

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія плазми

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2020/2021

Семестр

3

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладач:

Володимир ЗАСЕНКО, доктор фіз.-мат. наук, заступник директора з наукової роботи Інституту теоретичної фізики НАНУ.

Пролонговано:

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

КИЇВ – 2021

Розробник:

Володимир ЗАСЕНКО, доктор фіз.-мат. наук, заступник директора з наукової роботи Інституту теоретичної фізики НАНУ.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри фізичної електроніки

_____ Анатолій БЕКЛИЧ

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2021 року.

Робоча програма навчальної дисципліни
Теорія плазми

(2 курс ОР Магістр, 3 семестр)

Лекції	40 год
Колоквіуми	1
Самостійна робота студентів	80 год
Форма заключного контролю	іспит

1. Статус дисципліни: Навчальна дисципліна «Теорія плазми» є вибірковою дисципліною при підготовці фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань «10. Природничі науки» зі спеціальності «105. Прикладна фізика та наноматеріали».

2. Анотація навчальної дисципліни: Курс «Теорія плазми» є важливою складовою формування професійного світогляду фахівця зі спеціальності Прикладна фізика та наноматеріали. Основна увага освітньої компоненти приділена опису плазмових процесів на основі кінетичних рівнянь.

3. Мета навчальної дисципліни: Сформувати у студентів єдиний підхід до розгляду таких різних процесів в плазмі як колективні збудження, парні зіткнення частинок та взаємодія частинок з хвилями.

4. Результати навчання. У результаті вивчення дисципліни «Плазмова електроніка» студент отримує підготовку, достатню для самостійного вивчення відповідної наукової літератури та практичного розв'язання типових задач.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень

ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження

ФК 7. Здатність брати участь у роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах

5. Передумови для вивчення навчальної дисципліни:

До вивчення дисципліни «Плазмова електроніка» необхідно пройти підготовку і скласти іспити/заліки з таких дисциплін:

- Вища математика (Математичний аналіз, Диференційні рівняння та теорія ймовірностей, Методи математичної фізики),
- Загальної фізики (Електрика та магнетизм),
- Теоретична фізика (Електродинаміка, Коливання та хвилі);
- Основи фізичної електроніки, Фізика плазми та плазмові технології

6 а. Засоби оцінювання результатів навчання:

Семестрове оцінювання: Навчальний курс містить два змістовні модулі. Кожний з них оцінюються максимально в 30 балів.

Колоквіум проводяться після завершення першого модуля.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту): Екзаменаційний білет іспиту складається із 2 теоретичних питань та задач. Відповідь на кожне питання оцінюється від 0 до 15 балів, розв'язання задачі від 0 до 10 балів.

6 б. Умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом протягом семестру (сумарно) не менше двадцяти балів. Студенти, які протягом семестру набрали

сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні скласти (перескласти) колоквіум.

бв. Критерії оцінювання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних рівнів умінь (розв'язання задач) і знань (опанування теоретичного матеріалу)

	Знання (мінімум)	Знання (максимум)	Уміння (мінімум)	Уміння (максимум)	Знання + уміння (мінімум)	Знання + уміння (максимум)
Результати протягом семестру	20	30	15	30	35	60
Іспит	20	30	5	10	20	40
Підсумкова оцінка	40	60	20	40	min 60	max 100

б г. Загальні результати і шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Failed	0 -59%

7.1. Програма навчальної дисципліни «Плазмова електроніка»

№	Тема	Кількість годин (лекції)	Колоквіу ми
Змістовий модуль 1. Лінійна теорія плазми без зіткнень.			
1	Основні поняття. Переріз розсіяння заряджених частинок, опір плазми. Плазмовий параметр, рідинне наближення.	2	
2	Колективні збудження та екранування заряду. Часові масштаби.	2	
3	Кінетичний опис плазми. Функція розподілу в фазовому просторі. Самоузгоджений опис плазми. Рівняння Власова.	2	
4	Рівняння для поля в ізотропній плазмі. Діелектрична проникність ізотропної плазми. Поздовжні власні лінійні хвилі. Дисперсійне рівняння.	2	
5	Діелектрична проникність в плазмі з максвеловим розподілом частинок за швидкостями. Інтеграл ймовірності. Ленгмюрівські хвилі. Загасання Ландау.	2	
6	Іонно-звукові хвилі, загасання хвиль в неізотермічній плазмі.	2	

