

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Природничий факультет
Кафедра екології

СИЛАБУС

до навчальної дисципліни
«ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА»

підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

галузі знань 01 Освіта/Педагогіка

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

за освітньою програмою Фізика, інформатика

1. Загальна інформація про курс

Назва курсу	Фізика твердого тіла
Мова викладання	українська
Викладачі	Оптасюк Сергій Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Профайл викладачів	http://mvf.kpnu.edu.ua/optasiuk-serhii-vasylovych/
E-mail:	optasyuk.s@kpnu.edu.ua
Сторінка курсу в MOODLE	https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=1191
Консультації	Консультації проводяться щосереди, впродовж семестру о 16:00; групові або одноосібні

2. Анотація до курсу

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Фізика твердого тіла» укладена відповідно до освітньої програми (освітньо-професійної/освітньо-наукової) програми підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузь знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальність 014 Середня освіта (Фізика).

3. Мета та цілі курсу

1. **Метою** викладання навчальної дисципліни “Фізика твердого тіла” 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). Вироблення у студентів умінь дослідження структурних, механічних, оптичних, теплових, електронних, магнітних властивостей твердих тіл. Основним завданням вивчення дисципліни “Фізика твердого тіла” є ознайомлення студентів з основними фізико-хімічними властивостями твердих тіл, особливостями кристалічної будови, а також із основними способами їх отримання, методами дослідження та практичним застосуванням; вивчення курсу дасть студенту знання про особливості і сучасні моделі опису систем конденсованого стану

4. Формат курсу

Стандартний курс (очний).

5. Результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: Макроскопічні механічні властивості твердого тіла, методи їх вимірювання. Макроскопічні теплові властивості твердого тіла, методи їх вимірювання (дослідження). Пояснення макроскопічних властивостей виходячи з уявлень про атомно-молекулярну структуру твердого тіла. Методи вивчення мікроскопічної структури твердого тіла. Методи розрахунку макроскопічних властивостей твердого тіла виходячи з мікроскопічної будови. Яку інформацію про мікроскопічну молекулярну будову можуть дати методи вивчення макроскопічних механічних і теплових властивостей твердого тіла. Мікроскопічні колективні явища в твердому тілі. Фізичні моделі твердого тіла на макро- та мікрорівнях.

вміти: логічно і послідовно пояснювати зв’язок макроскопічних механічних і теплових властивостей твердого тіла з мікроскопічною будовою. Розв’язувати відповідні задачі. Планувати та виконувати вимірювання основних макроскопічних

теплових та механічних характеристик твердого тіла. Вимірювати та інтерпретувати результати вимірювання мікроскопічних характеристик твердого тіла. Самостійно працювати з літературою.

6. Обсяг і ознаки курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Освітня програма, спеціальність	Фізика, технологічна освіта та інформатика; 014 Середня освіта (Фізика)	-
Рік навчання / рік викладання	четвертий / 2020-2021	-
Семестр вивчення	восьмий	-
нормативна/вибіркова	вибіркова	-
Кількість кредитів ЄКТС	4,5 кредити ЄКТС	-
Загальний обсяг годин	135 год.	-
Кількість годин навчальних занять	46 год.	-
Лекційні заняття	20 год.	-
Практичні заняття		-
Семінарські заняття		-
Лабораторні заняття	26 год.	-
Самостійна та індивідуальна робота	89 год.	-
Форма підсумкового контролю	Залік	-

7. Пререквізити курсу

Вступ до спеціальності, Загальна та теоретична фізика, математичний аналіз;

8. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Вивчення навчальної дисципліни «Фізика твердого тіла» потребує використання лабораторного обладнання.

9. Політики курсу

Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Пропущені заняття. Очікується, що студентом буде відпрацьоване кожне пропущене (з поважних чи неповажних причин) заняття у час, відведений для перевірки результатів самостійної роботи студентів, визначений викладачем.

Поведінка в аудиторії. Очікується, що всі студенти дотримуватимуться правил поведінки в аудиторії.

Письмові роботи. Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (дві модульних контрольних роботи).

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Література. Уся література, яку студенти не можуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

Додаткові бали. Очікується, що всі студенти мають право на отримання додаткових балів за активність на заняттях.

