

Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра теоретичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан
фізичного факультету

_____ Якібчук П. М.

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА І ОСНОВИ МЕХАНІКИ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ

галузь знань — **10** природничі науки
спеціальності — **104** Фізика та астрономія, **105** Прикладна фізика та
наноматеріали
фізичного факультету

2020–2021 навчальний рік

Теоретична механіка і основи механіки суцільних середовищ. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за галуззю знань **10 Природничі науки, спеціальностей 104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали** фізичного факультету — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. — 9 с.

Розробник:

Стецко М. М., канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної фізики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики

Протокол № від “ ” червня 2020 р.

Завідувач кафедри теоретичної фізики

_____ (Ткачук В. М.)

“ ” _____ 2020 р

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол від “ ” червня 2020 р. №

“ ” _____ 2020 р. Голова _____ (Якібчук П. М.)

© Львівський національний
університет імені Івана Франка,
2020

©Стецко М. М., 2020

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни
“Теоретична механіка і основи механіки суцільних середовищ”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна
Модулів – 1	Спеціальності 104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали	<i>Рік підготовки:</i> 3-й
Змістових модулів – 2	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<i>Семестр</i> 5-й
Загальна кількість годин - 150		<i>Лекції</i> 48 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>Аудиторних:</i> V семестр – 5		<i>Практичні</i> 32 год.
<i>Самостійної роботи студента:</i> V семестр – 4.375		<i>Лабораторні</i> —
		<i>Самостійна робота</i> 70 год.
		<i>Вид контролю:</i> екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс “Теоретична механіка і основи механіки суцільних середовищ” є продовженням курсу “Вступ до теоретичної механіки”, разом з яким утворюють один з основних розділів теоретичної фізики. Даний курс має важливе значення для таких курсів теоретичної фізики як “Електродинаміка”, “Квантова механіка” та “Термодинаміка і статистична фізика”, а також для інших курсів, які вивчають на фізичному факультеті, зокрема тих, які пов’язані з астрофізикою, теорією твердого тіла.

Мета: формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов’язаних із механічним рухом тіл. На основі матеріалу викладеного в курсі “Вступ до теоретичної механіки” поглиблюється виклад аналітичної механіки, зокрема розвиваються канонічний формалізм та теорія Гамільтона-Якобі. Лагранжевий та гамільтоновий формалізми застосовуються для вивчення малих коливань та руху твердого тіла. Розвинені методи також дозволяють розглянути основи механіки суцільного середовища.

Завдання: навчити студентів розуміти основні принципи та закони механіки, а також володіти основними методами розв’язування задач, щоб самостійно виконувати розрахунки, які необхідні при практичному розв’язуванні конкретних механічних задач.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати основні поняття, закони та методи, викладені у програмі курсу, зокрема володіти лагранжевим та гамільтоновим формалізмами та підходом Гамільтона-Якобі, основними методами з теорії малих коливань, володіти знаннями з динаміки твердого тіла та основ механіки суцільного середовища .

вміти: застосовувати знання теоретичної механіки для розв’язування задач теоретичної механіки, володіти апаратом теоретичної механіки та розв’язувати відповідні рівняння

Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики і фізики: математичний аналіз, векторний аналіз, диференціальні рівняння, механіка (загальний курс фізики), необхідними також є знання з курсу “Вступ до теоретичної механіки”.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі

Тема 1. Канонічний формалізм

1. Рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона. Функція Рауса.
2. Варіаційний принцип та рівняння Гамільтона.
3. Дужки Пуассона. Властивості дужок Пуассона.
4. Канонічні перетворення. Твірна функція канонічного перетворення.
5. Інваріантність дужок Пуассона відносно канонічних перетворень. Інфінітезимальні канонічні перетворення. Рух системи як канонічне перетворення.
6. Теорема Ліувілля. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана.
7. Рух фазової рідини. Рівняння Ліувілля.
8. Принцип Мопертюї.

Тема 2. Теорія Гамільтона-Якобі

9. Дія як функція координат.
10. Рівняння Гамільтона-Якобі. Теорема Якобі. Знаходження розв’язку задачі про рух механічної системи методом Гамільтона-Якобі.
11. Метод розділення змінних в рівнянні Гамільтона-Якобі.
12. Змінні дія-кут.
13. Геометрична інтерпретація дії.

14. Рівняння Гамільтона-Якобі і хвильове рівняння.

Змістовий модуль 2. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.

Тема 3. Малі коливання

15. Вільні одновимірні коливання. Вимушені коливання. Явище резонансу.

16. Коливання при наявності сил тертя. Загасаючі коливання. Вимушені коливання при наявності тертя.

17. Функція Гріна для гармонічного осцилятора із загасанням.

18. Коливання систем з багатьма ступенями вільності.

19. Нормальні координати.

20. Коливання одновимірного ланцюжка атомів.

21. Ангармонічні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.

22. Параметричний резонанс.

23. Рух у швидкоосцилюючому полі.

Тема 4. Рух твердого тіла

24. Рух твердого тіла. Ступені вільності твердого тіла. Кутова швидкість

25. Кінетична енергія твердого тіла. Тензор інерції.

26. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла.

27. Кути Ейлера.

28. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла.

