

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**Кафедра фізики твердого тіла**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан фізичного факультету

\_\_\_\_\_ Якібчук П.М.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА**

галузь знань – **10** – природничі науки  
напряму підготовки **104** Фізика та астрономія  
фізичного факультету

**Львів – 2020**

**ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА.** Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за напрямом підготовки **10. Природничі науки** — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. — 9с.

**Розробник:**

**Гречух Т.З.**, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики твердого тіла

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № \_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри фізики твердого тіла

\_\_\_\_\_ (Капустяник В.Б.)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

Схвалено вченою радою фізичного

Протокол № \_\_\_ від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Голова \_\_\_\_\_ (Якібчук П.М)

### 1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “ **ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА**”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів, - 2	галузь знань <b>10 – природничі науки</b>	Нормативна
Модулів – 2	Напрямок підготовки <b>104</b> <b>Фізика та астрономія</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>3-й</b>
Змістових модулів – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Семестр</i> <b>5-й</b>
Загальна кількість годин - 72		<i>Лекції</i> <b>18 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>Аудиторних:</i> V семестр – 2 <i>Самостійної роботи студента:</i> V семестр – 2		<i>Практичні</i>
		<i>Лабораторні</i> <b>18 год</b>
		<i>Самостійна робота</i> <b>36 год.</b>
		<i>Вид контролю:</i> <b>залік</b>

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Курс Вступу до фізики твердого тіла є одним з курсів зі спеціальності “фізика” напряму “прикладна фізика” і є необхідним для підготовки спеціалістів у галузі фізики твердого тіла.

**Мета:** виробити у студентів розуміння основних понять, які стосуються широкого кола фізичних явищ, які мають місце у твердих тілах.

**Завдання:** навчити студентів застосовувати набуті знання з даного предмета для пояснення процесів і явищ, з якими вони стикаються при вивченні спеціальних курсів та виконанні курсових, бакалаврських та магістерських робіт.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати** основні поняття та закони щодо фізичних властивостей твердих тіл.

**вміти:** застосовувати знання, отримані ними в курсах загальної фізики до аналізу фізичних явищ в твердих тілах та інтерпретації результатів вимірювань, отриманих в експериментах лабораторного практикуму та в наукових дослідженнях.

Для вивчення дисципліни необхідні знання з усіх розділів курсу загальної фізики, зокрема, електрики та магнетизму, атомної фізики, математичного аналізу, вищої алгебри та тензорного аналізу.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **МОДУЛЬ 1**

#### **Змістовий модуль 1. Класифікація твердих тіл. Ідеальні кристалічні структури. Дефекти кристалічної структури.**

##### **Тема 1. Класифікація твердих тіл.**

1. Класифікація твердих тіл за типами хімічного зв'язку. Трансляційна і точкова симетрія. Класифікація твердих тіл за типами симетрії. Просторові групи.
2. Поліморфізм і структурні фазові переходи. Модульовані структури, співмірні та неспівмірні фази.

##### **Тема 2. Дефекти кристалічної структури.**

3. Точкові дефекти. Принцип електронейтральності. Центр забарвлення.
4. Лінійні дефекти, дислокації. Двовимірні дефекти і полікристалічність. Об'ємні дефекти.

#### **Змістовий модуль 2. Елементи теорії коливань ґратки. Електронні енергетичні стани. Домішкові стани. Напівпровідники.**

##### **Тема 3. Коливні та електронні енергетичні стани ідеальних кристалічних структур.**

5. Коливання одновимірних простої та складної ґраток. Квантування коливань, газ фононів. Теплоємність в класичній та квантовій теоріях.
6. Електрони в ідеальній кристалічній ґратці. Енергетичні зони, характер їх заповнення. Діелектрики, напівпровідники, метали.

##### **Тема 4. Домішкові енергетичні стани.**

7. Точкові дефекти в кристалічних структурах. Домішкові стани.
8. Невласна провідність, напівпровідники n- і p-типу. Випростувальна дія p-n переходу.

## МОДУЛЬ 2

### **Змістовий модуль 3. Механічні та електричні властивості твердих тіл. Метали.**

#### **Тема 5. Механічні властивості твердих тіл.**

9. Елементи теорії пружності неперервних середовищ. Тензори напружень та деформацій.
10. Однорідні деформації в твердих тілах. Закон Гука.
11. Пружні хвилі в кристалах.

#### **Тема 6. Електропровідність металів.**

12. Класична модель газу вільних електронів Друде.
13. Квантова модель газу вільних електронів Фермі. Електронна теплоємність та електропровідність в моделях Друде та Фермі.

### **Змістовий модуль 4. Основні фізичні явища в діелектриках та магнетиках.**

#### **Тема 7. Діелектрики.**

14. Основні види поляризації в діелектриках.
15. Піроелектричний ефект. П'єзоелектричний ефект та електрострикція.
16. Діелектричні властивості сегнетоелектриків.

#### **Тема 8. Магнетики.**

17. Класифікація магнітних речовин. Магнітна сприйнятливність діамагнетиків та парамагнетиків.
18. Феромагнетики, доменна структура. Закон Кюрі-Вейса.

