

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра астрономії та фізики космосу



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ В ПЛАЗМІ

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **10. Природничі науки**
(шифр і назва)
спеціальність **104. Фізика та астрономія**
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма **фізика**
(назва освітньої програми)
спеціалізований
вибірковий блок **фізика космосу**
(за наявності) (назва)
вид дисципліни **вибіркова** *Б2 10*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: асистент Грицай А.В., к.ф.-м.н.

Пролонговано: на 2024/2023 н.р. *(підпис)* *(П.І.Б.)* «14» 06 2022 р.
(підпис, ПІБ, дата)

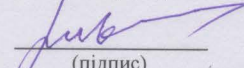
на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник(и): *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*
Грицай Асен Васильович, к.ф.-м.н., асистент кафедри астрономії та фізики космосу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри астрономії та фізики космосу


(підпис)

(Івченко В.М.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 22 від « 04 » червня 2021 року

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії


підпис

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

1. Мета дисципліни полягає в отриманні глибоких та систематичних знань щодо властивостей плазми та поширення хвиль у ній.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

Опанування курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, низки курсів експериментальної (“Механіка”, “Молекулярна фізика”, “Електрика і магнетизм”, “Оптика”), теоретичної (“Електродинаміка”) фізики та спецкурсів, які описують плазму та основи теорії коливань і хвиль (“Колівання та хвилі”, “Вступ до фізики плазми”, “Фізика космічної плазми”).

3. Анотація навчальної дисципліни: вивчається комплекс фізичних знань про хвильові процеси в однорідній плазмі. Аналізуються основні типи хвиль в однорідній холодній плазмі на основі обчислення компонент тензора діелектричної проникності такого середовища. Дається уявлення про поширення електромагнітних хвиль в умовах навколосемного простору. Аналізуються результати застосування кінетичної теорії плазми, визначаються зміни властивостей плазмових хвиль у наближенні теплої плазми з максвеллівською функцією розподілу.

4. Завдання (навчальні цілі): аналіз тензора діелектричної проникності однорідної холодної замагніченої плазми, визначення основних типів хвиль у ній, типових процесів у іоносфері та магнітосфері Землі, застосування основ кінетичної теорії.

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			
2.1	Знати і вміти використовувати теоретичний матеріал	Лекції, семінари, самостійна робота	Контрольні роботи (2)	30
3.1	Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях і семінарах	5
2.2	Вміти розв'язувати задачі з курсу	Лекції, самостійна робота	Домашні завдання	5
1.2	Володіти теоретичним і практичним матеріалом у межах курсу	Лекції, семінари, самостійна робота	Іспит	60

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркової дисципліни які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	2.1	3.1	2.2	1.2
Програмні результати навчання (назва)				
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+	+	+
ПРН7. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.	+	+		+
ПРН27. Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм із природничих наук в Україні і світі для їх вибіркового опанування в рамках міждисциплінарного шляху розвитку науки.	+	+		

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольні роботи: 2, кожна – 15 балів
2. Активність на лекціях і семінарах – 5 балів
3. Домашні завдання – 5 балів

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку):

Іспит – 60 балів

- умови допуску до підсумкового заліку:

7.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).*

Контрольні роботи виконуються у середині (перший модуль) і наприкінці (другий модуль) семестру. Домашні завдання задаються протягом семестру. Активність визначається за роботою на всіх парах.

