

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра молекулярної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗАГАЛЬНА РЕОЛОГІЯ

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 *ВВ 4.2.1*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	шостий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

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.

5. Результати

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

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Загальної реології» розглядаються сучасні підходи лінійної та нелінійної механіки суцільних середовищ, теорії пружності та в'язкопружності. Розглядаються сучасні методи дослідження реологічних властивостей суцільних середовищ. Мета вивчення дисципліни - отримання глибоких та систематичних знань, які стосуються реологічних властивостей суцільних середовищ. Навчальна задача курсу полягає у засвоєнні методів теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень реологічних властивостей суцільних середовищ. 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 після основних розділів спецкурсу, лабораторні роботи, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (80%) та заліку (20%).

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.
- ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

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.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК12. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

ФК14. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

ФК15. Здатність аналізувати світові тенденції розвитку фізики для вибору власної освітньої траєкторії.

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			
1.1	Знати основні поняття біомеханіки, такі як тензор напружень, тензор деформації, рівняння руху, крайові задачі реології.	лекції	Контрольна робота, реферати	40
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
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії	Лабораторні роботи. Самостійна робота	Порівняльний аналіз формулювання кінцевих результатів лабораторних робіт членами однієї бригади	5
3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень українською мовою	Лабораторні роботи. Самостійна робота	Оформлення лабораторних робіт	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1	2.2	3.1	3.2
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.	+				
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+				
ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.		+			
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+				
ПРН7. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.			+		
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		+			
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.		+			
ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а	+				

також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.					
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.	+				
ПРН18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.	+				+
ПРН24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.	+				
ПРН25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітніх траєкторій та професійного розвитку.				+	
ПРН26. Знати основні сучасні фізичні теорії, що пов'язані з поясненням властивостей матеріалів; вміти застосовувати їх до пояснення властивостей неметалічних систем з різним функціональним призначенням.	+				
ПРН28. Розуміти міждисциплінарні шляхи розвитку науки та мати навички міждисциплінарних матеріалознавчих досліджень.		+			

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольні роботи за темами 1-13: РН 1.1 – 20 балів / 10 балів

2 Практичні завдання: РН 2.1 – 20 балів / 10 балів

3. Виконання лабораторних робіт : РН 2.2, 3.1, 3.2 – 40 балів / 30 балів

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>15</u>	<u>15</u>	<u>10</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>20</u>	<u>100</u>

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

Оцінка за залік не може бути меншою **10 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
Частина 1.				
1	Тема 1. Модель суцільного середовища. Неперервність матеріалу. Рівняння нерозривності. Операції - усереднення та граничний перехід, що приводять до моделі континууму. Фізично та математично нескінченно малі об'єми. Вектор напружень. Вектор зміщення Реологічне рівняння стану. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		7
2	Тема 2. Тензор напружень. Тензор деформацій. Рівновага елементарного тетраедра. Тензор напружень. Типи напружених станів. Одновісний розтяг-стиск, чистий зсув, гідростатичний стиск. Застосування тензорного числення для описання поведінки біосистем. Тензор градієнтів зміщень та тензор деформації. Простий зсув С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		7
3	Тема 3. Пружний ізотропний континуум. Типи суцільних середовищ. Класичні континууми. Пружне тверде тіло. Закон Гука в тензорній формі. Закон Гука для одновісного напруженого стану. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4		7
4	Тема 4. Ідеальні та в'язкі рідини. Типи суцільних середовищ. Класичні континууми: в'язка та ідеальна рідини. Закон в'язкості Ньютона. Лабораторна робота 1. Вимірювання в'язкості рідинних систем за допомогою капілярного віскозиметра. Лабораторна робота 2. Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідини ротаційним віскозиметром ВСН-3. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції.	4	7	7
	Контрольна робота			
Частина 2.				
5	Тема 5. В'язкопружні середовища. В'язкопружні континууми. Середовища Фойгта та Максвелла. Лінійне стандартне тіло. Механічні моделі в теорії в'язкопружності. Багатоелементні в'язкопружні моделі. Спектр часів релаксації. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Операторна форма запису реологічного рівняння.	4		7

6	Тема 6. Спадкові середовища Пружно-спадкові середовища. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Вибір континуальної моделі в залежності від структури середовища.	4		7
7	Тема 7. Динамічні рівняння. Рівняння руху суцільного середовища. Загальна методика отримання динамічного рівняння Лабораторна робота №3 Визначення коефіцієнта кінематичної та динамічної в'язкості капілярним віскозиметром Lovis 2000 Лабораторна робота №4 Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідин методом Стокса (віскозиметр Гепплера Лабораторна робота №5 Визначення в'язкості рідинних систем віскозиметром Гесса. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Методики отримання динамічних рівнянь.	4	7	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.