

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра прикладної фізики та фізики плазми

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В. о. директора навчально-наукового
інституту

ННІ «Фізико-технічний факультет»

Пилип КУЗНЕСОВ

“ ” 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Елементарні процеси в плазмі та плазмохімія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	перший (бакалавр)
галузь знань	10 – “Природничі науки” (шифр і назва)
спеціальність	105 – “Прикладна фізика та наноматеріали” (шифр і назва)
освітня програма	«Прикладна фізика» (шифр і назва)
спеціалізація	 (шифр і назва)
вид дисципліни	за вибором (обов’язкова / за вибором)
факультет	ННІ «Фізико-технічний факультет»

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ННІ «Фізико-технічний факультет»

“25” серпня 2023 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

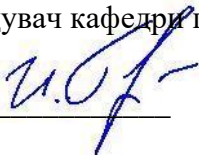
Середа Ігор Миколайович кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної фізики та фізики плазми

Денисенко Ігор Борисович д.ф.-м.н., професор, професор кафедри прикладної фізики та фізики плазми

Програму схвалено на засіданні кафедри прикладної фізики та фізики плазми

Протокол від “24”липня 2023 року № 12

Завідувач кафедри прикладної фізики та фізики плазми



Ігор ГАРКУША

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми Прикладна фізика

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми



Ігор ГІРКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від “14”серпня 2023 року № 11

Голова науково- методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»



Микола ЮНАКОВ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Елементарні процеси в плазмі та плазмохімія II» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки

першого рівня вищої освіти (бакалавр), галузі знань: 10 – “Природничі науки”,

спеціальності 105 – “Прикладна фізика та наноматеріали”,

спеціалізації «Фізичні технології», «Фізичне матеріалознавство» та «Фізика плазми».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є фізико-хімічні процеси у газорозрядній плазмі.

Курс складається з лекцій, що базуються на сучасних наукових дослідженнях. На лекції виносяться основна частина матеріалу, яка викладена в програмі курсу. Частина матеріалу виносить для самостійного вивчення студентами на основі рекомендованої літератури, методичних розробок, сучасних журнальних статей, матеріалів конференцій, тощо.

1.Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Мета: засвоїти теоретичні основи курсу, створити практичну основу для розуміння студентами курсів, які будуть читатись їм в майбутньому. Сформувані у студентів загальну та предметну компетентність.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основи фізичної хімії, яка є спеціальною дисципліною без знання якої неможливе якісне засвоєння знань, що становлять основу освіти майбутнього спеціаліста експериментатора у галузях ядерної фізики, фізики плазми, фізичного матеріалознавства та наукоємних фізичних технологій.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Загальні компетентності

1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; (ЗК-2)
2. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні; (ЗК-6)
3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК-7)
4. Здатність працювати автономно; (ЗК-9)

Фахові компетентності

1. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок (СК-4).
2. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій (СК-5).
3. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних досліджень (СК-11).

Основними завданнями вивчення дисципліни є вивчення методів дослідження елементарних процесів як теоретичних, так і експериментальних.

1.3. Кількість кредитів – **4**.

1.4. Загальна кількість годин – **60**.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни.	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4 -й	–
Семестр	
8 -й	–
Лекції	
28 год.	–
Практичні, семінарські заняття	
–	–
Лабораторні заняття	
–	–
Самостійна робота	
32 год.	–
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання

За вимогами освітньо-професійної програми «Прикладна фізика» спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» студенти повинні досягти таких програмних результатів навчання:

- знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики (**Зн-1**);
- знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної 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 теоретичної та прикладної фізики. (**Зн-4**);
- знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. (**Зн-5**)

- застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. **(Ум-1)**
- застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. **(Ум-2)**
- застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій. **(Ум-3)**
- вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики. **(Ум-4)**
- відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації. **(Ум-5)**
- класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики. **(Ум-6)**
- мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів. **(Ум-7)**
- презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефхівцям, аргументувати власну позицію. **(Ком-2)**
- планувати й організувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів. **(Ком-3)**
- оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов'язані з реалізацією проєктів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проєктів. **(Ком-4)**
- мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку. **(Ком-6)**
- мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи. **(АіВ-1)**
- знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини. **(АіВ-2)**
- знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини. **(АіВ-3)**

Студенти також повинні знати: основні елементарні процеси, що визначають параметри плазми в різних умовах, Вміти: визначати такі параметри, як перетин розсіяння, довжина вільного пробігу, характерний час зіткнень, частота зіткнень та ін.

2. Тематичний план навчальної дисципліни.

Розділ 1. Електронна будова атомів і молекул і хімічні зв'язки.

Тема 1. Плазмохімія, предмет плазмохімії.

Чим обумовлений інтерес до плазмохімії? Особливості плазмохімічних процесів. Які хімічні процеси має сенс проводити в низькотемпературній плазмі.

Тема 2. Електронна будова атома.

Рівняння Шредінгера і атомна орбіталь (АО). Квантові числа і АО. Вузлові поверхні. Симетрія АО. Форми АО. Принципи заповнення АО. Валентність. Її зв'язок з електронною будовою атома. Міра окиснення. Спектральні терми атомів і молекул. Їх класифікація.

Тема 3. Електронна будова молекули. Метод лінійних комбінацій АО.

Метод молекулярних орбіталей (МО). Перекривання АО. Інтеграл перекривання. Типи зв'язків, що виникають при різних видах перекривання АО. Принципи заповнення МО. Метод лінійних комбінацій АО (ЛКАО(МО)).

Тема 4. Метод валентних зв'язків.

Поняття «активний комплекс». Принципи утворення хімічних зв'язків. Розгляд процесу взаємодії двох атомів на прикладі атомів водню. Ковалентний зв'язок. Подвійні, потрійні і багатоцентрові зв'язки. Характеристики ковалентних зв'язків. Насичуваність і спрямованість ковалентних зв'язків. Гібридизація. Геометрія молекул.

Тема 5. Різновиди хімічних зв'язків.

Іонний зв'язок. Електронегативність атомів. Зв'язок відносної електронегативності з мірою іонності зв'язку. Донорно-акцепторний хімічний зв'язок. Семіполярний зв'язок. Водневий зв'язок. «З'єднання без хімічного зв'язку». Міжмолекулярна взаємодія.

Тема 6. Нові аллотропні форми вуглецю.

Фуллерени. Хімічні властивості фуллеренов. Вуглецеві нанотрубки.

Розділ 2. Термодинаміка і кінетика в хімії.

Тема 7. Хімічна рівновага в газах.

Умова хімічної рівноваги. Константа хімічної рівноваги і закон мас, що діють. Рівновага при хімічних реакціях в гетерогенних системах.

Тема 8. Константний метод розрахунку рівноважного складу.

Використання константи рівноваги в хімічній термодинаміці. Методи визначення константи хімічної рівноваги.

Тема 9. Рівняння Вант-Гоффа. Теплота реакції.

Тема 10. Рівняння Саха. Іонізаційна рівновага.

Тема 11. Нерівноважна хімічна термодинаміка.

Основні положення і рівняння нерівноважної хімічної термодинаміки.

Тема 12. Хімічна кінетика.

Визначення швидкості хімічної реакції, її розмірність. Кінетичний порядок реакції. Константа швидкості хімічної реакції, розмірність.

Тема 13. Рівняння Ареніуса.

