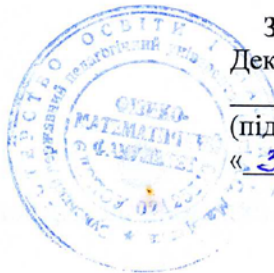


Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С.Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан фізико-математичного факультету

Каленик М.В.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи фізики твердого тіла

(назва навчальної дисципліни)

галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка  
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (Фізика)  
(шифр і назва)

освітня-програма/програми Середня освіта (Фізика. Математика) першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти  
(назва)

мова навчання українська

Погоджено науково-методичною комісією  
фізико-математичного факультету

« 31 » серпня 2023 р.

Голова Одінцова О.О.,  
канд. фіз.-мат. наук, доцент

(ПІБ, науковий ступінь, вч. звання)

Суми - 2023

Розробник:

Салтиков Д.І., доктор філософії (природничі науки), ст. викладач кафедри математики, фізики та методик їх навчання

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри математики, фізики та методик їх навчання

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри,

доктор педагогічних наук, професор  Чашечникова О.С.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Бакалавр	Вибіркова	
		<b>Рік підготовки:</b>	
4-й		-й	
<b>Семестр</b>			
8-й		-й	
<b>Лекції</b>			
24 год.		год.	
<b>Практичні, семінарські</b>			
22 год.		год.	
<b>Лабораторні</b>			
		год.	
<b>Самостійна робота</b>			
72 год.		год.	
<b>Консультації:</b>			
2 год.		год.	
Загальна кількість годин - 120			Вид контролю: залік

## 1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни: майбутні вчителі фізики повинні розуміти, що загальний курс фізики покладений у більш складні теоретичні курси фізики, які складають основу сучасної науки про матеріали з наперед заданими властивостями. Такою наукою є фізика твердого тіла.

Оскільки курс з фізики твердого тіла є завершальним етапом освіти фахівців з фізики, тому він має на меті узагальнити та поглибити компетентності випускника університету щодо єдиної системи знань з фізики.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

формування у студентів наукового світогляду на основі вірного розуміння фізичних явищ, законів, шляхів розвитку фізичних теорій;

засвоєння основних теоретичних положень щодо конденсованого, кристалічного стану речовини; ознайомлення з особливостях виникнення фононів, використання фононної та електронної теорій при поясненні теплопровідності; теорії електропровідності та магнетизму та використанням фізичних теорій для створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями.

## 2. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна тісно пов'язана з усіма розділами курсу загальної та теоретичної фізики.

## 3. Результати навчання за дисципліною

У результаті вивчення курсу студенти повинні:

**знати:** основні поняття про кристалічний стан речовини та його властивості, типи кристалічних сингоній, дефекти кристалічних ґраток, закони динаміки ґратки, елементи зонної теорії кристалів;

**вміти** пояснювати особливості твердого стану речовин, закономірності явищ теплоємності, теплопровідності та інших, пов'язаних з провідниками, діелектриками, напівпровідниками, феромагнетиками, парамагнетиками, напівпровідним станом.

#### 4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
А	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми, вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому.
В	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому.
С	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому виконав не повністю.
D	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та поточного контролю не виконав.
Е	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому.
F	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та поточного контролю в цілому.
FX	Не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст кожної теми навчальної дисципліни, не виконав завдань поточного контролю.

