

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВСТУП ДО ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА

для студентів

галузь знань	<u>10: Природничі науки</u>
спеціальність	<u>104: Фізика та астрономія</u>
освітній рівень	<u>бакалавр</u>
освітня програма	<u>Фізика</u>
Спеціалізований	
вибірковий блок	<u>Молекулярна фізика</u>
вид дисципліни	<u>вибіркова ВК5</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: д. ф.-м. н. Ніколаєнко Т.Ю.

Пролонговано: на 2022/2023 н.р.  «20» 03 2022 р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.

Розробник: Ніколаєнко Тимофій Юрійович, асистент кафедри молекулярної фізики,
доктор фізико-математичних наук.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри молекулярної фізики

_____ (Булавін Л.А.)
(підпис)

Протокол від «10» червня 2021 р. № 16.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії _____ (Олег ОЛІХ)
(підпис)

Розробник: Ніколаєнко Тимофій Юрійович, асистент кафедри молекулярної фізики,
доктор фізико-математичних наук.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри молекулярної фізики

(підпис) (Булавін Л.А.)

Протокол від «10» червня 2021 р. № 16.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії _____ (підпис) (Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – є отримання глибоких та систематичних знань про властивості твердого тіла на макроскопічному рівні та їх зв'язок з мікроскопічною структурою твердого тіла (з точки зору молекулярної фізики), сприяння розвитку логічного і аналітичного мислення студентів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основи загальної фізики, квантової механіки.
2. Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, загальної фізики
3. Володіти елементарними навичками користування персональним комп'ютером.

3. Анотація навчальної дисципліни: Навчальна дисципліна «Вступ до фізики твердого тіла» включає елементи кристалографії: кристалічна решітка та її симетрія, операції симетрії, кристалографічні системи координат, основні типи кристалічних структур; зв'язок механічних властивостей твердого тіла з мікроскопічними характеристиками; теорія теплоємності твердого тіла, механізми теплопровідності твердих тіл, експериментальні методи вивчення механічних і теплових властивостей, вибрані методи дослідження наноструктури твердих тіл. Метою вивчення дисципліни є отримання систематичних знань з фізики твердого тіла, а саме тих розділів, які вивчають механічні та теплові властивості. Навчальна задача курсу полягає в оволодінні методами вивчення дослідження механічних і теплових властивостей твердих тіл. Результати навчання полягають в умінні логічно і послідовно формулювати основні принципи і закони фізики твердого тіла, які стосуються зв'язку мікроскопічної будови з макроскопічними механічними та тепловими властивостями. Методи викладання: лекції та консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, перевірка рефератів, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%)

4. Завдання (навчальні цілі): ознайомити студентів з мікроскопічною теорією макроскопічних механічних і теплових властивостей твердого тіла, з методами планування та виконання вимірювання основних макроскопічних теплових та механічних характеристик твердого тіла, інтерпретації результатів вимірювання.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія»), ОНП «Фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується складністю та невизначеністю умов.

Загальних:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахових:

Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики та астрономії при вивченні та дослідженні фізичних явищ і процесів.

Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати: макроскопічні механічні та теплові властивості твердого тіла, методи їх вимірювання; методи вивчення мікроскопічної структури твердого тіла; методи розрахунку макроскопічних властивостей твердого тіла виходячи з мікроскопічної будови; мікроскопічні колективні явища в твердому тілі.	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота, Опитування в процесі лекцій, перевірка рефератів</i>	50
2.1	Вміти: логічно і послідовно пояснювати зв'язок макроскопічних механічних і теплових властивостей твердого тіла з мікроскопічною будовою; планувати та виконувати вимірювання основних макроскопічних теплових та механічних характеристик твердого тіла; вимірювати та інтерпретувати результати вимірювання мікроскопічних характеристик твердого тіла.	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота, Опитування в процесі лекцій, перевірка рефератів</i>	50

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (назва)	Результати навчання дисципліни	
	1.1	1.2
Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	
Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.		+
Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.		+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (10 балів – 20 балів). Захист реферату 1 (5 балів – 10 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (10 балів – 20 балів). Захист реферату 2 (5 балів – 10 балів).

