

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Актуальні проблеми фізики конденсованого стану

Освітня програма Середня освіта (фізика)

Спеціальність 014 Середня освіта (фізика)

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №3 від 19 жовтня 2020 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Актуальні проблеми фізики конденсованого стану
Викладач (-і)	Салій Ярослав Петрович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	Yaroslav.saliy@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	3 кредити
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Дисципліна «Актуальні проблеми фізики конденсованого стану» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору ВНЗ і націлена навчити студента з множини проблем вибрати найпростіші, розв'язки яких дозволять виробити концепції, що допускають узагальнення.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни “Актуальні проблеми фізики конденсованого стану ” є ознайомити студентів з основними поняттями і законами фізики твердого тіла та їх застосуванням. Навчити застосовувати закони класичної і квантової фізики до впорядкованих атомних систем.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p>знати: Основні типи кристалічних ґраток, прості кристалічні структури, закон Вульфа - Брега, потенціал Кулона і Ленарда - Джонса, властивості металічного і ковалентного зв'язку, закон Гука в тензорному представленні, зв'язок енергії пружних деформацій з напругами, закони збереження енергії і імпульсу при непружному розсіюванні фотонів і нейтронів на фонах, модель теплоємності Ейнштейна, теорію теплоємності ґратки за Дебаєм, закон Дюлонга – Пті, закон T^3 Дебая, температурну залежність коефіцієнта теплопровідності, функцію розподілу Фермі – Дірака, залежність густини електронних станів від енергії, закони діелектричної реакції електронного газу, ефект Холла, рівняння Шредінґера, наближений розв'язок хвильового рівняння поблизу границі зони Бріллюена, походження забороненої енергетичної зони.</p> <p>вміти: Визначати геометричні характеристики структур, структурний фактор розсіювання, базис оберненої ґратки, енергії зв'язку і модулі всебічного стискування Ван – дер - Ваальсових і іонних кристалів, переходити від компонент жорсткості до компонент податливості і навпаки, розраховувати швидкість звуку в кубічних кристалах, дисперсійні співвідношення для ґраток з одним і двома атомами в примітивній комірниці, виводити функцію розподілу Планка, виводити вираз для густини станів в загальному випадку, для коефіцієнта теплопровідності, виводити закон Ома і Відемана – Франца, виводити залежність діелектричної сталості електронної плазми від частоти електромагнітної хвилі, розраховувати компоненти тензора магнето- провідності, хвильове рівняння для електронів в періодичному потенціальному полі.</p>	
4. Компетнтності	
<p>Здатність використовувати закони й принципи фізики в поєднанні з потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p>Здатність пояснити фізику процесів самоорганізації, що протікають під час синтезу наноструктур та наступних їхніх обробок.</p> <p>Здатність оптимізувати розрахунки для паралельних обчислень, розробляти і впроваджувати комп'ютерні програми й використовувати існуючі для реалізації паралельних алгоритмів, оцінювати апаратні вимоги, час обчислень та реалістичність задачі.</p> <p>Здатність професійно орієнтуватися в сучасних проблемах фізики й новітніх фізичних методах досліджень і наукових технологій.</p> <p>Здатність правильно використовувати набуті знання і навички на практиці та під час роботи в науково-дослідних лабораторіях, визначати симетрію кристалічних многогранників, індичіювати кристалографічні площини, застосовувати основи теорії дифракції Х-променів для пояснення суті структурних методів дослідження твердих тіл, практично реалізувати набуті знання для дослідження моно- і полікристалічних систем, встановлювати кристалічну структуру матеріалів; визначати фазовий склад, параметр елементарної ґратки, величину мікродефор- мації, розміри областей когерентного розсіяння.</p>	

Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати розв'язки наукових проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо в їх більш та менш важливих аспектах.

Здатність використовувати теоретичні і практичні знання в галузі чисельних методів, розробляти теоретичні і прикладні моделі розв'язуваних наукових проблем і задач.

Здатність аналізувати властивості симетрії фізичних систем і застосовувати ці властивості для аналізу цих систем.

Здатність брати участь у розробці нових методів і методичних підходів у науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності

5. Програмні результати

Володіти методиками та сучасними засобами інформаційних технологій.

Знати та розуміти закономірності, методи та підходи творчої і креативної діяльності, системного мислення у професійній сфері.

Уміння застосовувати знання і розуміння для розв'язання задач, які характерні обраній спеціальності.

Вміти використовувати методи та методики проведення наукових і прикладних досліджень.

Знати методологію системних досліджень, методів дослідження та аналізу складних об'єктів і процесів, розуміти їх складність, різноманіття, багатофункціональність для розв'язання прикладних завдань у галузі професійної діяльності.

Уміти пояснити фізику процесів самоорганізації, що протікають під час синтезу наноструктур та наступних їхніх обробок.

Використовувати набуті знання і навички на практиці та під час роботи в науково-дослідних лабораторіях, визначати симетрію кристалічних многогранників, індиціювати кристалографічні площини, застосовувати основи теорії дифракції X-променів для пояснення суті структурних методів дослідження твердих тіл. Використовувати метод кореляційних функцій до обчислення термодинамічних величин.

Розв'язувати рівняння стану речовини за великої щільності.

Застосовувати кристалічні класи до поверхневих об'єктів, флуктуаційну теорію критичної точки до утворення зародків при фазових переходах.

Проводити математичне моделювання, аналітичні обчислювання чи чисельні розрахунки з врахуванням можливостей сучасних високопродуктивних обчислювальних систем.

Вміти вибирати метод дослідження і тип експериментальної установки для дослідження конкретної задачі і в конкретному діапазоні досліджуваних параметрів.

3. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
семінарські заняття / практичні	14
лабораторні	16
самостійна робота (виконання індивідуальних завдань)	40

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
3	014 Середня освіта (фізика)	2	Вибіркові дисципліни (дисципліни вільного вибору ВНЗ)

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Вихідні положення і означення.	Лекція (2 год.)	Згідно списку	Пояснити, узагальнити,	1-5 балів,	Згідно розкладу

<p>Періодичні атомні ряди. Трансляції і кристалічні решітки. Кристалічна структура і просторова решітки кристалу. Матеріальний базис. Набір операцій симетрії. Примітивні комірки. Сингонії кристалів. Комірки Браве.</p> <p>Основні типи двовимірних та тривимірних кристалічних решіток.</p>	<p>практ. (1 год.)</p>	<p>літератури</p>	<p>порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи.</p> <p>Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)</p>		<p>заняць</p>
<p>Тема 2. Кристалографічні позначення. Положення і орієнтація площин у кристалах. Положення вузлів елементарної комірки. Вузли, напрямки, площини. Індеси Міллера. Вивчення структури кристалів. Взаємодія хвиль з кристалічною ґраткою. Типи кристалічних ґраток.</p> <p>Лабораторна робота 1. Визначення розмірів і типу елементарної комірки кристалічної ґратки на полікристалічному зразку</p>	<p>Лекція (2 год.) практ. (1 год.)</p> <p>Лаб. роб. (5 год.)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити, створити модель, спрогнозувати (4 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 3. Міжмолекулярні зв'язки. Кристали інертних газів. Диполь-дипольна взаємодія. Ван - дер - ваальсів зв'язок. Потенціал Ленарда - Джонса. Повна енергія. Ґраткові безрозмірні суми. Модуль всестороннього стискування. Іон-іонна кулонівська взаємодія. Розрахунок сталої Маделунга.</p>	<p>Лекція (2 год.) практ. (2 год.)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи.</p> <p>Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 4. Пружні властивості кристалів. Компоненти напруг. Тензор деформацій. Сталі пружної жорсткості і податливості. Об'ємний модуль пружності для однорідного розширення. Густина пружної енергії</p>	<p>Лекція (2 год.) практ. (1 год.)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи.</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>

для кубічних кристалів. Пружні хвилі у кубічних кристалах.			Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)		
Тема 5. Фонони. Квантовий характер коливачь гратки. Закон збереження імпульсу фонуна для пружного і непружного розсіювання фотонів в твердому тілі. Генерація фотонів.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 6. Коливання гратки. Коливання в гратці з одним атомом у примітивній комірці. Дисперсійне співвідношення. Континуальне наближення. Перша зона Брілюена.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 7. Теплоємність. Означення і експериментальні факти. Функція розподілу фонунів за частотам. Фактор Больцмана. Модель Ейнштейна. Теплопровідність. Формальний розгляд процесу. Температурна залежність коефіцієнта теплопровідності. Теплоємність електронного газу.	Лекція (2 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити,	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

Лабораторна робота 2. Визначення залежності теплоємності твердих тіл від температури	Лаб. роб. (5 год.)		створити модель, спрогнозувати (4 год.)		
Тема 8. Вільний електронний газ Фермі. Успіхи моделі та проблеми. Енергетичні рівні і густина станів електронів в одновимірному випадку. Енергія Фермі.	Лекція (2 год.) практ. (1 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 9. Електричні властивості. Експериментальні дані про опір металів. Правило Матіссена. Теплопровідність металів. Діелектрична реакція електронного газу. Залежність від частоти діелектричної функції. Розповсюдження електромагнітних хвиль у плазмі. Лабораторна робота 3. Визначення та дослідження температурного ходу концентрації носіїв в напівпровідниках	Лекція (2 год.) практ. (2 год.) Лаб. роб (6 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити, створити модель, спрогнозувати (4 год.)	1-5 балів	Згідно розкладу занять
Тема 10. Рух електронного газу у магнітному полі. Енергетичні зони. Рівняння Шредінгера. Ортогональність Фур'є компонент. Функція Блоха. Імпульс електрона.	Лекція (4 год.) практ. (2 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (4 год.)	1-5 балів	Згідно розкладу занять

6. Система оцінювання курсу	
Загальна система оцінювання курсу	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання контрольної роботи, усні відповіді на парі, опитування теоретичних відомостей лабораторної роботи та результати тестування студентів (50 балів). Підсумковий контроль здійснюється на основі складання іспиту (50 балів).
Вимоги до письмової роботи	Звіт по лабораторних роботах включає зазначення мети та завдання лабораторної роботи, вихідні дані, основні результати. Виконання звіту закінчується висновком, який є коротким підсумком лабораторної роботи.
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності звітів до лабораторних робіт та виконанню всіх лабораторних та контрольних робіт, а також результатів поточного та підсумкового тестування.
7. Політика курсу	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .	
8. Рекомендована література	
Базова	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978. 2. Жданов Г.С., Хунджуа А.Г. Лекции по физике твердого тела. М., МГУ, 1988. 3. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М., Наука, 1976. 4. Задачи по физике твердого тела. Под ред. Г. Дж. Голдсмида. М., Наука, 1976. 	
Допоміжна	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Харрисон У. Теория твердого тела. М., Наука, 1972. 2. Савельев И.В. Курс общей физики. М., Наука, 1979. 3. Смит Р. Полупроводники. М., Мир, 1982. 	
15. Інформаційні ресурси	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Салій Я.П., Чобанюк В.М. Фізика твердого тіла. Спеціальний фізичний практикум. Івано-Франківськ, Електронний варіант. 2. Салій Я.П. Курс лекцій з фізики твердого тіла. Івано-Франківськ, Електронний варіант. 	

Викладач _____ Салія Я.П.