

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів



Заступник декана

з навчальної роботи

Оксана МОМОТ

« 13 » червня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика твердого тіла
для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Фізика
спеціалізований вибірковий блок	Фізика наносистем
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	п'ятий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: завідувач кафедри фізики металів Курилюк Василь Васильович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Курилюк Василь Васильович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Василь КУРИЛЮК)

Протокол № 12 від «22» травня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» червня 2025 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – формування базових знань про кристалічну будову, електронну структуру та фізичні властивості твердих тіл; ознайомлення з основними теоретичними моделями для їх опису.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики для освоєння теоретичних основ фізики твердого тіла.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, загальної фізики для розв'язку практичних задач з курсу фізики твердого тіла.
3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Фізика твердого тіла» викладаються сучасні уявлення про типи хімічних зв'язків та кристалічну будову твердих тіл, розглядаються особливості механічних, теплових, електронних, електричних, магнітних та оптичних властивостей твердих тіл, проводиться ознайомлення студентів з основними теоретичними моделями для опису властивостей кристалічних твердих тіл. Мета вивчення дисципліни – ознайомлення студентів з теоретичними основами та сучасними проблемами фізики твердого тіла. Навчальна задача курсу полягає в оволодінні сучасними моделями опису властивостей кристалічних твердих тіл. Результатом навчання є оволодіння знаннями про структуру та фізичні властивості кристалічних твердих тіл. Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: опитування в процесі лекцій, модульні контрольні роботи.

4. Завдання (навчальні цілі) – формування здатності застосовувати теоретичні знання з фізики твердого тіла до розв'язку практичних завдань та при наукових дослідженнях.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибіркового блоку «Фізика наносистем»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати типи хімічних зв'язків в твердих тілах, особливості кристалічної будови твердих тіл та основні закономірності динаміки кристалічної решітки твердих тіл.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, Модульна контрольна робота	30
1.2	Знати основні моделі для розрахунку електронної структури твердих тіл, описувати фізичні властивості твердих тіл.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, Модульна контрольна робота	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни		1.1	1.2
Програмні результати навчання			
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.		+	
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-7: РН 1.1 – 25 балів / 15 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 8-14: РН 1.2 – 25 балів / 15 балів
3. Опитування в процесі лекцій: РН 1.1, 1.2 – 10 балів / 6 балів

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом під час заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання: Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно. Опитування в процесі лекцій проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано /	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
Розділ 1. Структура твердих тіл і динаміка кристалічної решітки				
1	Тема 1. Сили міжатомної взаємодії. Типи хімічних зв'язків в кристалах. Молекулярні, іонні, ковалентні та металеві кристали. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Постійна Маделунга та розрахунок енергії іонних кристалів.	2		4
2	Тема 2. Кристалічна решітка. Елементарна комірка. Решітки Браве. Кристалографічні напрямки та площини. Індeksi Міллера. Явище поліморфізму. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Методи визначення кристалічної структури твердих тіл.	4		4
3	Тема 3. Дефекти кристалічної структури. Пари Френкеля та дефекти Шоткі. Рівноважна концентрація теплових дефектів. Дислокації в кристалах. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Вплив дефектів на властивості твердих тіл.	4		4
4	Тема 4. Механічні властивості твердих тіл. Тензори механічних напружень і деформацій. Закон Гука. Пластичні властивості твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Крихке руйнування твердих тіл.	4		4
6	Тема 6. Теплоємність кристалів. Закон Дюлонга-Пті. Теорія теплоємності Ейнштейна. Теорія теплоємності Дебая. Фонони. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Теплоємність електронного газу.	4		4
7	Тема 7. Анггармонізм теплових коливань решітки. Теплове розширення і теплопровідність твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Теплопровідність сплавів.	2		2
	Модульна контрольна робота I			
Розділ 2. Особливості фізичних властивостей кристалічних твердих тіл				
8	Тема 8. Основи теорії Друде. Електропровідність і теплопровідність металів в теорії Друде. Закон Відемана-Франца. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Температурна залежність електропровідності металів.	2		2
9	Тема 9. Модель вільних електронів Зоммерфельда. Густина електронних станів. Теплоємність електронного газу. Електро - і теплопровідність електронного газу. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		4

	<i>Функція розподілу Фермі-Дірака. Енергія Фермі. Поверхня Фермі.</i>			
10	Тема 10. Електрон в періодичному потенціалі. Теорема Блоха. Модель Кроніга-Пенні. Енергетичні зони електронів в кристалі. Заповнення енергетичних зон. Метали, напівпровідники, діелектрики. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Ефективна маса електрона і методи її визначення.	4		4
11	Тема 11. Електричні властивості твердих тіл. Електропровідність металів. Електропровідність власних напівпровідників. Домішкова електропровідність. Відхилення від закону Ома. Ефект поля. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Фотопровідність. Ефект Ганна в напівпровідниках.	4		4
12	Тема 12. Магнітні властивості твердих тіл. Класифікація магнетиків. Намагніченість. Магнітна сприйнятливність. Природа діамагнетизму. Природа парамагнетизму. Закон Кюрі. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Магнітний момент атома. Правила Хунда.	4		4
13	Тема 13. Феромагнетики та антиферомагнетики. Молекулярне поле Вейса. Обмінна взаємодія. Феромагнітні домени. Крива намагнічування феромагнетиків. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Спінові хвилі. Магнони.	4		3
14	Тема 14. Оптичні властивості твердих тіл. Поглинання світла в кристалах. Прямі і непрямі переходи. Екситони. Люмінесценція твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Спонтанне та індуковане випромінювання. Твердотільні лазери.	2		2
	Консультація	1		
	Модульна контрольна робота 2			
	ВСЬОГО	44		45

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **44 год.**

Лабораторні заняття – **0 год.**

Консультації - **1 год.**

Самостійна робота - **45 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Introduction to Solid State Physics / Charles Kittel. New York – London – Sydney – Toronto: John Wiley and Sons, Inc. 2005.
2. Holgate S. Understanding Solid State Physics. – New-York: Taylor & Francis 2010. – 370 p.
3. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : «Політехніка», 2017. – 415 с.
4. Marder M. Condensed Matter Physics. - New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 984 p.
5. В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В.Однорець, Н.І.Шумакова. Фізика твердого тіла: навч. посіб. Суми: Вид-во СумДУ, 2010.- 200 с.
6. Строїтельова Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.
7. Omar M.A. Elementary Solid State Physics: Principles and Applications (3-rd Ed.). – New-York: Addison-Wesley, 1993. - 600 p.
8. Myers H. Introductory Solid State Physics. - New-York: Taylor & Francis 2009. – 590 p.

Додаткова:

1. Solid State Physics / J.S. Blakemore. London New York New Rochelle Melbourne Sydney: Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
2. Martienssen W., H. Warlimont (Eds.) Springer Handbook of Condensed Matter and Materials Data. – Berlin: Springer, 2005. – 1143 p.
3. Ashcroft N.W., Mermin N.D. Solid State Physics. – Philadelphia: Saunders College / Brooks Cole, 1976. – 848 p.