

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«ФІЗИКА НЕІДЕАЛЬНОЇ ПЛАЗМИ»

Галузь знань	<i>10 – Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>104 – Фізика та астрономія</i>
Освітня програма	<i>Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу</i>
Освітній рівень	<i>доктор філософії</i>
Статус дисципліни	<i>Фаховий / Вибірковий</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Курс / семестр	<i>II (III) курс, 1 (2) семестр</i>
Кількість кредитів ЄКТС	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Розподіл за видами занять та годинами навчання	<i>Лекції – 32 год.</i>
	<i>Практичні (семінарські) – 16 год.</i>
	<i>Консультації – 4 год.</i>
	<i>Самостійна робота – 68 год.</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Іспит</i>
Відділ	<i>Відділ фізики плазми і плазмових технологій, ІЯД НАН України, корп. 101, к.305 тел. +380-44-525-3245</i>
Викладач (-і)	<i>Порицький Павло Віталійович, ст. наук. співр., к.ф.-м.н.</i>
Контактна інформація викладача (-ів)	<i>poryts@kinr.kiev.ua, +380-44-525-3245</i>
Дні занять	<i>За розкладом</i>
Консультації	<i>Очні та дистанційні, за домовленістю з ініціативи здобувача, індивідуальні та групові.</i>

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни - формування у здобувачів компетентностей у галузі фізики та астрономії, ознайомлення аспірантів з основними положеннями фізики неідеальної плазми, методами теоретичного опису явищ в неідеальних плазмових середовищах, та засвоєння методів розрахунку вимірюваних фізичних величин, що характеризують процеси в неідеальній плазмі.

Предмет навчальної дисципліни – класична та квантова статистична фізика неідеальної плазми.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері фізики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у галузі управління та адміністрування, що передбачає глибоке переосмислення наявних та

створення нових цілісних знань та/або професійної практики, застосовувати новітні методології наукової та педагогічної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики та/або астрономії, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та

СК02. Здатність відстежувати тенденції розвитку фізики та/або астрономії, їх прикладних застосувань, критично переосмислювати наявні знання та методи фундаментальних та прикладних наукових досліджень.

СК03. Здатність представляти та обговорювати результати своєї науково-дослідницької роботи державною мовою, а також англійською мовою чи одною з офіційних мов Європейсько Союзу, в усній та в письмовій формі, опрацьовувати наукову літературу з фізики та/або астрономії ефективно використовувати нову інформацію з різних джерел.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати науково-дослідницькі, розробницькі та інноваційні проекти у сфері фізики та/або астрономії, планувати й організовувати

роботу науково-дослідницьких, розробницьких та інноваційних колективів.

СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.

Програмні результати навчання

РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.

РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики та/або астрономії, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН03. Вільно презентувати та обговорювати державною мовою, а також англійською мовою чи одною з офіційних мов Європейського Союзу, результати наукових досліджень, фундаментальні та прикладні проблеми фізики та/або астрономії, публікувати результати наукових досліджень у наукових виданнях, що індексуються у базах Scopus та WoS Core Collection.

РН04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичних і експериментальних досліджень, математичного моделювання, комп'ютерного експерименту, а також наявні літературні дані.

РН05. Розробляти моделі процесів і систем у фізиці та/або астрономії та дотичних міждисциплінарних напрямках, використовувати їх у науково-дослідницькій діяльності для отримання нових знань та/або створення розробок та інноваційних продуктів.

РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН09. Глибоко розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, місце фізики в системі наукових знань як методологічної основи природничих, інженерних наук та технологій; застосувати їх у власних дослідженнях у сфері фізики та/або астрономії та у викладацькій діяльності.

Після засвоєння матеріалу дисципліни аспіранти повинен: вивчити базові знання про термодинамічні характеристики та властивості неідеальної плазми, про взаємодії, про процеси, що мають місце за участі заряджених частинок в неідеальній плазмі, сформувані вміння теоретичного опису систем заряджених частинок та їх взаємодії, розрахунку вимірюваних величин, що їх характеризують; **знати основні** поняття фізики неідеальної плазми, типи частинок та їх взаємодій в плазмі, їх характеристики. Методи теоретичного опису властивостей заряджених частинок та процесів їх взаємодії в плазмі. Методи розрахунку вимірюваних фізичних величин, що характеризують процеси в неідеальних плазмових середовищах, в тому числі з використанням діаграмної техніки Фейнмана. Основи класичної та квантової статистичної теорії систем заряджених частинок; **вміти** описувати можливі процеси за участю заряджених частинок в плазмі.. Розраховувати основні термодинамічні характеристики неідеальних плазмових середовищ. Розраховувати характеристики процесів взаємодії заряджених частинок в плазмі. Використовувати в розрахунках закони збереження та діаграмну техніку Фейнмана. Орієнтуватися у добірї спеціальної сучасної наукової літератури та самостійно працювати з нею.

Передумови для навчання

Перелік попередньо прослуханих дисциплін / Знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен знати загальну фізику, електродинаміку, атомну фізику, статистичну фізику, квантову механіку, основи фізики плазми. . Компетентності, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення, є необхідними для розуміння світових тенденцій вирішення сучасних проблем фізичних досліджень у фізиці плазми, розробці сучасних плазмових технологій.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи (змістовні модулі):

Розділ 1. Класична неідеальна плазма.

Розділ 2. Квантова неідеальна плазма.

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

Для виконання практичних завдань за темою курсу потрібен персональний комп'ютер. Можна вважати, що ця вимога легко задовольняється для аспірантів ІЯД НАН України у тих відділах, де виконується наукова робота (навіть якщо аспірант не має ані особистого комп'ютера вдома, ані лептопа). Отже, кожний відділ у змозі створити аспірантові достатні умови для виконання завдань курсу.

