

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

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вибрані питання фізики твердого тіла

Освітньо-наукова програма «**Фізика та астрономія**»

Освітній рівень **третій (освітньо-науковий)**

Спеціальність **104 «Фізика та астрономія»**

Галузь знань **10 «Природничі науки»**

Затверджено на засіданні
кафедри фізики і хімії твердого тіла
Протокол № 1 від “26” серпня 2021 р.

м. Івано-Франківськ - 2020

ЗМІСТ

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

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Вибрані питання фізики твердого тіла
Рівень вищої освіти	Доктор філософії
Викладач (-і)	Салій Ярослав Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики і хімії твердого тіла
Контактний телефон викладача	+380502205942
E-mail викладача	yaroslav.saliy@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний, заочний
Обсяг дисципліни	6 кредити ECTS, 180 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua
Консультації	
2. Анотація до курсу	
<p>Зміст курсу передбачає висвітлення вибраних питань фізики твердого тіла та включає її важливі розділи, знання яких необхідні висококваліфікованим фахівцям для успішної підготовки дисертації доктора філософії. Аспірант повинен оволодіти високим рівнем теоретичної та професійної підготовки, знанням певних розділів фізики твердого тіла, а також умінням застосувати свої знання для вирішення наукових завдань, дослідницьких та прикладних задач власного наукового дослідження.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета курсу: ознайомлення з сучасними експериментальними та теоретичними методами фізики твердого тіла, формування системи знань та вмінь, необхідних для самостійного виконання якісних та конкурентних наукових досліджень.</p> <p>Цілі: Застосування законів фізики твердого тіла до розв'язування конкретних завдань.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:</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 напруженнями, закони збереження енергії і імпульсу при непружному розсіюванні фотонів і нейтронів на фононах, температурну залежність коефіцієнта теплопровідності, закони діелектричної реакції електронного газу, ефект Холла, рівняння Шредінґера, наближений розв'язок хвильового рівняння поблизу границі зони Бріллюена, походження забороненої енергетичної зони, умову хімічної рівноваги, умову рівноваги нейтронної сфери.</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 сталої електронної плазми від частоти електромагнітної хвилі, розраховувати компоненти тензора магнето- провідності, хвильове рівняння для електронів в періодичному потенціальному полі, розраховувати часові кореляції флуктуацій декількох величин.</p>	
4. Компетентності	
<ul style="list-style-type: none"> •ІК Здатність розв'язувати складні комплексні спеціалізовані задачі та практичні проблеми дослідницько-інноваційної діяльності у галузі фізики, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій з метою переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та практик. •ЗК01. Здатність до проведення самостійних досліджень для отримання нових знань і розуміння фізичного всесвіту на сучасному рівні. •ЗК04. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. •ЗК07. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. •СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології до аналізу великого обсягу даних, методи комп'ютерного моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення та електронні ресурси у науковій та навчальній діяльності. 	

•СК07. Здатності до самокритики, оцінювання та інтерпретації результатів експериментів та розрахунків.

5. Результати навчання

•ПРН03. Пропонувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

•ПРН06. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.

•ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних фізичних дослідженнях та у викладацькій практиці.

6. Організація навчання курсу

Обсяг навчальної дисципліни 180 год.

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	40 год.
семінарські заняття / практичні / лабораторні	20 год.
самостійна робота	120 год.

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
1, 2	104 фізика та астрономія	1	нормативний

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Тверді тіла. Тверді тіла при низьких температурах. Тверді тіла при високих температурах. Інтерполяційна формула Дебая. Теплове розширення твердих тіл. Сильно анізотропні кристали. Коливання кристалічної ґратки. Густина числа коливань. Фонони. Оператори народження і знищення фононів. Від'ємні температури.	Лекція (8 год.), практичне заняття (4 год.)	[1 - 3]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	30	До наступного заняття за розкладом
Тема 2. Хімічні реакції. Умова хімічної рівноваги. Закон діючих мас. Теплота реакції. Іонізаційна рівновага. Рівновага по відношенню до утворення пар.	Лекція (6 год.), практичне заняття (4 год.)	[1 - 3]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	30	До наступного заняття за розкладом
Тема 3. Властивості речовини при дуже великій щільності.	Лекція (6 год), практичне заняття (2 год.)	[1 - 3]	Опрацювати лекційний матеріал,	40	До наступного заняття за

Рівняння стану речовини при великій щільності. Рівновага тіл з великою масою. Енергія масивного тіла. Рівновага нейтронної сфери.			підготуватися до практичного заняття		розкладом
Тема 4. Флуктуації. Розподіл Гауса. Розподіл Гауса для декількох величин. Флуктуації основних термодинамічних величин. Флуктуації в ідеальному газі. Формула Пуассона. Флуктуації в розчинах. Просторова кореляція флуктуацій густини. Кореляція флуктуацій щільності у виродженому газі. Кореляція флуктуацій у часі. Часові кореляція флуктуацій декількох величин. Симетрія кінетичних коефіцієнтів. Дисипативна функція. Спектральне розкладання флуктуацій. Узагальнення сприйнятливості. Флуктуаційна - дисипативна теорема для кількох величин. Операторний вираз узагальненої сприйнятливості. Флуктуації вигину довгих молекул.	Лекція (10 год.), практичне заняття (6 год.)	[1 - 3]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	25	До наступного заняття за розкладом
Тема 5. Фазові переходи другого роду і критичні явища. Фазові переходи другого роду. Стрибок теплоємності. Вплив зовнішнього поля на фазовий перехід. Зміна симетрії при фазовому переході другого роду. Флуктуаційний параметр порядку. Ефективний гамільтоніан.	Лекція (10 год.), практичне заняття (4 год.)	[1 - 3]	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття	25	До наступного заняття за розкладом

<p>Критичні індекси. Масштабна інваріантність. Ізольовані і критичні точки неперервного переходу. Фазовий перехід другого роду в двовимірній решітці. Ван-дер-ваальсова теорія критичної точки. Флуктуаційна теорія критичної точки.</p>					
7. Система оцінювання курсу					
<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p>Бали отримуються на практичних заняттях. Від 50 до 100 балів на залік. Від 25 до 50 балів допуск до екзамену, оцінка на екзамені від 25 до 50. Зараховано -“ відмінно ” – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами; Зараховано-“добре” – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності розв’язках; Зараховано-“задовільно” – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки; Незараховано – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами</p>				
<p>Вимоги до письмової роботи</p>	<p>Практичне заняття проводиться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов’язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінка за кожне практичне заняття підсумовується і враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни</p>				
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>					
8. Політика курсу					
<p>- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); - посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;</p>					

- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації».

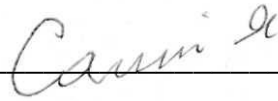
Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно вимог (опрацювання робочого матеріалу, виконання тестових завдань у системі дистанційного оцінювання знань, тощо).

Поточні негативні бали, отримані аспірантом під час засвоєння відповідної теми на практичному занятті перескладаються до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

9. Рекомендована література

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Теоретическая физика Том V. Статистическая физика. Ч. 1. М. 1976. 584. с.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
3. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.

Викладач



Салій Я.П.