


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри**



(Протокол 1 від «29» серпня 2019 року)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПП 2.18.01 СУЧАСНІ ПИТАННЯ ФІЗИКИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь 01 Освіта/Педагогіка
(шифр галузі і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
(код і назва спеціальності)

предметна спеціальність 014.15 Середня освіта (Природничі науки)
(шифр і назва спеціальності (предметної спеціальності))

освітня програма Середня освіта (Природничі науки)
(назва освітньої програми)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(назва рівня вищої освіти)

факультет природничо-географічний
(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна
(денна, заочна)

2019–2020 навчальний рік

Робоча програма Сучасні питання фізики для студентів

(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)» освітня програма «Середня освіта (Природничі науки)» на другому (магістерському) рівні вищої освіти

Розробник: Подопригора Наталія Володимирівна, завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, доктор педагогічних наук, доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри природничих наук та методик їхнього навчання

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 року

Завідувач кафедри природничих наук та методики їхнього навчання

(підпис)

Подопригора Н.В.

(прізвище та ініціали)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів (ECTS) – 6	Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка	Вибіркова
Модулів – 1	Спеціальність 014 «Середня освіта (Природничі науки)	Рік підготовки:
Змістових модулів – 1, тем – 14		2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 180 52/128 (аудиторна/самостійна)		3-й
		Лекції
Кількість навчальних тижнів – 17 Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 ; самостійної роботи студента – 7,5	Другий (магістерський) рівень вищої освіти	28 год.
		Практичні, семінарські 24 год.
		Консультацій освітньо 16 год.
		Самостійна робота 128 год.
		Індивідуальні завдання: 0 год.
		Вид контролю: 3-й семестр – <i>екзамен</i>

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 30% / 70%

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс «Сучасні питання фізики» покликаний сформуванати цілісне бачення світу, сприяти формуванню природничо-наукового світогляду щодо цілісного уявлення про сучасну фізичну та природничу картину світу, практичних умінь розв'язувати прикладні задачі сучасної фізики, бути підготовленим до сприймання нових ідей фізики XXI сторіччя. Забезпечити реалізацію інтегративної функції вивчення курсу теоретичної фізики в підготовці

майбутнього вчителя фізики та природничих наук під час вивчення новітніх розділів фізики, нових технологій і методів проведення фундаментальних досліджень у фізиці тощо. Під час викладання курсу буде звернуто особливу увагу на те, що зміст курсу об'єднується загальноприродничими принципами і положеннями, які по різному проявляються в різних теоріях: принципи причинності, додатковості, відповідності, відносності, симетрії, закони збереження тощо. Під час занять планується, головним чином, якісне обговорення проблем і завдань, а не детальне вивчення різноманітних теоретичних методів, що обумовлено програмами курсу теоретичної фізики для майбутніх вчителів фізики та природничих наук.

Дисципліна «Сучасні питання фізики» вивчається в тісному дидактичному зв'язку із циклами дисциплін «Теоретична механіка», «Електродинаміка», «Квантова механіка», «Термодинаміка і статистична фізика», а також враховує показників інтегративності цієї навчальної дисципліни через наступність у розгортанні її змісту і структури з урахуванням процесуального професійно орієнтованого складника освітньої діяльності майбутнього вчителя фізики та природничих наук, з метою досягнення органічного міждисциплінарного синтезу в межах концепції цілісності професійної освіти.

Мета викладання дисципліни: сформувані теоретичні уявлення про сучасні питання фізики з погляду концептуальних і теоретичних основ фізики як науки, її місця в загальній системі наук і цінностей у процесі освітньої діяльності та вміння застосовувати ці знання до розв'язування задач з відповідних питань за допомогою стандартних (аналітичних) і нестандартних (синтетичних) методик. Зміцнити навички прогностичних узагальнень фізики на засадах:

- єдності теоретичного та практичного складників вивчення дисципліни;
- сприяння розвитку творчого мислення, стимулювання наукового пошуку у студентів;
- формування професійних компетентностей майбутнього вчителя фізики та природничих наук тощо.

Головними **завданнями** курсу є розглянути ряду сучасних питань фізики, що забезпечують перспективи їхнього прикладного застосування, сприяючи розвиткові науки і техніки. Розширене і більш загальне тлумачення та аналіз фізичних понять та законів, що розглядались у курсах загальної та теоретичної фізики. Встановлення більш строгих рамок і критеріїв існування і використання фізичних законів, спираючись на основні загальні положення.