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

№ п/п	Номер і назва теми*	лекції	
			Само- стійна робота
1	Закон збереження енергії в електродинаміці. Залежність дисипації енергії в середовищі від його діелектричної проникності: скалярний і тензорний випадок. Дисипація енергії у провіднику.	2	5
2	Дисперсійне рівняння для потенціальних хвиль у замагніченій плазмі. Групова швидкість потенціальних хвиль, її зв'язок із фазовою. Умова квазіпотенціальності. Потенціальні хвилі у холодній плазмі, вигляд дисперсійних кривих. Області прозорості та непрозорості плазми. Квазіпотенціальне наближення у випадку частинок із однаковими масами.	2	5
3	Рівняння Френеля для електромагнітних хвиль. Тензор діелектричної проникності у холодній замагніченій плазмі.	2	5
4	Виведення дисперсійного рівняння у холодній замагніченій плазмі у загальному випадку.	2	5
5	Поширення електромагнітних хвиль уздовж магнітного поля. Права та ліва колова поляризація. Вигляд дисперсійної картини, фазова та групова швидкості хвиль.	2	5
6	Поширення електромагнітних хвиль уперек до магнітного поля: характер дисперсії, загальний вигляд дисперсійної картини. Поляризація звичайної та незвичайної хвиль.	4	5
7	Відсічки, резонанси, високо- та низькочастотне наближення у холодній замагніченій плазмі. Вигляд дисперсійної картини у холодній замагніченій плазмі. Порівняння з незамагніченою плазмою.	4	5
8	Поширення лінійно поляризованої хвилі у плазмі. Ефект Фарадея. Вістлерна мода. Напрямок поширення вістлерів і їх групова швидкість. Вістлери в іоносфері та магнітосфері. Зондування іоносфери. Справжня і ефективна висота.	4	5
9	Підстави застосування кінетичної теорії плазми. Фазовий простір, функція розподілу. Її зв'язок із базовими параметрами плазми, розрахунок середніх значень. Приклади функцій розподілу у плазмі. Одновимірний максвеллівська функція розподілу, середнє значення квадрата швидкості. Тривимірний максвеллівська функція розподілу.	4	5
10	Рівняння Власова – обґрунтування, вигляд. Зв'язок із системою рівнянь Максвелла. Рівняння неперервності як наслідок рівняння Власова. Перший момент рівняння Власова, загальний випадок і наближення холодної плазми. Другий момент рівняння Власова.	4	5

11	Спрощений розрахунок діелектричної проникності: плазма як сукупність електронних пучків. Лінеаризоване рівняння Власова для однорідної ізотропної плазми. Збурення густини заряду та сили струму. Тензор діелектричної проникності однорідної ізотропної плазми у кінетичній теорії.	2	5
12	Правило обходу Ландау. Дійсна та уявна частини тензора діелектричної проникності. Поздовжня і поперечна діелектрична проникність. Поздовжня і поперечна діелектрична проникність при максвеллівському розподілі.	4	5
13	Поздовжня і поперечна діелектрична проникність при $v_{ph} \gg v_{T\alpha}$ та $v_{ph} \ll v_{T\alpha}$. Опис ленгмюрівських хвиль у кінетичній теорії.	2	5
14	Дисперсійне рівняння для іонного звуку при кінетичному підході, вплив іонної температури. Декремент загасання іонно-звукових хвиль. Можливість існування дуже повільних поздовжніх хвиль.	2	5
15	Поперечні хвилі в теплій плазмі при великих і малих фазових швидкостях. Лінійне і нелінійне загасання Ландау.	4	5
ВСЬОГО¹		44	75

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 120 год.², в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **44 год.**

Семінари – ____ год.

Практичні заняття – ____ год.

Лабораторні заняття – ____ год.

Тренінги – ____ год.

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота – **75 год.**

9. Рекомендовані джерела³:

Основна: (Базова)

до 10 фундаментальних, базових джерел

1. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А. Основы электродинамики плазмы. – Москва: Высшая школа, 1988. – 424 с.

2. Чен Ф. Введение в физику плазмы: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1987. – 398 с.

3. Козак Л.В. Вступ до фізики космічної плазми. – Київ: ВПЦ Київський університет, 2010. – 317 с.

4. Кролл Н., Трайвелпис А. Основы физики плазмы: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1975. – 525 с.

Додаткова:

як правило - до 20 джерел

5. Dendy R.O. Plasma dynamics. – Oxford: Clarendon Press, 2002. – 161 p.

¹ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

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

³ В тому числі Інтернет ресурси

6. Boyd T.J.M., Sanderson J.J. The physics of plasmas. – Cambridge: University Press, 2003. – 531 p.
7. Baumjohann W., Treumann R.A. Basic Space Plasma Physics. – London: Imperial College Press, 1997. – 329 p.
8. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме. – Москва: Наука, 1988. – 304 с.
9. Электродинамика плазмы / Под ред. А.И. Ахиезера. – Москва: Наука, 1974. – 720 с.
10. Сугаков В.Й. Теоретична фізика. Електродинаміка. – Київ: Вища школа, 1974. – 272 с.

10. Додаткові ресурси (за наявності):

Посилання на електронні ресурси (не тільки відкриті) на яких розміщено додаткову інформацію щодо дисципліни — приклади контрольних і екзаменаційних завдань, тематика рефератів, методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт, тощо)

Голова Науково-методичної ради

В.А.Бугров