Консультації. Якщо у студентів виникають питання, то вони можуть звернутись із ними до викладача. Викладач призначає консультації, які потрібні для роз'яснення незрозумілих питань, для відпрацювання пропущених занять, для перевірки виконання самостійних завдань. Також студенти можуть звернутись на кафедру за літературою, за методичними рекомендаціями та іншими навчальними матеріалами.

10.Схема курсу

	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Сили зв'язку в твердих тілах. дефекти кристалів. Сили Ван-дер-Ваальса. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Металевий зв'язок. Водневий зв'язок. Сили відштовхування. Типи кристалів та їх дефекти.	12	2		2		9
Тема 2. Будова твердих тіл. Операції і елементи симетрії. Елементарні комірки і решітки Браве. Обчислення періоду решітки. Кристалографічні символи. Анізотропія кристалів. Дефекти кристалів	12	2		2		9
Тема 3. Елементи фізичної статистики. Хімічний потенціал. Ферміони і бозони. Невироджені та вироджені системи частинок. Поняття про функцію розподілу. Фазовий простір мікрочастинок та його квантування. Густина квантових станів. Функція розподілу для невироджених систем(функція Максвелла-Больцмана). Функція розподілу для вироджених систем (функція Фермі-Дірака).	12	2		2		9
Тема 4. Теплові властивості твердих тіл. Класична теорія теплоємності твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті. Протиріччя класичної теорії теплоємності твердих тіл. Нормальні коливання кристалічної ґратки. Спектр цих коливань. Поняття про фонони. Фононна модель твердих тіл. Дебаєвська теорія теплоємності твердих тіл. Теплоємність електронного газу. Теплове розширення твердих тіл. Теплопровідність кристалічної ґратки. Теплопровідність електронного газу (металів).	12	2		2		9
Тема 5. Елементи зонної теорії твердих тіл. Утворення енергетичних зон у кристалі. Поняття про зони Бріллюена. Ефективна маса електронів. Поняття про дірки. Заповнення зон електронами. Провідники, діелектрики, напівпровідники.	12	2		2		9
Тема 6. Електропровідність твердих тіл. Дрейф носіїв струму в електричному полі. Рухливість носіїв заряду. Питома	12	2		4		9

електропровідність. Залежність рухливості носіїв заряду від температури. Електропровідність чистих металів і сплавів. Температурний коефіцієнт опору. Поняття про надпровідність. Залежність концентрації вільних носіїв заряду в напівпровідниках від положення рівня Фермі. Положення рівня Фермі і концентрація вільних носіїв заряду у власних напівпровідниках. Електропровідність власних напівпровідників. Положення рівня Фермі і концентрація вільних носіїв заряду в домішкових напівпровідниках. Електропровідність домішкових напівпровідників при низьких температурах. Залежність положення рівня Фермі в домішкових напівпровідниках від температури. Температура виснаження домішки. Перехід до власної електропровідності.					
Тема 7. Нерівноважні явища в напівпровідниках. Нерівноважні носії заряду в напівпровідниках. Власна та домішкова фотопровідність. Поглинання світла речовиною. Кінетика фотопровідності. Люмінесценція. Ефект Холла та його застосування.	12	2		2	9
Тема 8. Контактні явища. Контакт двох металів. Товщина контактного шару. Контакт метал-напівпровідник і його випрямляючі властивості. Омичний контакт. Контакт двох напівпровідників з різним типом провідності. p-n- перехід і його випрямляючі властивості. Запираюче (зворотне) ввімкнення контакту. Пряме ввімкнення контакту. Пробій p-n-переходів. Способи одержання p-n-переходів. Принцип роботи біполярного транзистора.	12	2		4	9
Тема 9. Магнітні властивості твердих тіл. Магнітне поле в магнетиках. Діа- пара- і феромагнетики. та їх властивості. Магнітні властивості атомів. Гіромагнітні відношення. Природа діамагнетизму. Природа парамагнетизму. Парамагнетизм електронного газу. Гіромагнітні досліди. Природа феромагнетизму. Домени. Антиферомагнетики. Ферити.	12	2		4	9
Тема 10. Фазові переходи. Умови рівноваги фаз. Класифікація фазових переходів. Елементи теорії Ландау для фазових переходів другого роду	12	2		2	8
<i>Разом</i>	135	20		26	89