29. Рух в неінерційній системі відліку.

Тема 5. Неперервні системи

30. Приклади Лагранжіанів неперервних систем.

31. Рівняння Лагранжа для поля.

32. Рівняння Гамільтона для поля.

33. Дужки Пуассона для поля.

34. Тензор енергії-імпульсу.

35. Рух ідеальної рідини. Рівняння неперервності. Рівняння Ейлера.

36. Гідростатика. Стаціонарна течія рідини. Рівняння Бернуллі.

37. Потенціальний рух нестисливої рідини.

38. Потік енергії рідини. Потік імпульсу рідини.

39. Рух в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Стаціонарна течія в'язкої рідини через трубу круглого перетину. Формула Пуазейля.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
МОДУЛЬ 1						
<i>Змістовий модуль 1. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі</i>						
Тема 1. Канонічний формалізм	36	10	8			18
Тема 2. Теорія Гамільтона-Якобі	28	10	4			14
<i>Разом – зм. модуль 1</i>	64	20	12			32
<i>Змістовий модуль 2. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.</i>						
Тема 3. Малі коливання	34	10	10			14
Тема 4. Рух твердого тіла	24	8	6			10
Тема 5. Неперервні системи	28	10	4			14
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	86	28	20			38
Усього годин	150	48	32			70

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	2
2	Дужки Пуассона.	2
3	Канонічні перетворення	3
4	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	3
5	<i>Контрольна робота за змістовим модулем 1</i>	2
6	Малі коливання. Гармонічне наближення.	3
7	Вимушені коливання.	2
8	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	2
9	Рух у швидкоосцилюючому полі.	2
10	Рух твердого тіла. Кінетична енергія твердого тіла. Тензор інерції.	4
11	Рух в неінерційній системі відліку.	2
12	Неперервні системи. Лагранжіани та рівняння руху для поля.	2
13	Рух рідини.	1
14	<i>Контрольна робота за змістовим модулем 2</i>	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття в курсі не передбачені.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	8
2	Канонічні перетворення. Інфінітезимальні канонічні перетворення.	10
3	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	8
4	Змінні дія-кут.	4
5	Малі коливання систем з багатьма ступенями вільності. Нормальні координати.	4
6	Вимушені коливання. Функція Гріна для гармонічного осцилятора із загасанням.	3
7	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	4
8	Рух у швидкоосцилюючому полі.	3
9	Рух твердого тіла. Кінетична енергія та момент імпульсу твердого тіла.	8
10	Рух в неінерційній системі відліку.	4
11	Лагранжіани та рівняння руху для поля. Тензор енергії-імпульсу.	8
12	Рух ідеальної рідини. Рух в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса.	6
	Разом	70

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання в курсі не передбачені.

10. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни «Теоретична Механіка і основи механіки суцільних середовищ» застосовують такі методи навчання:

- *Наочні*: виведення на дошці основних співвідношень на лекціях і практичних заняттях;
- *Практичні*: задачі для практичних занять.

11. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (контрольні роботи за двома змістовими модулями, $2 \times 15 = 30$ балів), оцінку відповідей та роботи на практичних заняттях (20 балів) — разом за семестр 50 балів. Іспит — 50 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

12. Розподіл балів, що присвоюється студентам

Приклад розподілу балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота					Робота на практичних	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2					
T6	T7	T8	T9	T10			
10	5	5	5	5	20	50	100

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90–100	A	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	B	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	C	<i>Добре</i>		
61-70	D	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	E	<i>Достатньо</i>		

13. Методичне забезпечення

До системи методичного забезпечення дисципліни належить програма курсу, робоча навчальна програма, тексти лекцій і перелік задач для модульного контролю в електронному вигляді, тестові завдання для проведення іспиту, перелік теоретичних і практичних завдань для іспиту, збірник задач для практичних занять:

1. М. В. Блажівська, А. А. Ровенчак, Н. А. Сідлецька та ін. Збірник задач з теоретичної механіки, Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2011, 68с.

14. Рекомендована література

Базова

1. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц*. Механика. М.: “Наука”, 1988, 215 с.
2. *А. М. Федорченко*. Теоретична механіка. Київ: “Вища школа”, 1975, 516 с.
3. *Д. тер Хаар*. Основи гамильтонової механіки. М.: “Наука”, 1975, 223 с.
4. *Н. Н. Ольховский*. Курс теоретической механики для физиков. М.: “Наука”, 1975, 574 с.
5. *Ю. Г. Павленко*. Лекции по теоретической механике. М.: Изд. МГУ, 1991, 336с.
6. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц*. Гидродинамика. М.: “Наука”, 1986, 730с.
7. *Гаральд Іро*. Класична Механіка, Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999, 464с.
8. *С. М. Єжов, М. В. Макарець, О. В. Романенко*, Класична механіка, Київ: вид-во “Київський університет”, 2008, 480с.

Допоміжна

1. *Г. Голдстейн*. Классическая механика. М.: “Наука”, 1975, 415 с.
2. *В. И. Арнольд*, Математические методы классической механики. М.: “Наука”, 1979, 432с.
3. *J. V. Jose, E. J. Saletan*, Classical Dynamics: a contemporary approach, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.

15. Інформаційні ресурси

1. Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>