1. Набуття студентами знань про:

- Фізичні теорії, їхню класифікацію. Принцип відповідності. Динамічні і статистичні теорії. Стани фізичної системи і фізичні явища. Принцип причинності і рівняння руху;
- Закони збереження у фізиці, їхній зв'язок з симетріями простору і часу;
- Варіативність методів введення співвідношень невизначеностей;
- Спеціалізовані розділи сучасної фізики твердого тіла: кристалографія, динаміка кристалічних ґрат, теорії теплоємності кристалів в моделях Ейнштейна і Дебая, зонна теорія кристалів; теоретичні схеми пояснення природи провідності провідників, напівпровідників, діелектриків, кінетичних явищ в кристалах;

магнітних властивостей речовини, плазмового стану речовини, квантової радіофізики тощо;

2. *Оволодіння уміннями і здатностями:*

- розв'язувати прості завдання розрахунку зонної структури і електропровідності металів і напівпровідників при зміні зовнішніх умов; здатність проводити кореляцію між складом і структурою твердого тіла і зміною його властивостей опираючись на зонну теорію і елементи фізичної статистики;
- застосовувати теоретичні методи дослідження для встановлення складу, будови й властивостей речовин, інтерпретувати результати досліджень;
- математичного моделювання явищ і процесів природи з погляду емпіричних законів і теоретичних принципів природничих наук в межах прийнятих теоретичних схем;
- спільно вирішувати освітні проблеми в контексті освітньої діяльності з дисципліни;
- володіння українською мовою на високому рівні;
- ставити запитання та проводити дискусію.

Результати навчання для дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми після вивчення навчального курсу за вибором «Сучасні питання фізики» студенти повинні

знати:

- завдання і методи сучасних питань фізики на засадах фізики як науки, структуру фізичної теорії в її історико-генезисному розвитку, роль експерименту в фізиці; завдання і методи новітніх розділів фізики;
- основні фізичні структури та матеріали;
- володіти математичними методами аналізу та опису явищ і процесів, які відбуваються в фізичних системах на рівні речовини;
- розуміти місце фізики в структурі природничих наук та її зв'язок із іншими науками, роль у прискоренні темпів науково-технічного прогресу;
- історію визначних винаходів в області техніки, пов'язаних з використанням законів природи;
- вплив теоретичних знань в області природничих наук на зміни в технології виробництва і перебудові виробничих циклів;

уміти:

- застосовувати припущення, гіпотези, теорії та концепції на рівні, необхідному для вирішення науково-дослідних завдань та проблем предметної діяльності з фізики вчителя фізики та природничих наук;
- виявляти навички критичного мислення, демонструє культуру, толерантність при веденні наукових дискусій, розуміє відповідальність за результати дослідження;
- виявляти здатність обирати, використовувати раціональні алгоритми, методи, прийоми та способи складання та розв'язування задач з фізики;
- розв'язувати фізичні задачі за допомогою аналітичних та прикладних методик аналізу основних математичних моделей фізики за відповідними темами курсу;
- застосовувати методики розв'язувати задач з фізики інтегрованого змісту.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Сучасні питання фізики

Вступ. ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ФІЗИКИ ЯК НАУКИ.

Предмет і методи фізики як науки, її зв'язок з іншими дисциплінами. Фізичний експеримент і фізичні закони, фундаментальні сталі. Фізичні системи. Характерні швидкості в природі, нерелятивістські і релятивістські процеси. Масштабні рівні матерії: мегасвіт, макросвіт, мікросвіт. Фундаментальні взаємодії. Фізичні теорії, їх класифікація. Принцип відповідності. Динамічні і статистичні теорії. Стани фізичної системи і фізичні явища. Принцип причинності і рівняння руху.

Агрегатні стани речовини. Конденсовані системи. Невпорядкований та впорядкований стани. Метастабільні та стійкі стани. Дальній та ближній порядок. Аморфні і кристалічні тверді тіла. Природа міжатомних і міжмолекулярних зв'язків їх типи (іонний, ковалентний, металічний, вандерваальсовський, водневий).

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. СУЧАСНІ ПИТАННЯ ФІЗИКИ

Тема 1. Закони збереження у фізиці, їх зв'язок з симетріями простору і часу

Як одержуються закони збереження в класичній механіці. Закони збереження в мікросвіті. Їх зв'язок із симетріями простору-часу. Означення симетрії – однорідності і ізотропності простору, однорідності часу. Одержання законів збереження з симетрій простору і часу.

Закон збереження електричного заряду та його зв'язок з принципами симетрії: Градієнтна інваріантність електромагнітного поля у класичній електродинаміці. Закон збереження електричного заряду у квантовій механіці як наслідок симетрії хвильової функції при зміні її квантово-механічної фази. Закон збереження електричного заряду у квантовій електродинаміці як наслідок калібровочного перетворення першого роду оператора електричного заряду. Релятивістсько-інваріантне узагальнення закону збереження електричного заряду.