#### 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
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<i>Змістовий модуль 1. Класифікація твердих тіл. Ідеальні кристалічні структури. Дефекти кристалічної структури.</i>						
Тема 1. Класифікація твердих тіл.	8	2	-	2	-	4
Тема 2. Дефекти кристалічної структури.	8	2	-	2	-	4
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
<i>Змістовий модуль 2. Елементи теорії коливальних ґратки. Електронні енергетичні стани. Домішкові стани. Напівпровідники.</i>						
Тема 3. Коливні та електронні енергетичні стани ідеальних кристалічних структур.	16	4	-	4	-	8
Тема 4. Домішкові енергетичні стани.	8	2	-	2	-	4
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<i>Змістовий модуль 3. Механічні та електричні властивості твердих тіл. Метали.</i>						
Тема 5. Механічні властивості твердих тіл.	8	2	-	2	-	4
Тема 6. Електропровідність металів.	8	2	-	2	-	4
<i>Разом – зм. модуль 3</i>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
<i>Змістовий модуль 4. Основні фізичні явища в діелектриках та магнетиках.</i>						
Тема 7. Діелектрики.	8	2	-	2	-	4
Тема 8. Магнетики.	8	2	-	2	-	4
<i>Разом – зм. модуль 4</i>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>
<b>Усього годин за V семестр</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

## **6. Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Пряма і обернена ґратка. Метричні тензори.	2
2	Індексація вузлів, напрямів та площин ґраток Браве.	2
3	Коливання одновимірних ґраток. Теплоємність ґраток.	2
4	Властивості зонного спектру. Рівень Фермі.	2
5	Рівень Фермі у напівпровідниках.	2
6	Симетрія тензорів напружень та деформації.	2
7	Теплоємність газу електронів в моделях Друде та Фермі..	2
8	Коефіцієнти електрострикції та пезооптичного ефекту.	2
9	Магнітна сприйнятливність парамагнетиків.	2

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація твердих тіл за типами хімічного зв'язку. Трансляційна і точкова симетрія. Класифікація твердих тіл за типами симетрії. Просторові групи.	2
2	Поліморфізм і структурні фазові переходи. Модульовані структури, співмірні та неспівмірні фази.	2
3	Точкові дефекти. Принцип електронейтральності. Центр забарвлення.	2
4	Лінійні дефекти, дислокації. Двовимірні дефекти і полікристалічність. Об'ємні дефекти.	2
5	Коливання одновимірних простої та складної ґраток. Квантування коливань, газ фононів. Теплоємність в класичній та квантовій теоріях.	2
6	Електрони в ідеальній кристалічній ґратці. Енергетичні зони, характер їх заповнення. Діелектрики, напівпровідники, метали.	2
7	Точкові дефекти в кристалічних структурах. Домішкові стани.	2
8	Невласна провідність, напівпровідники n- і р-типу. Випростувальна дія p-n переходу.	2
9	Елементи теорії пружності неперервних середовищ. Тензори напружень та деформацій.	2
10	Однорідні деформації в твердих тілах. Закон Гука.	2
11	Пружні хвилі в кристалах.	2
12	Класична модель газу вільних електронів Друде.	2
13	Квантова модель газу вільних електронів Фермі. Електронна теплоємність та електропровідність в моделях Друде та Фермі.	2
14	Основні види поляризації в діелектриках.	2
15	Піроелектричний ефект. П'єзоелектричний ефект та електрострикція.	2
16	Діелектричні властивості сегнетоелектриків.	2
17	Класифікація магнітних речовин. Магнітна сприйнятливність діамагнетиків та парамагнетиків.	2
18	Феромагнетика, доменна структура. Закон Кюрі-Вейса.	2
	<b>Разом за V семестр</b>	<b>36</b>
	<b>Разом</b>	<b>36</b>

## 10. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (тестові завдання за чотирма змістовими модулями,  $4 \times 7,5 = 30$  балів), оцінку звітності за виконаними лабораторними роботами (60 балів), відвідування лекційних та лабораторних занять (10 балів) — разом за семестр 100 балів.



## 11. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Приклад розподілу балів, які отримують студенти (для заліку)

Поточне тестування та самостійна робота								Робота на лабораторних	Відвідування	Сума
ЗМ 1		ЗМ 2		ЗМ 3		ЗМ 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
4	3	4	4	4	4	3	4	60	10	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		

## 12. Методичне забезпечення

1. Клим М.М., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. –Львів: ЛНУ ім.І.Франка, 2003.
2. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. –Львів: ЛНУ ім.І.Франка, 2003.

## 13. Рекомендована література

### Базова

1. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела.-М.:ФМ, 1963.
2. Жданов Т.С., Худжуа А.Г. Лекции по физике твёрдого тела -М.:Изд-во Моск. ун-та, 1988.

### Допоміжна

1. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников.-М.:Наука, 1978.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография. –М.:Высшая школа, 1976.
3. Кацнельсон А.А. Введение в физику твёрдого тела.-М.:, Изд-во Моск. ун-та, 1984.