Сторінка курсу на платформі Інституту (персональна навчальна система)

<http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/indexm.html>
<http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/metmat/PhNP/02.pdf>

Рекомендовані джерела

Базова література:

1. Ebeling W., Fortov V.E. , Filinov V. Quantum Statistics of Dense Gases and Nonideal Plasmas- Berlin, Heidelberg, NY.: Springer , 2017.-570p.
2. Kremp D., Schlages M. , Kraeft W.-D.,with Bornath T. Quantum Statistics of Nonideal Plasmas. - Berlin, Heidelberg, NY: Springer , 2005.-535p.
3. Вакарчук І.О. Теорія зоряних спектрів.- Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2002.-359с.

Допоміжна література:

4. Bonitz M. Quantum Kinetic Theory – 2nd.-ed. –Berlin, Heidelberg, NY.: Springer , 2016.-412p

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

Розділ 1. Класична неідеальна плазма

Лекція 1. Вступ. Поняття про неідеальну плазму.

Лекція 2. Основні методи статистичної механіки заряджених частинок.

Лекція 3. Теорія Гіббса та ланцюжок ББГКІ .

Лекція 4. Статистичні розподілення Гіббса.

Лекція 5. Теорія Дебая-Гюккеля.

Лекція 6. Рівняння Орнштейна-Церніке для плазми.

Лекція 7. Термодинаміка кулонівських систем.

Лекція 8. Мікрополе в плазмі.

Розділ 2. Квантова неідеальна плазма.

Лекція 9. Основні поняття та методи квантової статистичної механіки заряджених частинок.

Лекція 10. Метод вторинного квантування.

Лекція 11. Метод температурних функцій Гріна.

Лекція 12. Термодинамічний потенціал. Ефективний потенціал та зв'язані стани.

Лекція 13. Термодинамічний потенціал. Драбинкове наближення. Дискретний та неперервний спектри.

Лекція 14. Фізична та хімічна моделі неідеальної плазми.

Лекція 15. Процеси перенесення в неідеальній плазмі.

Лекція 16. Критичні явища та фазові переходи в неідеальній плазмі.

Практичні заняття

Заняття 1. Статистичні розподілення Гіббса та діаграми Маєра.

Заняття 2. Освоєння методів теорії Дебая-Гюккеля.

Заняття 3. Освоєння методів термодинаміки кулонівських систем.

Заняття 4. Мікрополе в плазмі. Розрахунки плазмових систем.

Заняття 5. Температурна функція Гріна. Діаграми Фейнмана.

Заняття 6. Термодинамічний потенціал. Ефективний потенціал та зв'язані стани.

Заняття 7. Освоєння кінетичних методів. Процеси перенесення в неідеальній плазмі.

Заняття 8. Критичні явища та фазові переходи в неідеальній плазмі. Конденсація Бозе-Ейнштейна. Надплинність. Надпровідність.

Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосуванням основної та додаткової літератури	32
Виконання практичних завдань та самостійних робіт	30
Підготовка до іспиту	6

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: заняття проводяться відповідно до розкладу згідно із правилами, встановленими [Положенням про організацію освітнього процесу в Інституті ядерних досліджень НАН України](#), присутність на заняттях є добровільною, примушування до будь-яких дій в навчальному процесі без особистої згоди аспіранта не допускається. Відповідно до робочої навчальної програми даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях згідно з [Уніфікованою системою оцінювання навчальних досягнень аспірантів](#).
- правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Інституту здійснюється за умови вказівки викладача;
- політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не виконував модульні контрольні роботи (без поважної причини), то його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання передбачено за поважних причин;
- політика щодо академічної доброчесності: [Положення про академічну доброчесність працівників та здобувачів вищої освіти в Інституті ядерних досліджень НАН України](#) встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в Інституті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Система оцінювання результатів навчання

Види контролю та система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль: опитування за темою заняття, реферат, модульні контрольні роботи (МКР),

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит (залік).

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

- 1) на лекційних та практичних заняттях;
- 2) за написання реферату;
- 2) за модульні контрольні роботи (МКР);
- 3) за відповідь на іспиті (заліку).

Система рейтингових балів

1) Практичні та лекційні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 1. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант за відвідування лекцій та відповіді на практичних заняттях становить $40 \times 1 = 40$ балів.

2) Реферат або модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 10. Максимальна кількість балів за реферат або контрольну роботу становить $2 \times 10 = 20$ балів.

Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 18-20 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 15-17 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 11-14 балів;
 - «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.
- 3). Іспит (Залік). Критерії оцінювання. Завдання містить три основні, кожне з яких оцінюються у 12 балів та одне додаткове запитання, яке оцінюється 4 балами. Всього $3 \times 12 + 1 \times 4 = 40$ балів.
- Нарахування балів за відповідь на іспиті (заліку):
- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 36-40 балів;
 - достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 30-35 балів;
 - неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 24-29 балів;
 - незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни			
Види навчальної роботи		Мах кількість балів	
Навчальна активність на лекційних та практичних заняттях		40	
Реферат або МКР		20	
Іспит		40	
Максимальна кількість балів		100	
Відповідність системи оцінювання ІЯД НАН України шкалі оцінювання ЄКТС та національній системі оцінювання			
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену (іспиту), диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, тренінгу	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	дуже добре	
75 – 81	C	добре	
69 – 74	D	задовільно	
60 – 65	E	достатньо	
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		
Більш детальну інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни, див. сайт ІЯД.			

Силабус затверджено на засіданні вченої ради ІЯД НАН України.
« 8 » жовтня 2024 р. Протокол № 10.