Тема 2. Фундаментальне значення співвідношень невизначеностей

Варіативність методів введення співвідношень невизначеностей. Застосування співвідношень невизначеностей до ряду мікро- і макросистем: Співвідношення невизначеностей для частоти і часу, що є наслідком взаємодії хвиль та коливальних систем. Співвідношення невизначеностей для координати і хвильового числа. Співвідношення невизначеностей для макротіл. Співвідношення невизначеностей для координати і імпульсу та вимірювальні прилади. Співвідношення невизначеностей для енергії і часу. Оцінка основного стану осцилятора за допомогою невизначеностей Гейзенберга.

Тема 3. Основні поняття та елементи теорії кристалічного стану речовини. Кристалічні ґрати. Елементарна комірка та її параметри. Трансляційна симетрія ґрат, вектор трансляції. Дефекти кристалічних ґрат.

ґрати Браве. Типи кристалічних сингоній. Основні операції симетрії.

Обернений простір, обернена решітка. Зони Брілюена.

Дифракція на ідеальних кристалічних ґратах, рівняння Вульфа-Брегга.

Методи рентгеноструктурного аналізу (метод Лауе, метод Дебая-Шеррера).

Тема 4. Динаміка кристалічних ґрат. Тепловий рух у кристалі. Пружні коливання. Пружність. Квантування коливань решітки, квазічастинки – фонони.

Колівання одновимірного кристалу. Нормальні коливання кристалу, оптична та акустична вітки. Нульові коливання ґрат.

Колівання ланцюжка з частинок двох сортів (з базисом).

Тема 5. Теплоємність кристалів. Статистика фононів і теплоємність решітки при високих та низьких температурах.

Емпіричний закон Дюлонга і Пті та класична теорія теплоємності кристалів.

Теорія теплоємності кристалічної решітки в моделі Ейнштейна.

Теорія теплоємності кристалічної решітки в моделі Дебая. Закон “кубів” Дебая. Характеристична температура Дебая.

Ангармонізм коливань та його роль в тепловому розширенні кристалів.

Теплопровідність кристалічної решітки та її пояснення за допомогою моделі фононів.

Тема 6. Елементи зонної теорії кристалів. Вільні електрони в періодичному полі кристалічної решітки. Теорема Блоха. Класична теорія вільних електронів. Зонна структура енергетичного спектра електронів у кристалі. Енергетичні ріні.

Динаміка руху електронів у кристалі. Ефективна маса. Діркові стани. Поділ кристалічних твердих тіл на провідники, напівпровідники та діелектрики.

Тема 7. Метали. Характерні ознаки металічного стану. Електрони провідності в металах. Енергетичний спектр електронів провідності в металах при 0 К. Рівень Фермі. Середня енергія електронів в металах при 0 К.

Вироджений та невироджений електронний газ. Температура Фермі. Електропровідність металів та її залежність від температури.

Поверхня Фермі, радіус Фермі-сфери, Фермі-швидкість, Фермі-імпульс.

Робота виходу електронів з металу та контактна різниця потенціалу. Термоелектронна емісія. Формула Річардсона-Дешмана.

Тема 8. Напівпровідники. Характерні ознаки напівпровідникового стану. Однорідні напівпровідники без домішок Власна провідність та її залежність від температури.

Домішкова провідність однорідних напівпровідників. Донорні та акцепторні домішки. Роль дефектів кристалічної решітки.

Рухливість вільних носіїв заряду в напівпровідниках, та її залежність від температури. Температурна залежність концентрації носіїв заряду та питомої електропровідності напівпровідників.

Фотопровідність напівпровідників. Елементарні збудження в напівпровідниках – екситони.

Неоднорідні напівпровідники. Утворення р-п-переходу (запінного шару) на межі областей кристала з різним типом провідності. Товщина запінного шару та її залежність від прикладеної до р-п-переходу зовнішньої електричної напруги.

Вентильні властивості запінного шару. Вольт – амперна характеристика. Кристалічний діод та його використання за містковою схемою для двонапівпровідникового випрямлення змінного струму.

Кристалічний тріод та його використання в колі генератора незатухаючих електромагнітних коливань.

Тема 9. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків. Ефективна міцність. Електропровідність діелектриків при їх нагріванні.

Статична електрична поляризація діелектриків. Поляризація зміщення: електронна та іонна. Середнє та ефективне поле в діелектриках. Формула Лоренц-Лоренца. Формула Клаузіуса-Мосотті.

Сегнетоелектрики та антисегнетоелектрики.

Тема 10. Кінетичні явища в кристалах. Кінетичне рівняння Больцмана. Кінетичні коефіцієнти.

Закон Відемана-Франца. число Лоренца.

Термоелектричні явища. Об'ємна термо-ЕРС в однорідних напівпровідниках. Прямий та обернений термоелектричний ефекти. Термоелементи. Гальваномагнітні явища.

