

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

заступник декана/директора
навчальної роботи

[Signature]
«[Date]» 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
ТЕОРІЯ МАГНЕТИЗМУ
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(цифр і назва)
спеціальність 104. Фізика та астрономія
(цифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма фізика
(назва освітньої програми)
спеціалізований
вибірковий блок теоретична фізика
(за наявності) (назва)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>8</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладач: Андреев В.О.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)


КИЇВ – 2022

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробник²: Андреев В.О., кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної фізики.
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної фізики


(підпис)

(Решетняк В.Ю.)
(прізвище та ініціали)

Протокол №19 від «27» 08 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту³

Протокол від «10» 06 2022 року №11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

« » 20 року

² Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

³ У випадку читання дисципліни, яка не є профільною для факультету чи інституту обов'язковим є погодження з науково-методичною комісією профільного факультету. У випадку економічних та юридичних наук погодження із предметною комісією з економічних та юридичних наук при Науково-методичній раді Університету.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – оволодіння студентами знаннями з теорії магнетизму; отримання знань з розв'язку складних задач фізики магнетиків сучасними методами теоретичної фізики, зокрема, теорії фазових перетворень; опанування та розробка теоретичних моделей фізичних задач на основі теорії магнетизму.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати фізику і математику на рівні, що відповідає кваліфікації «бакалавр фізики», зокрема для оволодіння дисципліною необхідні знання з курсів «Квантова механіка», «Термодинаміка та статистична фізика», «Квантова теорія твердого тіла», «Електродинаміка», «Математичний аналіз», «Основи векторного та тензорного аналізу», тощо.
- Вміти застосовувати попередні знання з вказаних курсів для розв'язку алгебраїчних та диференціальних рівнянь та систем.
- Володіти елементарними навичками обчислення похідних, інтегралів, графічно будувати графіки функцій, визначати та розкладувати функції в ряд та інтеграл Фур'є. Вільно володіти навичками представлення дельта-функції, Гама-функції, Бета-функції.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

Навчальна дисципліна “Теорія магнетизму” є складовою освітньо-професійної програми “Фізика”, рівень вищої освіти: перший, за освітнім ступенем “Бакалавр” спеціальності 104 “Фізика та астрономія”. Даний курс за вибором спеціалізованого вибіркового блоку “Теоретична фізика”. Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, основами векторного та тензорного аналізу, загальними курсами класичної та квантової механіки, електродинаміки, термодинаміки та статистичної фізики, квантової теорії твердого тіла, тощо. Навчальну дисципліну присвячено вивченню теорії магнетизму та їх застосування на практиці. Результати навчання полягають у здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Методи викладання: лекції, консультації, самостійна робота студентів. Методи оцінювання: опитування в процесі занять, контрольні роботи після основних розділів лекційних курсів, захист написаних рефератів, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (80%) та заліку (20%).

4. Завдання (навчальні цілі) – оволодіння студентами методів експериментального дослідження та теоретичного опису задач з курсу теорії магнетизму, зокрема, здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями з курсу, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі, електронних ресурсів, та здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з всіх фізичних дисциплін.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП “Фізика”, дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1).
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. (ЗК9)
- Прагнення до збереження навколишнього середовища. (ЗК10)

спеціальних (фахових):

- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. (ФК1).
- Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів. (ФК3).
- Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту. (ФК7).
- Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. (ФК9).
- Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень. (ФК12).
- рентація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (ФК13).
- Здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень. (ФК15).

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття теорії магнетизму, зокрема класифікацію магнетиків.	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, залік</i>	10
1.2	Знати основні методи розрахунку ефективних значень тензора магнітної проникності середовищ.	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	10
1.3	Знати методи розрахунку термодинамічних властивостей магнетиків.	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	10
1.4	Знати як відбуваються фазові переходи у магнетиках.	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, перевірка рефератів та інших форм самостійної роботи, залік</i>	10

