердотільних матеріалів.

Тема 4. Кристалізація.

Гетерогенна і гомогенна кристалізація Нерівноважна кристалізація і кристалізація в умовах невагомості. Моделювання процесу кристалізації. Кристалізація аморфних сплавів.

Змістовий модуль 2. Конденсовані середовища з дальнім порядком

Тема 5. Рідкі кристали.

Структура та властивості рідких кристалів. Фазові перетворення в рідких кристалах. Перехід рідкокристалічної фази в ізотропну.

Тема 6. Аморфні сплави.

Структурна релаксація в аморфних сплавах. Вплив лазерного опромінення на структуру та властивості аморфних сплавів. Фазові перетворення і основні теоретичні наближення. Експериментальні дослідження структурних перетворень в аморфних сплавах.

Тема 7. Магнетизм

Магнітні властивості кристалічних матеріалів . Фізична природа магнетизму. Порівняння магнітних властивостей кристалічних та аморфних матеріалів. Перспективи створення нових магнітних матеріалів.

Тема 8.

Дифузія.

Основні рівняння дифузії та кінетика дифузії. Методи дослідження явищ дифузії. Роль дифузійних процесів у фазових перетвореннях.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		с	практ	інд	сп	
1	2	2	-	2		4
МОДУЛЬ 1						
Змістовий модуль 1. Невпорядковані конденсовані системи						
Тема 1. Конденсований стан речовини		2				
Тема 2. Нерезонансна взаємодія лазерного випромінювання з конденсованими середовищами.		2				
Тема 3. Лазерні процеси.		2				
Тема 4. Кристалізація.		2				
Разом – зм. модуль 1		8		16		43
Змістовий модуль 2. Конденсовані системи з дальнім порядком						
Тема 5. Рідкі кристали		2				
Тема 6. Аморфні сплави		2				
Тема 7. Магнетизм		2				
Тема 8. Дифузія.		2				
Разом – зм. модуль 2		8		16		44
Усього годин		16		32		87

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Поверхневі явища в твердих тілах	4
2	Фізика дифузійних процесів	4
3	Термоелектричні явища та нові матеріали	4
4	Переходи напівпровідник-метал та метал-діелектрик	4
5	Явища електронного переносу	4
6	Фізика теплопереносу у твердих тілах	4
7	Фізика рідких кристалів	4
8	Надпровідність	4
	Всього за семестр	32 год

7. Самостійна робота Лекції

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок парних потенціалів для простих рідин	
2	Коллективні явища в рідинах	
3	Структурні фазові переходи	
4	Нові термоелектричні матеріали	
5	Міжфазні границі в багатокомпонентних системах	
6	Критичні явища і конфігураційна теплоємність	
7	Феноменологічна теорія Ландау для фазових переходів	
8	Фізика надпровідності	
9	Аномальний ефект Хола	
10	Спінові хвилі у феромагнетиках	
11	Роль фононів у структурних фазових переходах	
12	Дифузія в твердих тілах	
13	Коллективні збудження в класичних одноатомних рідинах	
14	Вплив безладу на атомну динаміку	
15	Феромагнітне впорядкування	
16	Плазмони і екситони	
17	Конденсація ідеального бозе-газу	
	Всього за семестр	87 год.

10. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає:

- 1) поточний контроль (контрольні роботи за двома змістовими модулями, $2 \times 5 = 10$ балів), оцінку відповідей на лабораторних заняттях ($8 \times 5 = 40$ балів), колоквіуми по двом змістовим модулям (по 25 балів),— разом за семестр 100 балів.

11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

Розподіл балів, які отримують студенти (для заліку)

Поточне тестування та самостійна робота				Колоквіум №1	Колоквіум №2	всього
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2				
робота на лаборатор.	контрольна	робота на лаборат	контрольна			
4*5=20	5	20	5	25	25	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	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	C	<i>Добре</i>		
61-70	D	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	E	<i>Достатньо</i>		

13. Рекомендована література Базова

1. А.П. Шпак, В.В. Погосов. Введение в физику ультрадисперсных сред, Киев, Академперіодика, 2006.
2. Ткач М. Квазічастинки у наногетеросистемах, Чернівці, 2003, 311с.
3. Шпак А.П. Захаренко М.І. Магнетизм аморфних та нанокристалічних систем, Київ, Академперіодика, 2003,211с.
4. F. Owens, C. Poole. The physics and Chemistry of Nanosolids. Willey-Interscience, 2008, 539p.
5. Ю. Л. Климонтович. Введение в физику открытых систем, Москва. 2002, 283с.