Гальваномагнітні явища. Ефект Холла в напівпровідниках та його практичне використання.

Фотоелектричні явища в напівпровідниках. Фотоелементи. Сонячні батареї.

Тема 11. Магнітні властивості речовини. Елементарні носії магнетизму в атомах і молекулах речовини. Парамагнетики, діамагнетики. Температурна залежність намагніченості парамагнетиків.

Магнітні властивості електронного газу в металах (парамагнетизм Паулі, діамагнетизм Ландау).

Магнітне упорядкування. Феромагнетики. Молекулярне поле Вейсса. Спонтанне намагнічення доменів. Крива намагнічування. Температурна залежність намагніченості феромагнетиків.

Гіромагнітні явища. Гіромагнітне відношення.

Обмінна взаємодія та критерій феромагнетизму. Моделі Гейзенберга і Фейнмана.

Антиферомагнетики та ферімагнетики.

Квазічастинки – магнони. Спінові хвилі.

Магнітні матеріали та їх технічне використання.

Тема 12. Надпровідність. Відкриття надпровідності. Критичні параметри надпровідного стану речовини.

Квантування магнітного потоку, ефект Мейснера. Магнітні властивості речовини у надпровідному стані.

Високотемпературна надпровідність та перспективи її практичного використання.

Елементи мікроскопічної теорії надпровідності. Куперівські пари. Рівняння Лондонів. Тунельний ефект у надпровідниках.

Тема 13. Квантова радіофізика. Спонтанне та стимульоване (індуковане) випромінювання. Стан системи з інверсною заселеністю. “Від’ємні” абсолютні температури.

Квантовий генератор на пучку молекул аміаку. Резонатор.

Трирівнева схема оптичного квантового генератора. Метастабільні рівні. Накачування. Квантовий підсилувач. Гелій-неоновий лазер. Твердотілий ОКГ на рубіні. Застосування оптичних квантових генераторів.

Тема 14. Речовина у стані плазми. Плазмовий стан речовини у Всесвіті. Основні параметри плазми (коефіцієнт іонізації, електронна та іонна температури, концентрація, час життя). Рівноважна та нерівноважна плазма. Деякі способи утворення плазми.

Елементарні процеси у плазмі (іонізація, рекомбінація, перезарядження).

Коливання і хвилі у плазмі. Лангмюрівська частота власних коливань у плазмі. Поширення електромагнітних хвиль у плазмі.

Електричне поле у плазмі. Дебаєвський радіус екранування. Плазма в магнітному полі. Плазмони – квазічастинки у плазмі.

“Розігрівання” плазми. Плазма і проблема керування термоядерних реакцій.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	Усього	у тому числі			
		Лекції	Пр.	Конс.	Ср.
Модуль 1. Сучасні питання фізики					
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. СУЧАСНІ ПИТАННЯ ФІЗИКИ					
Вступ. Предмет і методи фізики як науки	4	2	-	-	2
Тема 1. Закони збереження у фізиці, їх зв'язок з симетріями простору і часу	4	2	-	-	2
Тема 2. Співвідношення невизначеностей	4	2	-	-	2
Тема 3. Основні поняття та елементи теорії кристалічного стану речовини	16	2	4	2	8
Тема 4. Динаміка кристалічних ґрат	14	2	2	2	8
Тема 5. Теплоємність кристалів	14	2	2	2	8
Тема 6. Елементи зонної теорії кристалів	14	2	2	2	8
Тема 7. Метали	12	2	2	2	6
Тема 8. Напівпровідники	12	2	2	2	6
Тема 9. Діелектрики	10	2	2	-	6
Тема 10. Кінетичні явища в кристалах	10	-	2	2	6
Тема 11. Магнітні властивості речовини	12	2	2	2	6
Тема 12. Надпровідність	12	2	2	-	8
Тема 13. Квантова радіофізика	10	2	-	-	8
Тема 14. Речовина у стані плазми	12	2	2	-	8
<i>Колоквіум</i>	6	-	-	-	6
<i>Виконання і захист проектів</i>	6	-	-	-	6
<i>Захист домашніх задач, виконання і захист індивідуальних задач</i>	8	-	-	-	8
Усього годин	180	28	24	16	112

5. Теми семінарських занять
(не передбачено)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Сучасні питання фізики		
1.	Енергія зв'язку кристалів	2
2.	Геометрія кристалічних ґрат	2
3.	Динаміка кристалічних ґрат	2
4.	Теплоємність твердих тіл	2
5.	Зонна теорія твердих тіл	2
6.	Електронна теорія металів	2
7.	Електронні властивості напівпровідників	2
8.	Контактні явища	2
9.	Поляризація діелектриків	2
10.	Магнітні властивості речовини	2
11.	Надпровідність	2
12.	Речовина в стані плазми	2
Усього годин		24

