

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Факультет фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Вступ до фізики твердого тіла**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Освітня програма «Прикладна фізика і наноматеріали»

Спеціальність 105 Прикладна фізика і наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р

Івано-Франківськ – 2023 рік

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Фізика атома і атомного ядра
<b>Викладач (-і)</b>	Салій Ярослав Петрович
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82
<b>Е-mail викладача</b>	<a href="mailto:Yaroslav.saliy@pnu.edu.ua">Yaroslav.saliy@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	<u>Очний</u> /заочний
<b>Обсяг дисципліни</b>	<u>3</u> кредити ЄКТС, <u>90</u> год.
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Анотація до навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Предметом</u> вивчення навчальної дисципліни є основні принципи і закони фізики твердого тіла. Дисципліна включає основні відомості про експериментальні методи дослідження властивостей твердого тіла, базові теоретичні викладки. Розглядаються також сучасні ідеї та поняття у фізиці твердого тіла.</p>	
<b>3. Мета та цілі навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Метою</u> ознайомити слухачів з основними поняттями і законами фізики твердого тіла та їх застосуванням. Навчити застосовувати закони класичної і квантової фізики до впорядкованих атомних систем.</p> <p><u>Основними цілями</u> вивчення дисципліни є навчити слухача з множини проблем вибрати найпростіші, розв'язки яких дозволять виробити концепції, що допускають узагальнення.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <p><u>знати:</u></p> <p>Кристалічна решітка. Символи площин, ребер і вузлів на прикладі куба.  Теплоємність кристалів. Класична теорія. Енергія гармонічного класичного і квантового осцилятора. Теорія Ейнштейна. Температурна залежність теплоємності. Температура Ейнштейна. Граничні випадки високих і низьких температур.  Теорія теплоємності Дебая. Число нормальних коливань. Періодичні граничні умови. Густина станів. Внутрішня енергія кристалу. Температура Дебая.  Фонони. Нормальні коливання кристалічної ґратки. Квазічастинка. Енергія і імпульс фононів. Дисперсійне співвідношення. Середнє число фононів</p>	

фіксованої частоти. Спін фонона. Хімічний потенціал. Ефект Мессбауера. Енергія віддачі ядра. Доплерівське розширення ліній. Збудження фононів.

Квантова теорія вільних електронів в металі. Рівняння Шредінгера. Періодичні граничні умови. Виродження енергетичних рівнів. Густина станів. Теплоємність електронного газу.

Розподіл Фермі – Дірака. Енергія Фермі. Температура Фермі. Поверхня Фермі і її розташування в кристалах різної провідності.

Енергетичні зони в кристалах. Виникнення зон. Функція Блоха. Зони Брілюєна. Дисперсійне співвідношення.

Динаміка електронів в кристалічній решітці. Квантовий характер руху електрона. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Ефективна маса електрона. Характеристики частинки в центрі і на границі зони Брілюєна.

Електропровідність металів. Температурна залежність складових питомого опору. Дрейфова швидкість. Час релаксації. Перехідні процеси пов'язані з увімкненням і вимкненням поля.

Надпровідність. Приклади виявлення надпровідності. Фазовий перехід другого роду на температурних залежностях теплоємності і питомого опору. Ідеальний діаманетизм. Критичні температури, магнітні поля і струми. Куперівська пара.

Власна провідність напівпровідників. Температурна залежність концентрації і рухливості вільних носіїв заряду. Знаходження ширини забороненої зони. Положення рівня Фермі.

Домішкова провідність напівпровідників. Донори і акцептори. Температурна залежність концентрації вільних носіїв заряду в області домішкової провідності. Пристрої на основі напівпровідників.

#### **4. Програмні компетентності та результати навчання**

##### **Спеціальні (фахові компетентності - СК):**

ІК Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій і методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного матеріалів.

ЗК01. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень.

СК04. Здатність комунікувати з колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень

СК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей в області фізики та інтегрувати їх із уже наявними.

СК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження

та математичного моделювання в професійній діяльності.  
 СК09. Здатність забезпечувати технічні і функціональні характеристики матеріалів, систем і засобів, що використовуються в медицині і енергетиці.

**Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови і аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН04. Застосовувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій

**5. Організація навчання**

Обсяг навчальної  
дисципліни

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	24
практичні / лабораторні	16/20
самостійна робота	120

Ознаки навчальної  
дисципліни

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий
3	Прикладна фізика і наноматеріали	2	вибірковий

Тематика навчальної  
дисципліни

Тема	кількість год.		
	лекції	Прак./лаб.	сам. роб.
Тема 1. Структура кристалів і дифракція в кристалах	6	4/4	60
Тема 2. Типи зв'язку у твердих тілах.	6	4/4	60
Тема 3. Фонони і коливання ґратки.	6	4/6	60
Тема 4. Вільний електронний газ енергетичні зони	6	4/6	60
ЗАГ.:	24	16/20	120

<b>6. Система оцінювання навчальної дисципліни</b>	
Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Для перевірки знань, умінь і навичок аспірантів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання контрольних робіт аспірантів, усні відповіді на парі, результати тестування (50 балів). Підсумковий контроль здійснюється на основі складання іспиту (50 балів).
Семінарські заняття	
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності результатів поточного контролю та тестування по тематиці практичних занять (50 балів).
Підсумковий контроль	Форма підсумкового контролю екзамен; задача екзамену комбінована; білет складається з двох теоретичних і одного практичного питання, розподіл балів за завдання: 33/33/34
<b>7. Політика навчальної дисципліни</b>	
<p><u>Письмові роботи:</u> контрольні роботи, домашні завдання, реферати самостійно опрацьованого матеріалу.</p> <p><u>Академічна доброчесність:</u> Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <a href="#">Положення</a> та <a href="#">Кодексу</a> честі.</p> <p><u>Відвідування занять</u> заохочується, пропущені заняття відпрацьовуються індивідуально.</p> <p><u>Неформальна освіта:</u> допускається, після підтвердження результатів на практичних заняттях.</p>	
<b>8. Рекомендована література</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетика. – 415 с.</li> <li>2. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.</li> <li>3. Н.І. Строїтелева: 2018 — Фізика твердого тіла (Фізика напів- провідників). Навчальний посібник –. ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.</li> <li>4. S.H. Simon. The Oxford Solid State Basics. – Oxford: Oxford University Press, 2013. – 290 p.</li> <li>5. В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В. Однорець, Н.І. Шумакова. Фізика твердого тіла: навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2010. –</li> </ol>	

200 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. <http://lib.pu.if.ua/> – наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
2. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
3. <https://d-learn.pro/> – система дистанційного навчання Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Викладач: **Салій Я.П.**, професор кафедри фізики і хімії твердого тіла.