

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Кафедра фізики твердого тіла

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан фізичного факультету ХНУ  
імені В. Н. Каразіна

Руслан БОБК

“ \_\_\_\_\_ ” 2023 р.

**Робоча програма навчальної дисципліни**

**Фізичне матеріалознавство**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ *перший рівень (бакалавр)*

галузь знань \_\_\_\_\_ *10 - природничі науки*  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ *104 - фізика та астрономія*  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ *фізика*  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ *за вибором*  
(обов'язкова / за вибором)

факультет \_\_\_\_\_ *фізичний*

2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету  
30 серпня 2023 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Ткаченко М. В. - канд. фіз.-мат. наук., доцент,  
доцент кафедри фізики твердого тіла.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № 7 від 28 серпня 2023 року

Завідувач кафедри



Золтан ЗИМАН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми  
(керівником проектної групи)

фізика \_\_\_\_\_  
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проектної групи)



Олег ЛАЗОРЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету Протокол № 7  
від 29 серпня 2022 року

Голова методичної комісії



Микола МАКАРОВСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Фізичне матеріалознавство**”

складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

бакалавра

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напрям) 104 фізика та астрономія

спеціалізації

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни:

формування базових знань про основні закономірності, які визначають будову та властивості матеріалів, а також склад і методи їхньої обробки для практичного використання в техніці.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

#### **Інтегральна компетентність:**

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

#### **Загальні компетентності:**

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Навички здійснення безпечної діяльності. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

#### **Фахові компетентності:**

Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

1.3. Кількість кредитів 2,5

1.4. Загальна кількість годин 75

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	

22 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота, у тому числі	
44 год.	год.
Курсова робота	
30 год.	

### 1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні 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 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії. 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. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій. Структура навчальної дисципліни.

### Розділ 1. Кристалохімія та фізичні властивості конденсованих систем.

**Тема 1.** Вступ. Задачі фізичного матеріалознавства як науки. Історія розвитку матеріалознавства, його основні сучасні проблеми, перспективи розвитку. (1 год.)

**Тема 2.** Загальна характеристика конденсованих систем, їх класифікація (рідина, скло, аморфні тіла, рідкі кристали, полімери) (2 год)

**Тема 3.** Електронна структура атома. Закономірності електронної структури хімічних елементів. Періодична система Д.І. Менделєєва (2 год)

**Тема 4.** Сили зв'язку в кристалах. Вплив типу зв'язку на структуру і властивості кристалів. Типові кристалічні структури. (2 год.)

**Тема 5 .** Фазові стани і фазові перетворення в конденсованих системах. Термодинаміка фазових перетворень. Основні поняття (система, фаза, компонент, термодинамічні функції). Загальні умови термодинамічної рівноваги. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Фазові переходи 1 та 2 роду. Співвідношення Еренфеста. Поліморфні перетворення. (2 год.)

**Тема 6.** Кристалізація з рідкої фази. Гомогенне і гетерогенне утворення зародків кристалізації. Вплив ступеню переохолодження. Кінетика кристалізації. Вирощування монокристалів. Сучасні методи отримання особливо чистих матеріалів. (2 год.)

### Розділ 2. Загальні відомості про аморфні, металічні та неметалічні матеріали

**Тема 7.** Аномалії температурних коефіцієнтів модулів пружності. Магнітні методи для визначення фазового складу сплавів, що містять феромагнітні компоненти. Визначення внутрішніх напружень у феромагнітних деталях магнітними методами. (2 год.)

**Тема 8.** Матеріали з особливими електричними і магнітними властивостями. (2 год.)

**Тема 9.** Аморфні матеріали, їх властивості. Методи отримання аморфних матеріалів. Перспективи їх промислового використання. (2 год.)

**Тема 10.** Рідкі кристали, їх основні типи. Теплові, оптичні, електричні і магнітні властивості РК. Практичне застосування РК. (2 год.)

**Тема 11.** Загальні відомості про неметалічні матеріали. Кераміка. Твердофазне спікання. Рушійна сила процесу ущільнення: випаровування-конденсація, дифузія. Спікання з участю рідкої фази: кінетика процесу, значення розміру частинок, в'язкості та поверхневого натягу. Спікання з участю рідкої фази, яка реагує з твердою: утворення рідкої фази з невеликою в'язкістю, збільшення щільності за рахунок процесів розчинення та вторинної кристалізації твердої фази. (2 год.)