7	Рівняння для електромагнітного поля в ізотропній плазмі. Тензор діелектричної проникності ізотропної плазми. Непотенціальні хвилі. Точки відсікання та резонанси.	2	
8	Хвилі Ван-Кампена. Незагасаючі коливання функції розподілу у плазмі без зіткнень. Явище відлуння та пов'язана з ним інтерпретація загасання Ландау. Часове та просторове відлуння.	2	
9	Рівняння для моментів, гідродинамічний опис плазми. Замикання системи гідродинамічних рівнянь. Порівняння гідродинамічного та кінетичного підходів (просторова дисперсія, загасання хвиль).	2	
10	Плазма в магнітному полі. Система самоузгоджених рівнянь для магнітоактивної плазми. Кінетичний опис. Хвилі Бернштейна.	2	
11	Хвилі в холодній магнітоактивній плазмі вздовж магнітного поля.	2	
12	Хвилі в холодній магнітоактивній плазмі поперек магнітного поля.	2	К
Змістовий модуль 2. Нелінійні явища. Зіткнення. Флуктуації.			
13	Нелінійне рівняння для поля. Малий параметр та ієрархія часів. Нелінійні сприйнятливості плазми.	2	
14	Резонансна взаємодія хвиль. Повільний часовий масштаб. Аналогія з ангармонічним осцилятором.	2	
15	Трихвильові процеси. Розпадна взаємодія хвиль з додатною енергією. Геометричний підхід до розв'язання рівнянь для еволюції амплітуд. Вибухова нестійкість.	2	
16	Нерозпадний спектр. Чотирихвильова взаємодія. Нелінійний зсув частоти. Стабілізація пучкової нестійкості.	2	
17	Флуктуації в плазмі. Стохастичні рівняння. Рівняння Ланжевена.	2	
18	Квазілінійна теорія релаксації теплового пучка в плазмі.	2	
19	Інтеграли зіткнень Балеску-Ленарда та Ландау. Порівняння з інтегралом зіткнень квазілінійної теорії.	2	
20	Поняття про слабку та сильну турбулентність, нелінійні хвилі, самофокусування.	2	
	<i>ВСЬОГО</i>	<i>40</i>	

7.2 Самостійна робота студентів (СРС).

	Тема СРС
1.	Потенціальна енергія частинки у плазмі. Ідеальна та неідеальна плазма
2.	Поле пробної частинки, що рухається у плазмі.
3.	Рівняння для моменту в гідродинаміці.
4.	Інтеграли руху в квазілінійній теорії релаксації пучка.
5.	Нелінійні сприйнятливості плазми в кінетичному та гідродинамічному підходах.
6.	$E \times B$ дрейф частинок.
7.	Виток плазми на границю.

Примітка: питання СРС включаються до екзаменаційних білетів

8. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *І.О.Анісімов. Фізика плазми. Конспект лекцій. К., 2018.*
2. *Ситенко О.Г., Мальнев В.М. Основи теорії плазми. К., Наукова думка, 1994.*
3. *Wesson J. Tokamaks - Oxford, Calderon Press, 2004.*

ДОДАТКИ:

9. Рекомендації до оцінки типів навчальної роботи.

		Знання	Уміння	Комунікаційність	Автономність (ініціативність) і відповідальність
1	Лекції	60	40		

10 а. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1	студент повинен знати, що таке:			
1.1	поле в плазмі, діелектрична проникність та нелінійні сприйнятливості, інтеграл зіткнень	лекційні заняття	Іспит колоквиум, завдання для самостійної роботи	60
1.2	власні хвилі в ізотропній та магнітоактивній плазмі, процеси 3- та 4-хвильової взаємодії	лекційні заняття	Іспит колоквиум, завдання для самостійної роботи	
1.3	парні зіткнення частинок та зіткнення частинок з колективними збудженнями	лекційні заняття	Іспит колоквиум, завдання для самостійної роботи	
2	студент повинен вміти:			40
2.1	сформулювати умови існування власних хвиль та розвитку нестійкостей	лекційні заняття	Іспит колоквиум, завдання для самостійної роботи	
2.2	знайти частоти, дисперсію та декременти власних хвиль	лекційні заняття	Іспит колоквиум, завдання для самостійної роботи	

10 б. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (назва)	Знання			Уміння	
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+		
ПРН 3. Знання сучасних обчислювальних та інформаційних технологій	+	+		+	+
ПРН 5. Знання етичних та соціально-економічних основ сучасного суспільства	+	+	+		
ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики				+	+
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій	+			+	