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

2.1	Вміти вивести рівняння, які описують магнітні властивості вільних частинок.	Лекції Самостійна робота	Усні відповіді, залік	5
2.2	Вміти вивести рівняння, які описують магнітні властивості частинок, які знаходяться у конденсованому середовищі.	Лекції Самостійна робота	Усні відповіді, задачі, залік	5
2.3	Вміти застосовувати методи статистичної фізики для дослідження термодинамічних властивостей магнетиків.	Лекції Самостійна робота	Модульна контрольна робота	15
2.4	Вміти отримати критичні значення температури фазового переходу та параметру порядку для магнітних систем..	Лекції Самостійна робота	Усні відповіді, залік	10
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії.	Лекції Самостійна робота	Оцінювання доповідей здобувачів та інших форм самостійної роботи	5
3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень	Самостійна робота	Звіти про виконання самостійної роботи	5
4.1	Автономно презентувати міні проект-роботу по одній із темі лекцій теорії рідких кристалів	Самостійна робота	Звіти про виконання самостійної роботи	15

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1
Програмні результати навчання											
ПРН1. 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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.												
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН13. 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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.										+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота : РН 2.3 - 12 балів

2. Захист звітів самостійних робіт, усні відповіді, задачі : РН 1.1-1.3, 2.1-2.2, 3.1,3.2,4.1 - 60 балів.

3. Захист реферату : РН 1.4 - 8 балів.

- підсумкове оцінювання: у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час заліку.

Формою проведення заліку є написання письмової роботи з подальшою усною співбесідою. Результатами навчання, які оцінюються на заліку, є РН 1.1-41.. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час заліку, становить 20 балів за 100 бальною шкалою.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового заліку:

Обов'язковою умовою допуску до заліку є відпрацювання всіх самостійних робіт та написання модульної контрольної роботи. Здобувач освіти не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 48 балів.¹

¹ У випадку, коли дисципліна завершується заліком, не менше – 20 балів, а рекомендований мінімум не менше 48 балів, оскільки якщо студент на заліку набрав менше 12 балів (а це 60% від 20 балів, відведених на залік), то вони не додаються до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в заліковій відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

7.2. Організація оцінювання:

Модульна контрольна робота проводиться по завершенні тематичних лекцій.

Захист звітів самостійних робіт проводиться упродовж семестру.

	ЗМ1	залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<u>48</u>	<u>12</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>80</u>	<u>20</u>	<u>100</u>

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тематичний план лекцій та самостійних робіт

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари	самост.р обота	Інші форми контр.
1	Магнітні явища та історія розвитку їх досліджень. Теорема Бора – Ван Льовен	2		4	
2	Класифікація речовин за магнітними властивостями атомів. Магнітний момент. Ізольований атом. Правила Хунда.	2		4	
3	Атом в зовнішньому полі. Гамільтоніан Паулі. Зесманівське розщеплення рівнів. Діамагнетизм атомів. Парамагнетизм атомів: напівкласичний розгляд.	2		2	
4	Парамагнетизм атомів: квантово-механічний розгляд, функція Бріллюена. Парамагнетизм Ван Флека.	2		4	
5	Ядерний магнітний резонанс. Модель двоохвальної системи	2		4	
6	Повздожній та поперечний часи релаксації. Рівняння Блоха.	2		2	

7	Магнітна дипольна взаємодія. Обмінна взаємодія. Магнітне впорядкування. Феромагнетизм. Модель Вейса для феромагнетиків.	2		4	
8	Антиферомагнетизм. Модель Вейса для антиферомагнетиків.	2		4	
9	Модель Ізінга. Розрахунки спонтанної намагніченості в одномірній моделі Ізінга. Теорія феромагнетизму Ландау.	2		4	
10	Парамагнетизм і діамагнетизм атомів і електронів провідності.	2		6	
11	Експериментальні методи дослідження поверхні Фермі.	2		5	
12	Гейзенбергівський гамільтоніан феромагнетиків. Спінові хвилі.	2		5	
13	Магнони. Магنونна теплоємність.	2		5	
14	Залежність спонтанної намагніченості від температури. Поглинання магнонами електромагнітного випромінювання.	2		5	
15	Модульна контрольна робота	2		2	
	ВСЬОГО	30		60	

Загальний обсяг 90 год.², в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Лабораторні заняття – **0 год.**

Тренінги – **0 год.**

Консультації - **0 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА³:

Основна: (Базова)

1. Маттис Д. Теория магнетизма. – М., 1967.
2. Уайт Р. Квантовая теория магнетизма. - Мир, 1985.
3. Пінкевич І.П., Сугаков В.Й. Теорія твердого тіла. – К., 2006.

Додаткова:

1. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. - М., 1974.
2. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. - М., 1972.
3. Шека Д.Д. Основи магнетизму –К., 2012.

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

³ В тому числі Інтернет ресурси