6.1. Завдання до практичних занять

1.	Енергія зв'язку кристалів В аудиторії: №№ 1-1, 3, 5, 6, 7. Додому: №№ 1-2, 8, 10, 11.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
2.	Геометрія кристалічної решітки В аудиторії: №№ 2-1, 3, 14, 18, 23, 25. Додому: №№ 2-7, 15, 16, 24.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
3.	Динаміка кристалічних ґрат В аудиторії: №№ 3-1, 3, 5, 7, 8. Додому: №№ 3-2, 4, 6.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
4.	Теплоємність твердих тіл. В аудиторії: №№ 3-9, 11, 13, 15, 16. Додому: №№ 3-10, 12, 14.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
5.	Зонна теорія твердих тіл В аудиторії: №№ 4-1, 2, 3, 4. Додому: №№ 4-5, 6, 7.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
6.	Електронна теорія металів В аудиторії: №№ 5-1, 3, 5, 6, 7, 9 Додому: №№ 5-4, 8, 10.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]

7.	Електронні властивості напівпровідників В аудиторії: №№ 6-1, 2, 3, 4, 5. Додому: №№ 6-6, 13, 19.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
8.	Контактні явища В аудиторії: №№ 7-1, 2, 3, 4, 5, 6. Додому: №№ 7-7, 8, 9, 10.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
9.	Поляризація діелектриків В аудиторії: №№ 8-1, 2, 3, 4, 5, 6. Додому: №№ 8-7, 8, 11, 12.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
10.	Магнітні властивості речовини В аудиторії: №№ 9-1, 2, 3, 4, 5, 6. Додому: №№ 9-9, 10, 12.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
11.	Надпровідність В аудиторії: №№ 10-1, 2, 3, 4, 5, 6. Додому: №№ 10-8, 11, 14.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]
12.	Речовина в стані плазми В аудиторії: №№ 11-1, 2, 3, 4, 5. Додому: №№ 11-6, 8, 11.	2 год. [8 (а)] [8 (а)]

Всього:**24 год.****7. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Сучасні питання фізики		
1.	Вступ. Предмет і методи фізики як науки	2
2.	Тема 1. Закони збереження у фізиці, їх зв'язок з симетріями простору і часу	2
3.	Тема 2. Співвідношення невизначеностей	4
4.	Тема 3. Основні поняття та елементи теорії кристалічного стану речовини	8/2
5.	Тема 4. Динаміка кристалічних ґрат	6/2
6.	Тема 5. Теплоємність кристалів	8/2
7.	Тема 6. Елементи зонної теорії кристалів	8/2
8.	Тема 7. Метали	6/2
9.	Тема 8. Напівпровідники	6/2
10.	Тема 9. Діелектрики	6
11.	Тема 10. Кінетичні явища в кристалах	6/2
12.	Тема 11. Магнітні властивості речовини	6/2

13.	Тема 12. Надпровідність	8
14.	Тема 13. Квантова радіофізика	8
15.	Тема 14. Речовина у стані плазми	8
<i>Колоквіум</i>		6
<i>Виконання і захист проектів</i>		6
<i>Захист домашніх задач, виконання і захист індивідуальних задач</i>		8
Усього годин		128/ з них 16 конс.

8. Індивідуальні завдання (навчальний проект)

(тематика визначається за вибором студентів академічної групи)

Навчальний проект (індивідуальне навчально-пошукове завдання) передбачає виконання мікро-дослідження на задану тему, оформлення рукопису та прилюдний захист серед студентів академічної групи:

1. Крихке руйнування твердих тіл.
2. Ефективна маса електрона і методи її визначення
3. Теплопровідність сплавів
4. Домішкова електропровідність. Відхилення від закону Ома. Ефект поля.
5. Фотопровідність. Ефект Ганна в напівпровідниках.
6. Магнітний моментатома. Правила Хунда.
7. Спінові хвилі. Магнони.
8. Оптичні властивості твердих тіл. Поглинання світла в кристалах. Прямі і непрямі переходи. Екситони.
9. Люмінесценція твердих тіл.
10. Спонтанне та індукване випромінювання. Твердотільні лазери.