### Розподіл балів

Поточний контроль												Сам. робота	Сума		
РОЗДІЛ 1						РОЗДІЛ 2									
Т 1.1	Т 1.2	Т 1.3	Т 1.4	Т 1.5	Т 1.6	Т 2.1	Т 2.2	Т 2.3	Т 2.4	Т 2.5	Т 2.6	40	100		
Поточний контроль															
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Контроль самостійної роботи															
2	3	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4				

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	<b>A</b>	<b>відмінно</b>
82 - 89	<b>B</b>	<b>добре</b>
74 - 81	<b>C</b>	
64 - 73	<b>D</b>	<b>задовільно</b>
60 - 63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	<b>незадовільно з можливістю повторного складання</b>
1 - 34	<b>F</b>	<b>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</b>

### 5. Засоби діагностики результатів навчання

*Результати* навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

*Поточний контроль:*

В ході поточного контролю оцінці підлягають:

- оцінювання самостійної роботи;
- результати роботи на практичних заняттях;
- результати поточного тестування, письмових робіт.

*Підсумковий контроль*

## **6. Програма навчальної дисципліни**

### **6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ КРИСТАЛІЧНОГО СТАНУ РЕЧОВИНИ**

**Тема 1.1. Вступ.** Предмет фізики твердого тіла. Основні поняття фізики твердого тіла. Матеріалознавство і фізика твердого тіла. Агрегатні стани речовини. Конденсовані стани.

**Тема 1.2. Кристалічна решітка, її характеристика. Дефекти кристалічної решітки.** Кристалічний стан. Кристалічна решітка. Види кристалічних решіток (сингоній). Основні параметри кристалічної решітки (індекси Міллера, індекси спрямованостей). Рентгенівські дослідження кристалічних решіток. Дефекти кристалічної решітки – зміщені атоми (вакансії), незаповнені атомами місця (дірки), точкові дефекти, лінійні дефекти. Крайові, гвинтові дислокації. Електронні дефекти. Вплив дислокацій на фізичні властивості кристалів.

**Тема 1.3. Динаміка кристалічної решітки.** Поняття про деформацію. Вібратор. Коливання одноатомного лінійного ланцюжка. Пружні коливання. Квантування енергії пружній коливань. Фонони. Наближення Ейнштейна. Наближення Дебея.

**Тема 1.4. Теплоємність кристалів. Теорії теплоємності.** Поняття про теплоємність. Питома теплоємність. Молекулярна теплоємність. Класична теорія теплоємності. Закон Дюлонга і Пті. Поняття про квантові теорії теплоємності (за Ейнштейном, Дебаєм).

**Тема 1.5. Елементи зонної теорії кристалів.** Модель вільних електронів. Класична теорія вільних електронів. Квантова теорія вільних електронів. Електрон у періодичному полі кристала. Розщеплення енергетичних рівнів. Елементи зонної теорії (зона провідності, заборонена зона, валентна зона).

**Тема 1.6. Метали.** Характерні ознаки металічного стану. Електрони провідності в металах. Енергетичний спектр електронів провідності в металах.

Рівень Фермі. Електропровідність металів та її залежність від температури. Робота виходу електронів з металу.

## **Розділ 2. МАТЕРІАЛИ ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ**

**Тема 2.1. Напівпровідники.** Характерні ознаки напівпровідникового стану. Власна провідність напівпровідників. та її залежність від температури. Домішкова провідність однорідних напівпровідників. Температурна залежність провідності напівпровідників. Контактні явища в напівпровідниках.

**Тема 2.2. Діелектрики.** Діелектрики та їх типи. Поляризація діелектриків. Види поляризації. Вектор поляризації. Діелектрична сприйнятливість. Електричне поле в діелектрику. Діелектрична проникність та її фізичний зміст. Зв'язок діелектричної проникності з діелектричною сприйнятливістю.

**Тема 2.3. Кінетичні явища в кристалах.** Електропровідність. Теплопровідність. Закон Відемана-Франца. Термоелектричні явища. Фотоелектричні явища. Сонячні батареї.

**Тема 2.4. Магнітні властивості речовини.** Класифікація магнетиків. Діа- та парамагнетизм твердих тіл. Феромагнетики. Закон Кюрі-Фейса. Ферити. Крива гістерезис. Доменна структура феромагнетиків. Феромагнетики.