Підсумкове оцінювання у формі заліку:

	Частина 1	Частина 2	іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	15	15	0	60
Максимум	30	30	40	100

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше 30 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 60 балів (по 30 балів за кожен). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі заліку (40 балів). Заліковий білет включає 2 теоретичні питання (по 20 балів) та задачу (20 балів).

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та практичних робіт.

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	П/Р	С/Р
Змістовий модуль 1 Структура кристалічних матеріалів				
1	Тема 1. Тверде тіло та його властивості. Макроскопічні прояви симетрії кристалів. Кристалічна решітка та її симетрія. Операції симетрії. Кристалографічні системи координат. Основні типи кристалічних структур. Експериментальні методи вивчення кристалічної структури. Розрахунок амплітуди дифрагрованої рентгенівської хвилі. Експериментальні методи рентгеноструктурного аналізу.	4		6
2	Тема 2. Структура кристалів та зв'язки у них. Пружні властивості твердого тіла. Дефекти кристалічної структури. Експериментальні методи вивчення дефектів кристалічної структури. Теорія механічної релаксації. Внутрішнє тертя. Повзучість. Полімери. Отримання полімерів, структура та механічні властивості полімерів. Міцність кристалів. Експериментальні методи вивчення механічних властивостей твердого тіла.	4		6
3	Тема 3. Кристалографія площин та напрямків Індекси Міллера площин і напрямків. Кристалографія площин і напрямків. Обернена ґратка. Міжплощинні відстані, представлені через параметри оберненої і прямої ґраток. Симетрія кристалів. Просторові ґратки Браве.	4		6
4	Тема 4. Рух атомів у кристалах. Загальний гамільтоніан кристала. Адіабатичне наближення. Коливання простої одновимірної решітки. Нормальні координати. Коливання складної одновимірної решітки. Акустичні та оптичні коливання. Коливання атомів тривимірної решітки. Квантова механічна теорія коливань. Фонони.	4		6
5	Тема 5. Квазічастинки в кристалах. Теплоємність кристалів. Класичний підхід, теорії Ейнштейна та Дебая. Континуальна теорія довгохвильових оптичних коливань. Поляритони. Ангармонізм і теплове розширення. Ангармонізм і фононна теплопровідність. Експериментальні методи вивчення теплоємності, теплопровідності, теплового розширення твердого тіла.			
Змістовий модуль 2 Структура полімерів та наноматеріалів				
6	Тема 6. Зонна теорія твердого тіла. Зонна теорія електронних станів у кристалах. Рівноважна статистика електронів у кристалах. Статистика носіїв заряду у напівпровідниках. Електронна теплоємність. Кінетичні явища в кристалах. Класична теорія електропровідності та теплопровідності. Електрон фононна взаємодія. Розрахунок електропровідності та електронної теплопровідності металів. Явища переносу в кристалах. Дифузія. Властивості кристалів при низьких температурах.	6		10
7	Тема 7. Структура полімерів Структура ізольованих макромолекул. Структура аморфних полімерів. Надмолекулярна структура частково-кристалічних полімерів. Фібриляція структури.	4		6
8	Тема 8. Структура матеріалів на основі атомів вуглецю. Структура вуглецевих наночастинок. Структура і властивості нанотрубок. Застосування вуглецевих нанотрубок. Структура фулеритів. Структура функціоналізованих фулеренів. Кристалохімія фулеритів. Структурні	4		6

	перетворення в фулеритах. Структура фулеридів. Полімеризація фулеридів. Синтез одно- і багато стінних нанотрубок.			
	ВСЬОГО	44		45

Загальний обсяг 90 год., в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **44 год.**

Самостійна робота – **46 год**

\

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Поплавко Ю.М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
2. Поплавко Ю.М. 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.
3. Петренко П.В. Дифракційні методи структурного аналізу. Кінематичне наближення. – Київ, ВПЦ Київський університет, 2005. – 248 с.
4. Sharon Ann Holgate. Understanding Solid State Physics. – CRC Press, 2021. – 448 р.

Додаткові:

5. Snoke D. W. Solid State Physics: Essential Concepts. – Cambridge University Press, 2020. – 735 p.
6. Hofmann P. Solid State Physics: An Introduction. – Wiley VCH, 2015. – 267 p.