9. Індивідуальні задачі для самостійного розв'язання

(визначаються за номером списку студентів академічної групи)

№ з/п	За навчальним посібником: Фізика твердого тіла: Навчальний посібник / Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2014. – 413 с.									
1	1-4	2-8	3-13	4-10	5-14	6-17	7-15	9-7	10-7	11-7
2	1-9	2-9	3-14	4-11	5-15	6-18	7-16	9-8	10-9	11-9
3	1-11	2-10	3-15	4-12	5-16	6-8	8-9	9-11	10-10	11-10
4	1-12	2-11	3-16	4-13	5-17	6-9	8-10	9-13	10-12	11-12
5	1-13	2-12	3-17	4-14	5-18	6-10	8-11	9-15	10-13	11-13
6	1-14	2-13	3-18	5-2	6-12	7-10	8-13	9-20	10-15	11-14
7	2-2	3-9	3-19	5-10	6-7	7-11	8-14	9-25	10-17	11-45
8	2-4	3-10	4-7	5-11	6-14	7-12	8-15	9-35	10-19	11-16
9	2-5	3-11	4-8	5-12	6-15	7-13	8-16	9-41	10-21	11-17
10	2-6	3-12	4-9	5-13	6-16	7-14	8-17	9-42	10-23	1-5

10. Теми рефератів

(для підвищення рейтингу до 5 балів);
визначаються за вибором студента академічної групи

1. Історія виникнення і розвитку нанотехнологій. Внесок Р. Фейнмана у створення теорії нанотехнологій; шкала розмірів та типи нанооб'єктів; відмінність між мікросвітом та наносвітом.
2. Оптичні мікроскопи та їх недоліки. Просвічувальна електронна мікроскопія. Скануюча електронна мікроскопія.
3. Кулонівські та квантові ефекти в одноелектронних транзисторах на кластерних структурах. Нелінійні хвильові ефекти в наноконструкціях.
4. Пристрої оптоелектроніки і наноелектроніки.
5. Світлодіоди і лазери на подвійних гетероструктурах.
6. Волоконна оптика. Оптичні перемикачі та фільтри. Пристрої і прилади нанофотоніки.
7. Фотонні кристали. Перспективи створення фотонних інтегральних схем, пристроїв зберігання і обробки інформації.
8. Магнітні нанопристрої для запису і збереження інформації. Наносенсори.
9. Наноматеріали у генераторах та нагромаджувачах електричної енергії.
10. Науково-технічна та інноваційна привабливість розвитку і впровадження нанотехнологій.
11. Перспективи конвергенції нано-, біо-, інформаційних і когнітивних технологій (NBIC-технологій) як ключового фактора становлення шостого технологічного укладу в країнах світу й основи побудови економіки випереджувального розвитку. Стан розвитку нанотехнологій в Україні.

10. Методи навчання

– *методи пізнання*: абстрагування, ідеалізація, узагальнення і систематизація знань, проблемно-пошуковий, моделювання фізичних явищ і процесів на лекціях; індивідуальне обговорення складних для засвоєння студентами теоретичних питань та індивідуальних завдань курсу на консультаціях;

– *методи управління*: моніторинг рівнів сформованості (мотивації – професійної, навчально-пізнавальної, соціальної інтенсифікації, утилітарної; засвоєння – глибина, міцність, системність знань, успішність вивчення дисципліни; наукового світогляду – фундаментальності, інтегрованості і технологічності знань з дисципліни тощо) – діагностика, аналіз, коригування.

Форми організації навчальної діяльності студентів:

– аудиторна, в межах якої виділяються колективні (лекції, захист індивідуальних завдань і навчальних проєктів), індивідуальні (консультації, колоквиуми, виконання індивідуальних завдань, навчальних проєктів)

– позааудиторна (самостійна), в межах якої виділяємо індивідуальну (написання конспекту з тем курсу, що виносяться на самостійне опрацювання, виконання індивідуальних завдань, розв'язування індивідуальних задач підготовка рефератів, навчальних проєктів)

11. Форми контролю

Усне опитування (на колоквіумі), тестовий контроль знань, перевірка і захист індивідуальних завдань, колективне обговорення (індивідуальних завдань, запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами, навчальних проектів, рефератів).

Норми оцінювання усних відповідей:

При оцінюванні усної відповіді студентом оцінюються:

- висвітлення логічно відповідає змісту питань курсу;
- знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення;
- знання й висвітлення експериментальних результатів;
- знання принципів і постулатів;
- уміння пов'язувати зміст питань курсів загальної й теоретичної фізики;
- виражати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу та наукового світогляду людства;
- вміння застосувати знання в новій ситуації,

Завдання, яке одержує студент **на колоквіумі** складає два усних запитання або одне усне запитання і запитання до висвітлення логічно завершеного елемента теорії із застосуванням математичного апарату.

Зміст **екзаменаційних білетів** складається з двох запитань і однієї задачі.

5 балів ставиться тоді, коли студент: виявляє правильне розуміння фізичного змісту розглядуваних явищ і закономірностей, законів і теорій, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення фізичних величин буде відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичних завдань; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

4 бали студент одержує в разі неповного відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками. Допущення однієї помилки при розв'язуванні задачі, використання необґрунтованого прийому чи способу.

3 бали оцінюється відповідь, у якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів. До задачі обґрунтовано зміст і визначено основні закони, постулати, теорії, що лежать в основі змісту й розв'язку.