Кінетичний порядок і механізм реакції. Вплив тиску на швидкість елементарної хімічної реакції. Залежність константи швидкості від температури. Правило Вант-Гоффа. Рівняння Ареніуса. Основні допущення і обмеженість теорії Ареніуса.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд	с.р.
Розділ 1. Електронна будова атомів і молекул і хімічні зв'язки.					
Тема 1. Плазмохімія, предмет плазмохімії.	4	2			2
Тема 2. Електронна будова атома.	4	2			2
Тема 3. Електронна будова молекули. Метод лінійних комбінацій АО.	4	2			2
Тема 4. Метод валентних зв'язків.	4	2			2
Тема 5. Різновиди хімічних зв'язків.	4	2			2
Тема 6. Нові аллотропні форми вуглецю.	4	2			2
Разом за розділом 1	24	12			12
Розділ 2. Термодинаміка і кінетика в хімії.					
Тема 7. Хімічна рівновага в газах.	4	2			2
Тема 8. Константний метод розрахунку рівноважного складу.	5	2			3
Тема 9. Рівняння Вант-Гоффа. Теплота реакції.	5	2			3
Тема 10. Рівняння Саха. Іонізаційна рівновага.	5	2			3
Тема 11. Нерівноважна хімічна термодинаміка.	5	2			3
Тема 12. Хімічна кінетика.	5	2			3
Тема 13. Рівняння Ареніуса.	5	2			3
Контр. робота.	2	2			
Разом за розділом 2	36	16			20
Усього годин	60	28			32

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Не передбачено

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
Розділ 1. Електронна будова атомів і молекул і хімічні зв'язки.			
1	Спектральні терми атомів і молекул. їх класифікація.	4	КР, залік

2	Метод лінійних комбінацій АО (ЛКАО(МО)).	4	
3	«З'єднання без хімічного зв'язку».	4	
4	Хімічні властивості фулеренів.	4	
	Разом	16	
Розділ 2. Термодинаміка і кінетика в хімії.			
1	Методи визначення константи хімічної рівноваги.	3	КР, залік Розрахунково- графічна робота
2	Константа швидкості хімічної реакції, розмірність.	3	
3	Правило Вант-Гоффа.	3	
4	Теорія активного комплексу.	3	
5	Визначення константи швидкості нерівноважної хімічної реакції.	4	
	Разом	16	

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота 1. 2 години самостійної роботи.

Зміст завдання: Визначити константи хімічної рівноваги за типових експериментальних умов хімічно-активної низько-температурної плазми. Визначити константи швидкості нерівноважної хімічної реакції за цих умов. Вимоги до виконання: розрахунково-графічна робота повинна відповідати критеріям ДСТУ 3008-95 «ДОКУМЕНТАЦІЯ. ЗВІТИ У СФЕРІ НАУКИ І ТЕХНІКИ». Оцінювання (5 балів)

Дві контрольні роботи за розділами 1 та 2. 2 години самостійної роботи. Кожна контрольна робота містить по п'ять запитань. Оцінювання (20 балів).

Запитання до контрольних робіт

1. Пояснити, що таке атомні орбіталі. s -орбіталі, p -орбіталі, d -орбіталі. Як відбувається заповнення атомних орбіталей?
2. Що таке фулерити та вуглецеві нанотрубки (властивості та застосування)?
3. Валентність. Ковалентний зв'язок. Характеристики ковалентного зв'язку. Міжмолекулярна взаємодія. Орієнтаційна, індукційна та дисперсійна взаємодія.
4. Алотропні модифікації карбону залежно від типу гібридизації (навести сполуки та відповідний тип гібридизації). Алмаз та карбін (властивості та застосування).
5. Розташування електронів, що зв'язують атоми. Метод лінійних комбінацій атомних орбіталей. Сігма-зв'язок, Пі-зв'язок. Зв'язуюча молекулярна орбіталь. Розпушуюча молекулярна орбіталь.

6. Характеристики ковалентного зв'язку. Довжина хімічного зв'язку. Енергія хімічного зв'язку. Спряжений ковалентний зв'язок. Локалізований та нелокалізований зв'язок.
7. Енергія та ентальпія у плазмових реакторах.
8. Гібридизація атомних орбіталей. Умови стійкої гібридизації. sp - гібридизація, sp^2 - гібридизація, sp^3 - гібридизація.
9. Ентропія, енергія Гібса, хімічний потенціал у плазмових реакторах.
10. Водневий зв'язок. Його властивості.