Рекомендовані джерела:

1. Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография. – М.:Госгеолтехиздат, 1964
2. Чупрунов В.В., Хохлов А.Ф., Фадеев М.А. Кристаллография. – М.:ИФМЛ, 2000
3. Гуревич А.Г. Физика твердого тела. – Санкт-Петербург: Невский Диалект, 2004
4. Бушманов Б.Н., Хромов Ю.А. Физика твердого тела. – М.:Высшая школа, 1971
5. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2003
6. Силин А.П. Экситон //Физический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983
7. Стердж М.Д. Экситоны. – М.: Наука, 1985
8. Аппель Дж. Поляроны // Поляроны: Сб. статей. – М.:Наука, 1975
9. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа, 2000
- 10.Курик М.В., Цмоць В.М. Фізика твердого тіла. – К.: Вища школа, 1985
- 11.Тимошенко С.П., Гудьер Дж.Н. Теория упругости. – М.: Наука, 1979
- 12.Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. – М.: Мир, 1979
- 13.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 1974
- 14.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1995. - Ч. 1
- 15.Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1985
- 16.Стильбанс Л.С. Физика полупроводников. – М.: Советское радио, 1967
- 17.Харрисон В.А. Теория твердого тела. – М.: Мир, 1972
- 18.Займан Дж. Принципы теории твердого тела. – М.: Мир, 1966
- 19.Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Каганов М.И. Электронная теория металлов. – М.: Наука, 1971

11. Система оцінювання та вимоги

Розподіл балів

Поточний і модульний контроль (100 балів)		Сума
Поточний контроль	МКР	100 балів
60 балів	40 балів	

Максимальна кількість балів, яку можна отримати на лабораторному занятті – **12 балів** (за умови виконання всіх різновидів роботи, передбачених планами заняття).

Модульна контрольна робота складається з завдань різного ступеня складності. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за модульну контрольну роботу становить по **40 балів**. Модульна контрольна робота виконується у письмовій формі. До її написання допускаються всі студенти. Позитивну оцінку за МКР не рекомендується покращувати. Невиконання МКР оцінюється 0 балів.

Студенти, які за результатами виконання МКР отримали рейтинговий бал менший 60 % від максимальної кількості балів, виділених на цей вид роботи, а також ті, що не з'явилися для її виконання або не виконали її завдань, вважаються такими, що мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, ліквідація якої є обов'язковою.

Оцінювання навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Таблиці відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Рейтингова оцінка з кредитного модуля	Оцінка за шкалою ECTS	Рекомендовані системою ECTS статистичні значення (у %)	Екзаменаційна оцінка за національною шкалою	Національна залікова оцінка
90-100	A (відмінно)	10	відмінно	зараховано
82-89	B (дуже добре)	25	добре	
75-81	C (добре)	30	задовільно	
67-74	D (задовільно)	25		
60-66	E (достатньо)	10		
35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного		незадовільно	не зараховано

	складання)			
--	------------	--	--	--

Якщо студент не відпрацював пропущені навчальні заняття, не виправив оцінки 0, 1, 2, 3, отримані на навчальних заняттях; не виконав або виконав МКР, завдання самостійної та індивідуальної роботи менше ніж на 60% від максимальної кількості балів, виділених на ці види робіт, він вважається таким, що має академічну заборгованість за результатами поточного контролю.

Студенти, які не мають академічної заборгованості за результатами поточного контролю, отримують оцінки за результатами підсумкового контролю у формі заліку з кредитного модуля.

Студенти, які мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, отримують за результатами підсумкового контролю у формі заліку оцінку F за шкалою ECTS та „не зараховано”/„незадовільно” за національною шкалою.

Студенти, які мають академічну заборгованість за результатами підсумкового контролю у формі заліку, зобов'язані ліквідувати її в терміни, визначені графіком ліквідації академічної заборгованості.

До індивідуального навчального плану студента результати підсумкового контролю у формі заліку заносяться за умови, якщо студент не має академічної заборгованості за результатами поточного контролю та його рейтингова оцінка є більшою або рівною 60 балів.