У 0 балів оцінюється відповідь, що складають логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів; невміння аналізувати зміст, складати план розв'язку.

Оцінювання письмових самостійно розв'язаних задач:

5 балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше й більше логічних кроків, зводить значення фізичних величин до єдиної

системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

4 бали ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру, зводить значення фізичних величин до єдиної системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

3 бали ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру, зводить значення фізичних величин до єдиної системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

В усіх останніх випадках ставиться відповідь оцінюється у **0 балів**.

При оцінювання письмових робіт враховується частка завдання, яка виконана вірно.

Оцінювання навчальних проектів (15 балів):

Вид оцінювання	Оцінка
<i>Наявність:</i> - загальна характеристика роботи (актуальність, мета, об'єкт, предмет дослідження, завдання, методи дослідження, характеристика етапів виконання дослідження, структура роботи); - структурування змісту роботи; - наявність висновків; - переліку використаних першоджерел; - (додатків, за необхідності)	1 бали 1 бали 1 бали 1 бали
<i>Оформлення</i> (дотримання вимог щодо написання рукопису)	1 бали
<i>Зміст</i> (повнота теоретичних відомостей, що відповідають змістові роботи)	5 балів
<i>Прилюдний захист:</i> - доповідь (логічність, структурованість, локанічність, цілісність, системність і ін.); - унаочнення – мультимедійна презентація (схеми, таблиці, малюнки, відеоролики, фотографії і ін.); - відповіді на запитання під час обговорення (рівень теоретичної підготовки, широка ерудиція, інтелектуальні, комунікативні якості і ін.).	2 балів 1 балів 2 балів

12. Розподіл балів, які отримують студенти Модуль 1. Сучасні питання фізики

Поточне оцінювання та самостійна робота					Екзамен	Усього
Теоретичний	Практичний				40	100
К	СБ	ДЗ	НП	РІЗ		
10	5	20	15	10		

Примітка: Оцінювання проводиться за видами навчальної діяльності: К – колоквиум (2 теоретичні питання – по 5 балів за кожне); СБ – середній бал за практичні заняття; ДЗ – за розв'язування домашніх задач (40 задач – по 0,5 балів за кожною); НП – виконання, оформлення і захист навчального проекту; РІЗ – розв'язування і захист індивідуальних задач (10 задач – по 1 балу за кожною).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичний комплекс дисципліни (конспекти лекцій, тематика і планування індивідуальних завдань, тематика рефератів, перелік питань для підготовки до колоквиумів, захисту самостійно вивченого теоретичного матеріалу, екзаменів).

14. Рекомендована література

Основна (а)

1. Блейкмор Дж. Фізика твёрдого тела / Блейкмор Дж; [перевод с английского Д.Г. Андрианова, Е.А. Гулько, Т.Ю. Лисовской, Н.С. Рытовой]. – М.: Мир, 1985. – 608 с.
2. Епифанов Г.И. Фізика твердого тела. -СПб.: Лань, 2011. –288 с.
3. Подопригора Н.В. Вивчення симетрій майбутніми вчителями фізики / Н.В. Подопригора, М.І. Садовий, О.М. Трифонова // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (Педагогічні науки). – 2012. – Ч. 4. – С. 288-297.
4. Подопригора Н.В. Вивчення співвідношень невизначеностей на засадах модельного та реального експериментів / Н.В. Подопригора, А.В. Ткаченко // Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 6. – Ч. 1. – С. 94-104. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
5. Подопригора Н.В. Закон збереження електричного заряду та його інваріантність відносно калібрувальних перетворень / Н.В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2007. – Вип. 72. – Ч.1. – С. 211-218. – (КДПУ ім. В. Винниченка).
6. Подопригора Н.В. Закони збереження у квантовій механіці та їх зв'язок з властивостями симетрій простору-часу / Н.В. Подопригора // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2011. – Вип. 1. – С. 80-84. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

7. Подопригора Н.В. Комплексне представлення співвідношень невизначеностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики / Н.В. Подопригора // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – II (13), Issue: 26. – P. 48-54. – Режим доступу: www.seanewdim.com
8. Подопригора Н.В. [Фізика твердого тіла: Навчальний посібник](#) / Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2014. – 413 с. – (Вчена рада КДПУ, протокол № 1 від 29.08.2014)
9. Podoprygora N. [How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization](#) / N. Podoprygora, A. Tkachenko // American Journal of Educational Research. – Vol. – № 12 B: Special Issue on «Ensuring the quality of higher education». – 2014. – pp. 61-69.