**Тема 12.** Полімери, їх класифікація, властивостей. Керамічні матеріали, ситали. Пластмаси. (1 год.)

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Кристалохімія та фізичні властивості конденсованих систем.</b>												
Разом за розділом 1	38	11				27						
<b>Розділ 2. Загальні відомості про аморфні, металічні та неметалічні матеріали</b>												
Разом за розділом 2	37	11				26						
<b>Усього годин</b>												
	75	22				53						

### 3. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи (Опрацювання навчального матеріалу за наступними темами)	Кількість годин
1	Тема 1. Задачі фізичного матеріалознавства як науки. Історія розвитку матеріалознавства, його основні сучасні проблеми, перспективи розвитку.	5
2	Тема 2. Загальна характеристика конденсованих систем, їх класифікація (рідина, скло, аморфні тіла, рідкі кристали, полімери)	6
3	Тема 3. Електронна структура атома. Закономірності електронної структури хімічних елементів. Періодична система Д.І. Менделєєва	5
4	Тема 4. Сили зв'язку в кристалах. Вплив типу зв'язку на структуру і властивості кристалів. Типові кристалічні структури.	6
5	Тема 5 . Фазові стани і фазові перетворення в конденсованих системах. Термодинаміка фазових перетворень. Основні поняття (система, фаза, компонент, термодинамічні функції). Загальні умови термодинамічної рівноваги. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Фазові переходи 1 та 2 роду. Співвідношення Еренфеста. Поліморфні перетворення.	6
6	Тема 6. Кристалізація з рідкої фази. Гомогенне і гетерогенне утворення зародків кристалізації. Вплив ступеню переохолодження. Кінетика кристалізації. Вирощування монокристалів. Сучасні методи отримання особливо чистих	5
7	Тема 7. Аномалії температурних коефіцієнтів модулів пружності. Магнітні методи для визначення фазового складу сплавів, що містять феромагнітні компоненти. Визначення внутрішніх напружень у феромагнітних деталях магнітними методами.	3
8	Тема 8. Матеріали з особливими електричними і магнітними властивостями.	3
9	Тема 9. Аморфні матеріали, їх властивості. Методи отримання аморфних матеріалів. Перспективи їх промислового використання.	3
10	Тема 10. Рідкі кристали, їх основні типи. Теплові, оптичні, електричні і магнітні властивості РК. Практичне застосування РК.	3
11	Тема 11. Загальні відомості про неметалічні матеріали. Кераміка.	3
12	Тема 12. Полімери, їх класифікація, властивостей. Керамічні матеріали, сітали. Пластмаси.	5
		53

### 4. Темы курсових робіт

1. Метаматеріали.
2. Рідкі кристали.
3. Біоматеріали.
4. Холодостійкі матеріали.
5. Жароміцні матеріали.
6. Металічні матеріали.
7. Структура, механічні та фізичні властивості стекол. Сітали.

8. Магнітні рідини.
9. Способи зміцнення металів і сплавів.
10. Одержання матеріалів методами порошкової металургії.
11. Інтерметаліди та їхні властивості.
12. Спінання керамічних матеріалів.
13. Вуглецеві нанотрубки.
14. Тверді сплави, властивості та застосування.
15. Рідкісні метали в атомній техніці.
16. Магнетом'які матеріали.
17. Магнетожорсткі матеріали.
18. Функціональні покриття.

### 5. Методи контролю

Поточний та семестровий підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться на семінарах а підчас перевірки якості виконання курсової роботи (тільки для ОНП «Фізика») та оцінки її прилюдного захисту.

Семестровий підсумковий контроль застосовується у вигляді письмового екзамену наприкінці семестру.

### 6. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальне завдання												Курсова робота	Разо м	Залік	Сум а
Розділ 1						Розділ 2									
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T9	T10	T11	T1 2				
1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	30	60	40	100

T1, T2 ... - теми розділів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 - 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## Рекомендована література

### Основна література

1. Зиман З.З.. Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 212 с.
2. Бадіян Є.Ю. Практична кристалографія: Навчальний посібник. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. – 144 с.
3. З.З. Зиман, А.Ф. Сіренко. Основи фізичного матеріалознавства: Навчальний посібник. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2005. – 288 с.
4. Основи фізичного матеріалознавства: навчальний посібник/ В.С. Кшнякин, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра - Суми: Сумський державний університет, 2015. – 466 с.
- 5.

### б. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<https://docplayer.ru/37044974-Fazovye-perehody-v-tvyordyh-telah.html>  
<http://ZZmirznanii.com/v/BUeP0kVFrkk-323115Ziia-gruzberg-mini-kurs-iektsiy-fizika-fazovykh-erekhodov-i-kriticheskikh-yavleniy-lektsiya-1> <http://mirznanii.com/v/mY5uFalPJLg-323115/2-8-fazovye-prevrashcheniya> <http://mirznanii.com/v/z7uLrwXD3Ks-323115/polimorfnye-prevrashcheniya-v-metallakh> <https://www.youtube.com/watch?v=VbCHOUNJM2c>

## ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО ЗАВДАННЯ

### Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет *фізичний*

Спеціальність *104-фізика та астрономія*

Семестр *7*

Форма навчання *денна*

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень): *бакалавр*

Навчальна дисципліна: **Фізичне матеріалознавство**

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Потенціал Борна-Ланде (20 балів).
2. Тверді розчини заміщення і тверді розчини впровадження (30 балів).

Загальна сума балів - 50.

Затверджено на засіданні кафедри фізики твердого тіла  
 протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ .2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Золтан ЗИМАН

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Микола ТКАЧЕНКО