6. Пригожин И.Р. От существующего к возникающему, Москва, Наука , 1985, 343с.
7. Воронов В.К., Подоппелов А.В. Современная физика, Москва, Дом Книга, 2005, 512 с.
8. Chaikin P. M., Lubensky T. C. Principles of Condensed Matter Physics. — Cambridge University Press, 1995.
9. С. Лавси, Т. Шрингер. Динамические свойства твердых тел и жидкостей. Мир. Москва. 1990, 487с.
10. Н. Марч, М. Паринелло. Коллективные эффекты в твердых телах и жидкостях. Москва, Мир. 1986, 319с.
11. А. Брус, Р. Каули. Структурные фазовые переходы. Москва, Мир, 1984, 408с.
12. Ф. Блатт. Термоэлектродвижущая сила металлов. Москва, Металлургия. 1980. 248с.
13. И. Пригожин, Д. Кондепуди. Современная термодинамика. Москва, Мир, 2002, 462с.
14. І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик (2006). Загальний курс фізики: Навчальний посібник у 3-х т. Київ: Техніка.
15. Л.А. Булавін, Ю.О. Плевачук, В.М. Склярчук. Критичні явища розшарування в рідинах на Землі та в космосі. – Київ.: Наукова думка, 2011. –278 с. (<http://www.ndumka.kiev.ua/books/library-fund>).
16. Булавін Л. А. Властивості рідин у критичній області : Навч. посіб. / Л. А. Булавін; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. - К., 2002. - 207 с. - Бібліогр.: 122 назв. - укр.
17. Гриценко М.І. Фізика рідких кристалів. Навчальний посібник. Київ : Академія, 2012 . – 271 с.
18. Metallic glasses. <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/metallic-glass>
19. Кшнякин, В.С. Основы фізичного матеріалознавства [Електронний ресурс] / В.С. Кшнякин, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра. - Електронне вид. каф.: Електроніки і комп'ютерної техніки; ПМіТКМ. - Суми: СумДУ, 2015. - 466 с.
20. Белащенко Д. К. Исследование расплавов методом электропереноса . М.: Атомиздат, 1974.- 88с.

Допоміжна

1. Michael C. Gao, Jien-Wei Yeh, Peter K. Liaw, Yong Zhang. High-Entropy Alloys. Fundamentals and Applications. Springer International Publishing, Switzerland, 2016. <https://www.springer.com/gp/book/9783319270111>.
2. B.S. Murty, Jien-Wei Yeh, S. Ranganathan, P. P. Bhattacharjee. High-Entropy Alloys, 2nd Edition. Elsevier 2019. <https://www.elsevier.com/books/high-entropy-alloys/murty/978-0-12-816067-1>
3. М.В. Карпець, О.С. Макаренко, О.М. Мисливченко, В.Ф. Горбань. ВПЛИВ NI на фазовий склад, мікроструктуру та механічні властивості системи високоентропійних сплавів $AlCrCoCuFeNi_x$ ($x = 0; 0,5; 1; 2; 3$). Наукові вісті НТУУ "КПІ", Матеріалознавство та машинобудування. -2014, т.2. с.46-52. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=NVKPI_2014_2_9

4. И.Р. Пригожин. Молекулярная теория растворов. Москва, Металлургия, 1990, 358с.
5. Ш.Ма. Современная теория критических явлений. Москва, Мир, 1980, 298с.

14. Інформаційні ресурси

1. <http://www.nbu.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
2. <http://www.lsl.lviv.ua/> - Львівська національна наукова Бібліотека України імені В. Стефаника
3. <https://lnulibrary.lviv.ua/> - Наукова бібліотека Львівського національного університету імені Івана Франка