**Тема 2.5. Оптичні квантові генератори.** Фізичні основи роботи лазерів. Спонтанне та вимушене випромінювання. Інверсна заселеність рівнів. Трирівнева система. Будова та принцип роботи лазера. Класифікації лазерів. Використання лазерів.

**Тема 2.6. Плазмовий стан речовини у всесвіті. Плазма і проблема керування термоядерних реакцій.** Температура – критерій стану речовини. Визначення поняття – плазма. Види плазми (холодна, гаряча). Методи отримання плазми. Властивості плазми. Параметри плазми. Магнітогідродинаміка. МТД – генератори. Плазма і проблема керування термоядерних реакцій.



## 6.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин										
	Денна форма						Заочна форма				
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі			
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.р.		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.
<b>РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ КРИСТАЛІЧНОГО СТАНУ РЕЧОВИНИ</b>											
Тема 1.1. Вступ. Основні поняття фізики твердого тіла.	8	2				6					
Тема 1.2. Кристалічна решітка, її характеристика. Дефекти кристалічної решітки	10	2	2			6					
Тема 1.3. Динаміка кристалічної решітки.	10	2	2			6					
Тема 1.4. Теплоємність кристалів. Теорії теплоємності.	10	2	2			6					
Тема 1.5. Елементи зонної теорії кристалів.	10	2	2			6					
Тема 1.6. Метали.	10	2	2			6					
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ</b>											
Тема 2.1. Напівпровідники.	12	2	4			6					
Тема 2.2. Діелектрики	8	2				6					
Тема 2.3. Кінетичні явища в кристалах.	10	2	2			6					
Тема 2.4. Магнітні властивості речовини.	10	2	2			6					
Тема 2.5. Оптичні квантові генератори	10	2	2			6					
Тема 2.6. Плазмовий стан речовини у всесвіті. Плазма і проблема керованих термоядерних реакцій	12	2	2		2	6					
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>24</b>	<b>22</b>		<b>2</b>	<b>72</b>					

### Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вступ. Основні поняття фізики твердого тіла.	2	
2	Кристалічна решітка, її характеристика. Дефекти кристалічної решітки	2	
3	Динаміка кристалічної решітки.	2	
4	Теплоємність кристалів. Теорії теплоємності.	2	
5	Елементи зонної теорії кристалів.	2	
6	Метали.	2	
7	Напівпровідники.	2	
8	Діелектрики	2	
9	Кінетичні явища в кристалах.	2	
10	Магнітні властивості речовини.	2	
11	Оптичні квантові генератори	2	
12	Плазмовий стан речовини у всесвіті. Плазма і проблема керованих термоядерних реакцій	2	
Разом		24	

### Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Кристалічна решітка, її характеристики. Дефекти кристалічної ґратки.	4	
2	Динаміка кристалічної ґратки.	4	
3	Теплоємність кристалів. Теорії теплоємності	4	
4	Метали. Напівпровідники. Діелектрики	4	
5	Кінетичні явища в кристалах.	4	
6	Магнітні властивості речовини.	2	
Разом		22	

## 7. Рекомендовані джерела інформації

1. Курик М.В., Цмоць В.М. Фізика твердого тіла. – Київ: Вища школа. – 1985. – 247 с.
2. Поплавко Ю. М. П Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
3. Поплавко Ю. М. П Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
4. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела. – М.: Физмат. – 1975. – 400 с.
5. Мазуренко Д.М. Електронна теорія речовини : підручник для фіз.-мат. фак. пед. ін-тів УРСР / Д. М. Мазуренко. – К. : Вища школа, 1969. - 177с.
6. Ермолаев А.М., Проценко И.Е. Электронная теория вещества - Сумы: СГПИ (Деп. в УкрНИИИТИ) 1988г. – 173с.
7. Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. – Київ.: Вища школа. – 1978.
8. Подопригора Н,В., Фізика твердого тіла: навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей педагогічних університетів. / Подопригора Н,В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – 416 с.