

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра астрономії та фізики космосу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Момот О.В.

« 23 » листопада 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПЛАЗМОВА АСТРОФІЗИКА

(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** *№ 11*

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2021/2022**
Семестр **8**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **залік**

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

Пролонговано: на 20²²/20²³ н.р. *[підпис]* « 20 » 09 20²²р.
(підпис, ПІБ, дата)

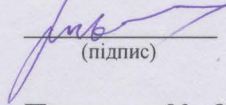
на 20__/20__ н.р. (_____) «__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

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)

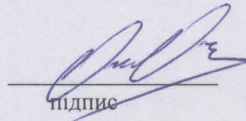
(Івченко В.М.)
(прізвище та ініціали)

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 космічної плазми та їх впливу на астрофізичні процеси.

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”), теоретичної (“Електродинаміка”) фізики та спецкурсів, які описують плазму (“Вступ до фізики плазми”, “Фізика космічної плазми”).

3. Анотація навчальної дисципліни: Розглядаються найпростіші типи нестійкостей як гідродинамічного, так і електродинамічного походження. Вивчається класифікація розривів неперервності у плазмі, дається уявлення про механізми й умови їх виникнення. Аналізуються моделі Чепмена і Паркера для сонячного вітру. Досліджуються можливі механізми прискорення частинок космічних променів, їх поширення у міжзоряному та міжпланетному середовищі..

4. Завдання (навчальні цілі): розуміння розвитку гідродинамічних і специфічно плазмових нестійкостей, механізмів перез’єднання у магнітосферах планет і атмосферах зірок, поширення сонячного й зоряного вітру, прискорення частинок космічних променів, їх взаємодії з міжзоряним, геліосферним середовищем та атмосферами планет.

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	10
1.1	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	1.1
Програмні результати навчання (назва)			
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об’єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.	+	+	+
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.	+	+	
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.	+	+	
ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. *Контрольні роботи: 2, кожна – 15 балів*
2. *Активність на лекціях – 10 балів*

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

Залік – 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. 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	Характеристики незамагніченої плазми. Плазмова частота, дебаївський радіус, ступінь іонізації, плазмовий параметр. Взаємодія плазми з магнітним полем, характеристики замагніченої плазми. Сила Лоренца, циклотронна частота, ларморівський радіус. Рух заряджених частинок у геліосфері. Оцінка граничної енергії частинки, яку здатне втримати міжпланетне магнітне поле.	2	4
2	Нестійкість Релея – Тейлора. Причини виникнення, інкремент нестійкості. Потенціальна енергія шарів рідини з відмінною густиною при різному їх розташуванні.	2	4
3	Нестійкість Кельвіна – Гельмгольца у гідродинаміці, її модифікація у магнітогідродинаміці. Поріг нестійкості, умови її розвитку в космосі, приклади.	2	4
4	Поширення хвиль у плазмі, рівняння Френеля. Обчислення діелектричної проникності для незамагніченої плазми. Сенс введення поздовжньої та поперечної діелектричної проникності.	2	4
5	Діелектрична проникність плазми з електронним пучком. Дисперсійна картина, точка синхронізму, точка розгалуження. Плазмово-пучкова нестійкість, її інкремент.	2	4
6	Умови виникнення бунеманівської нестійкості, її модель. Обчислення інкремента, властивості дисперсійних кривих.	2	4
7	Розриви неперервності у плазмі: співвідношення для стрибків фізичних величин на межі розділу. Класифікація розривів неперервності, вплив магнітного поля.	2	4
8	Ударні хвилі, адиабата Ранкіна – Гюгоніо. Ударні хвилі та інші типи розривів неперервності в космічній плазмі.	2	4
9	Перез'єднання магнітних силових ліній. Моделі Світа – Паркера, Петчека, їх переваги танедоліки. Підхід Сироватського. Фізичне пояснення перез'єднання у космічній плазмі високої провідності.	2	4
10	Магнітосфери планет, їх структура. Ударна хвиля, магнітопауза. Можливість прискорення заряджених частинок, їх взаємодія з атмосферою, авроральні явища.	2	4
11	Сонячна активність: існування плям, їх природа, 11-літній та 22-літній цикли. Довготривалі варіації сонячної активності, маундерівський мінімум. Сонячні спалахи: імовірна природа, характеристики. Корональні викиди маси.	2	4

12	Чепменівська модель протяжної корони: вихідні положення та результати, основні наближення. Порівняння зі спостережними даними.	2	4
13	Сонячний вітер у рамках підходу Паркера. Зміна швидкості з відстанню від Сонця, перехід через звуковий бар'єр. Узгодженість даних із реальними процесами в геліосфері.	2	4
14	Можливість генерації магнітного поля космічних об'єктів. Динамо-механізм, залежність від швидкості обертання тіла навколо власної осі. Нереалістичність простих конфігурацій, анти-динамо-теорема Каулінга.	2	4
15	Космічні промені, їх характеристики, взаємодія з атмосферою. Інтенсивність, потік, склад космічних променів, первинні і вторинні частинки. Механізми прискорення частинок у космосі. Механізми Фермі першого та другого роду, проблема початкового розгону до релятивістських енергій.	2	4
	ВСЬОГО¹	30	60

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

Загальний обсяг 90 год.², в тому числі (вибрати необхідне):

Лекції – **30 год.**

Семінари – ___ год.

Практичні заняття – ___ год.

Лабораторні заняття – ___ год.

Тренінги – ___ год.

Консультації – ___ год.

Самостійна робота – **60 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.
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.

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