Додаткова (б)

10. Авербах Е.М. Введение в физику твердого тела / Авербах Е.М. – Воронеж: Из-во Воронежского университета, 1981. – 172 с.
11. Азаренков Н. А., Береснев В. М., Погребняк А. Д., Маликов Л. В., Турбин П.В. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.
12. Ашкрофт Н. Физика твердого тела / Ашкрофт Н., Мермин Н. – М.: Мир, 1979. – 824 с.
13. Белоус М.В. Физика металлов : [Учеб. пособие для вузов по спец. «Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов»] / Белоус М.В., Браун М.П. – К.: Вища школа, 1986. – 343 с.
14. Бібик В.В. Фізика твердого тіла: навч. посіб. / В.В.Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В. Одноворець, Н.І. Шумакова. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 200 с.
15. Бушманов Б.Н. Физика твердого тела / Бушманов Б.Н., Хромов Ю.А. – М.: Высшая школа, 1971. – 224 с.
16. Вейсс Р. Физика твердого тела / Р. Вейсс; [перевод с английского Н.П. Зверевой и Л.В. Мигунова]. – М.: Атомиздат, 1968. – 456 с.
17. Жданов Г.С. Лекции по физике твердого тела: Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения / Г.С. Жданов, А.Г. Хунджуа. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 231 с.
18. Жирифалько Л. Статистическая физика твердого тела / Л. Жирифалько; [перевод с английского А.В. Ведяева и Ю.Г. Рудого]. – М.: Мир, 1975. – 384 с.
19. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури / Заячук Д.М. – Львів: "Львівська політехніка", 2009. – 580 с.
20. Канцельсон А.А. Введение в физику твердого тела / А.А. Канцельсон. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 293 с.
21. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель; [перевод с четвертого американского издания А.А. Гусева, А.В. Пахнева]. – М.: Наука, 1978. – 792 с.
22. Курик М.В. Фізика твердого тіла / Курик М.В., Цмоць В.М. – К.: Вища школа, 1985. – 245 с.
23. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Том 1. / Левич В.Г. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. – 695 с.

24. Мазуренко Д.М. Електронна теорія речовини / Мазуренко Д.М. – К.: Вища школа, 1969. – 174 с.
25. Назаров О.М. Наноструктури та нанотехнології: навч. посібник для студентів внз / Назаров О.М., Нищенко М.М. – К.: НАУ, 2012. – 452 с.
26. Наноматериалы и нанотехнологии : учеб. для студентов вузов / В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, Н. Е. Калинина [и др.]. – Запорожье : Мотор Сич, 2014. – 207 с.
27. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие / Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю. А. Чаплыгина. – М. : Техносфера, 2005. – 446 с.
28. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. –К.: Наукова думка, 2008. – 423 с.
29. Павлов П.В. Физика твёрдого тела / Павлов П.В., Хохлов А.Ф. – [3-е изд.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 497 с.
30. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел / Р. Пайерлс. – М.: Иностранная литература, 1956. – 260 с.
31. Свирский М.С. Электронная теория вещества / М.С. Свирский. – М.: Просвещение, 1980. – 288 с.
32. Тарасов В.Е. Вывод соотношения неопределенностей для квантовых гамильтоновых систем / В.Е. Тарасов // Московское научное образование – 2001. – № 10. – С. 3-6.
33. Тарасов В.Е. Вывод соотношения неопределенностей для квантовых гамильтоновых систем / В.Е. Тарасов // Московское научное образование – 2001. – № 10. – С. 3-6.
34. Трубников Б.А. Теория плазмы / Трубников Б.А. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 461 с.
35. Физический энциклопедический словарь / [Гл. ред. А.М. Прохоров; ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с.
36. Харрисон У. Электронная структура и свойства твердых тел. В 2-х томах. Пер. с англ. – Москва: Мир, 1983. – 381 с.
37. Харрисон У. Теория твёрдого тела / У. Харрисон. – М.: Мир, 1972. – 616 с.
38. Ч.Пул. Нанотехнологии / Ч.Пул, Ф. Оуэнс. – М.: Техносфера, 2004.
39. Эйхенвальд А.А. Теоретическая физика. Ч. III. Механика твердого тела / Эйхенвальд А.А. – М.-Л.: Государственное технико-теоретическое издательство, 1932. – 220 с.
40. Heisenberg, W. Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik // Zeitschrift für Physik. – 1927. – Vol. 43, Issue 3-4. – P. 172-198.
41. Holgate S. Understanding Solid State Physics. – New-York: Taylor & Francis 2010. – 370 p.
42. Marder M. Condensed Matter Physics. -New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 984 p.
43. Martienssen W., H. Warlimont (Eds.) Springer Handbook of Condensed Matter and Materials Data. – Berlin: Springer, 2005. – 1143 p.
44. Myers H. Introductory Solid State Physics. -New-York: Taylor & Francis 2009. – 590 p.