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання, практичні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладання; частково-пошуковий, або евристичний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

8. Методи контролю

Навчальним планом передбачені наступні методи контролю:

- поточний контроль передбачає 1 розрахунково-графічну роботу та 2 контрольні роботи, що проводяться на протязі семестру;
- підсумковий семестровий контроль - залік в письмовій формі.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольні робота, передбачена навчальним планом	Разом		
T1-T6	T7-T13	20	40	60	100
10	10				

T1, T2 ... T9 – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінки залікової роботи.

1. Залікова робота складається з 2 завдань, кожне завдання оцінюється за 30 бальною шкалою.
2. Загальна оцінка виконання залікової роботи є єдиною оцінкою за виконання всіх завдань роботи.
3. Бали з оцінки кожного завдання знімаються за :
 - принципові помилки, тобто помилки, що свідчать про нерозуміння сутності проблеми, використання хибних науково-технологічних положень – від 10 до 20 балів;
 - вагомі помилки, тобто помилки, що свідчать про спрощений підхід до розгляду питання та відсутність належного аналізу – від 5 до 10 балів.
 - помилки за неуважністю та неакуратністю, вживання сленгу та ненаукової термінології - від 1 до 5 балів.
4. Виконання залікової роботи оцінюється сумою балів.

10. Рекомендована література

Опорні конспекти лекцій; комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни (КНМЗД); картки завдань для самостійних робіт, базова та допоміжна література.

Основна література

1. В.І. Лебідь. Фізична хімія / Підручник. Харків: Фоліо, 2005. 478с.
2. Мчедлов-Петросян М.О., Лебідь В.І., Глазкова О.М., Лебідь О. В. Колоїдна хімія. Підручник. 2-ге вид., випр. і доп. Харків, Вид. ХНУ, 500 с., 2012.
3. Загородній А. Г. Вступ до кінетичної теорії плазми / А. Г. Загородній, А. І. Момот. – К. : Наукова думка, 2015. – 445 с.
4. Bliokh P. Dusty and self-gravitational plasmas in space / P. Bliokh, V. Sinitsin, V. Yaroshenko. – Springer Science & Business Media, 1995. – 250 p.
5. Shukla P. K. Introduction to dusty plasma physics / P. K. Shukla, A. A. Mamun. – IoP Publishing Ltd., 2002. – 270 p.
6. Dusty Plasmas: Physics, Chemistry, and Technological Impacts in Plasma Processing / edited by A. Bouchoule. – N.Y.: Wiley, 1999. – 408 p.

7. Загородній А. Г. Вступ в фізику плазми / А. Г. Загородній, О. К. Черемних. – Київ: Наукова думка, 2014. – 696 с.
8. Lieberman M. A. Principles of plasma discharges and materials processing / M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg. – N. Y.: John Wiley & Sons, 1994. – 565 p.

Допоміжна література

1. Hayashi M. Nonequilibrium processes in partially ionized gases / Ed. by M. Capitelli and J. N. Bardsley. – N. Y.: Plenum, 1990. – 682 p.
2. Lochte-Holtgreven W. Plasma Diagnostics / W. Lochte-Holtgreven. – Amsterdam: North-Holland, 1968. – 675 p.
3. Азаренков М. О. Модельовання процесів у запырошеній газорозрядній плазмі: монографія / М. О. Азаренков, І. Б. Денисенко, А. Г. Загородній, А. І. Момот. – Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. – 244 с.
4. Азаренков М. О. Кінетична теорія хвиль в однорідній плазмі без зіткнень / М.О. Азаренков, І.Б. Денисенко, М.І. Гришанов. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. – 176 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://dspace.univer.kharkov.ua/>
2. <http://twirpx.com>