

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра молекулярної фізики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РЕОЛОГІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

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 фізичне матеріалознавство/ неметалічне матеріалознавство
(назва освітньої програми)
вид дисципліни вибіркова *ВА 4.2.2*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	п'ятий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: доцент Лазаренко Максим Михайлович


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

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

КИЇВ – 2022

Розробник: Лазаренко Максим Михайлович, д.ф.-м.н., доцент кафедри молекулярної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри молекулярної фізики


(підпис)

(Булавін Л.А.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 12 від «19» квітня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету¹

Протокол від «10» червня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

¹ У випадку читання дисципліни, яка не є профільною для факультету чи інституту обов'язковим є погодження з науково-методичною комісією профільного факультету. У випадку економічних та юридичних наук погодження із предметною комісією з економічних та юридичних наук при Науково-методичній раді Університету.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – є оволодіння сучасними математичними методами реології складних систем, теоретичними положеннями та основними застосуваннями цих методів при постановці та інтерпретації експериментів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів механіки, молекулярної фізики, фізики твердого тіла та класичної механіки для освоєння теоретичних питань з курсу «Реології складних систем».
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики, загальної фізики, статистичної фізики, фізики твердого тіла для розв'язку практичних завдань з курсу «Реології складних систем».
3. Володіти елементарними навиками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Реології складних систем» розглядаються сучасні підходи лінійної та нелінійної механіки суцільних середовищ, теорії пружності та в'язкопружності. Розглядаються сучасні методи дослідження реологічних властивостей складних систем. Мета вивчення дисципліни - отримання глибоких та систематичних знань, які стосуються реологічних властивостей складних систем. Навчальна задача курсу полягає у засвоєнні методів теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень реологічних властивостей складних систем. Результати навчання полягають в умінні логічно і послідовно формулювати основні принципи і закони реології. Методи викладання: лекції, консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, контрольні та практичні роботи роботи після основних розділів спецкурсу, лабораторні роботи, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – формування навиків роботи з сучасними математичними методами реології та основними застосуваннями цих методів при постановці та інтерпретації експериментів.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалавр) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізичне матеріалознавство/ неметалічне матеріалознавство» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Фахових:

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології)	Методи оцінювання та	Відсоток у підсумковій
--	---------------------------------------	-------------------------	---------------------------

Код	Результат навчання	викладання і навчання	пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	оцінці з дисципліни
1.1	Знати основні поняття реології, такі як тензор напружень, тензор деформації, рівняння руху, крайові задачі реології.	лекції	Контрольна робота, реферати	10
2.1	Вміти вибирати методи та реологічні моделі необхідні для теоретичного дослідження властивостей фізичних систем, а також для постановки та інтерпретації експерименту	лекції	Практичні завдання	20
2.2	Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	Лабораторні роботи Захист лабораторних робіт.	Захист лабораторних робіт	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни		1.1	2.1	2.2
Програмні результати навчання				
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової 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 фізики.		+		
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.		+		
ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.		+		
ПРН19. Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства.			+	
ПРН20. Знати і розуміти свої громадянські права і обов'язки, як члена вільного демократичного суспільства, мати навички їх реалізації, відстоювання та захисту.				+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

- Опитування під час першого змістового модуля (10 балів).

2. Модульна контрольна робота 1 (10 балів).
3. Захист лабораторних робіт (10 балів)
1. Опитування під час другого змістового модуля (10 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (10 балів).
3. Захист лабораторних робіт (10 балів)

- підсумкове оцінювання у формі іспиту (40 балів).

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>15</u>	<u>15</u>	<u>20</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше **50** балів

Оцінка за іспит не може бути меншою **20 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

- підсумкове оцінювання у формі іспиту.

7.2 Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції 28	семінари/ практичні/ лабораторні 14	Самостійна робота 48
Частина 1.				
1	Тема 1. Рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера. Повна та конвективна похідна. Ейлєреви та лагранжеві координати. Виведення рівнянь Нав'є-Стокса та Ейлера. Наближення, використані при їх виведенні. Лабораторна робота №1 Визначення густини твердих тіл та рідин методом гідростатичного зважування Лабораторна робота №2 Визначення температурної залежності густини рідин флотаційним методом Лабораторна робота №3 Визначення густини рідин за допомогою DMA 4500 С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Межі застосування рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера	2	7	6
2	Тема 2. Задача Ляме. Рівняння Ляме. Рівновага порожнистого циліндра. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	2		6
3	Тема 3. Течія ідеальної рідини. Рівняння руху нестисливої рідини. Потенціальна течія. Рівняння Лапласа. Рівняння Бернуллі. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		6
4	Тема 4. Течія в'язкої рідини Течія в'язкої рідини в циліндричній трубі. Формула Пуазейля. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		6
	Контрольна робота			
Частина 2.				
5	Тема 5. Експериментальні методи вимірювання коефіцієнта зсувної в'язкості. Ротаційний віскозиметр. Капілярний віскозиметр. Лабораторна робота №3. Визначення в'язкості консистентних мастил ротаційним віскозиметром РВ-4 Лабораторна робота №4. Визначення в'язкості мастил ротаційним віскозиметром РВ-8. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Систематичні похибки при вимірюванні в'язкості капілярним методом.	4	7	6
6	Тема 6. Хвилі у пружному та в'язкопружному середовищах. Поширення звуку в пружному ізотропному середовищі. Плоскі хвилі. Звукові хвилі у необмеженому в'язкопружному середовищі. Комплексні модулі. Звукові хвилі в ідеальному середовищі. Повна система акустичних рівнянь. Хвильовий опір. Відбиття	4		6

	та проходження звуку на границі двох середовищ. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Хвилі в пружних трубах.			
7	Тема 7. Поглинання звукових хвиль. Хвилі в стержнях. Принцип відповідності. Поширення звукових хвиль у в'язкопружному напівпросторі. Коефіцієнт поглинання. Експериментальне визначення коефіцієнта поглинання. Хвилі Похгаммера. Акустичний інтерферометр. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Експериментальне визначення швидкості поширення та коефіцієнта поглинання.	4		6
8	Тема 8. Нелінійні середовища. Неньютонівські рідини. Особливості течії неньютонівської рідини в трубі. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Тіксотропія і явище утворення полімерних сіток в клітинній структурі.	4		6
	ВСЬОГО	28	14	48

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Лабораторних робіт – **14 год.**

Самостійна робота - **48 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Свечнікова О.С., Лазаренко М.М. Фізика деформування полімерних систем. К.: ПП "Elena", 2020 - 320 с.
2. Лазаренко М.М., Забашта Ю.Ф., Сенчуров С. П., Свечнікова О. С. Методи вимірювання реологічних властивостей рідинних систем Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2016 – 56с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1985.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1985.
5. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. Фізична механіка полімерів. К.: ВКУ, 1998.

Додаткова:

1. Tadros, T. F. (2011). *Rheology of dispersions: principles and applications*. John Wiley & Sons.
2. Malkin, A. Y., & Isayev, A. I. (2022). *Rheology: concepts, methods, and applications*. Elsevier.