

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

Програма навчальної дисципліни

Механіка суцільних середовищ

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _____ 6.040203 - фізика _____

спеціалізація _____

факультет _____ фізичний _____

2016 / 2017 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” серпня 2016 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Рашба Георгій Ілліч, кандидат фіз-мат. наук, доц.

Програму схвалено на засіданні кафедри
теоретичної фізики імені академіка. М. Ліфшиця

Протокол від “ 2 ” липня 2016 року протокол № 7

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка. М. Ліфшиця

_____ (Рашба Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

фізичного факультету

_____ назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” серпня 2016 року № 6

Голова методичної комісії _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Механіка суцільних середовищ**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр

напряму підготовки 6.040203 – фізика
спеціальності

Предметом вивчення навчальної дисципліни “Механіка суцільних середовищ” є рівняння руху газів, рідин, твердих тіл, рідких кристалів, дифузія, теплопровідність, звукові хвилі в цих середовищах.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

Розділ 1. Основні поняття механіки суцільних середовищ (Теми 1-10)

Розділ 2. Ідеальна рідина (Теми 11-35)

Розділ 3. В'язка рідина (Теми 36-45)

Розділ 4. Теорія пружності (Теми 46-61)

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Механіка суцільних середовищ» є формування уявлень студентів про сучасну теорію механіки суцільних середовищ – теорію руху рідин та газів та твердих тіл.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Механіка суцільних середовищ» є навчити студентів

- основним поняттям механіки суцільних середовищ: способи опису Ейлера та Лагранжа, рівнянню неперервності та тензору напруження,
- основним рівнянням руху ідеальної рідини,
- описувати гравітаційні, звукові, сферичні, ударні хвилі,
- характеристикам в'язкої рідини,
- основним рівнянням теорії пружності,
- вирішувати задачі деформування стержню,
- розуміти, та вміти розглядати деякі явища в твердих тілах: розповсюдження хвиль, теплопровідності, в'язкості, поглинання звуку та інше,
- користуючись навчальною та довідковою літературою, обирати адекватні методи вирішення задач механіки суцільних середовищ.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати основні рівняння механіки суцільних середовищ,

вміти побудувати їх рішення в умовах конкретних фізичних задач.

2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань (предметна область), напрям, спеціальність, рівень вищої освіти / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань (предметна область) 0402 «Фізико-математичні науки»	за вибором студента
		Рік підготовки 3-й
Індивідуальне завдання (назва)	Напрямок: 6.040203 - фізика	Семестр
Загальна кількість годин 72		6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 1	Спеціальність: Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр	Лекції
		54 год.
		Практичні, семінарські
		немає
		Лабораторні
		немає
		Самостійна робота
		18 год.
		Індивідуальні завдання:
		немає
Вид контролю:		
залік		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):
для денної форми навчання – 300%

3. Виклад змісту навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття механіки суцільних середовищ

- Тема 1. Вектори та тензори.
- Тема 2. Поверхові та масові сили, вектор напруження, формула Коши, тензор напруження.
- Тема 3. Фізично нескінченно мала частинка. Поняття про поле.
- Тема 4. Похідна за часом функції точки та інтегралу по об'єму.
- Тема 5. Кінематика суцільних середовищ: спосіб Ейлера та спосіб Лагранжа.
- Тема 6. Закон збереження маси і рівняння неперервності.
- Тема 7. Закон зміни імпульсу. Тензор густини потоку імпульсу.
- Тема 8. Закон зміни моменту імпульсу і симетрія тензору напруження.
- Тема 9. Рівняння зміни кінетичної енергії.
- Тема 10. Локально рівноважний стан. Основи термодинаміки та рівняння зміни внутрішньої енергії та ентропії.

Розділ 2. Ідеальна рідина

- Тема 11. Рівняння руху ідеальної рідини.
- Тема 12. Інтеграл Бернуллі та Коши.
- Тема 13. Збереження циркуляції швидкості. Потенціальний рух нестислої рідини.
- Тема 14. Інтеграл Коши-Лагранжа.
- Тема 15. Плоский потенціальний рух нестислої рідини (джерело, циркуляція, діполь).
- Тема 16. Тривимірний потенціальний рух нестислої рідини.
- Тема 17. Потенціальна обтічність кулі потоком нестислої рідини, парадокс Даламбера-Ейлера.
- Тема 18. Безциркуляційна обтічність циліндра потоком нестислої ідеальної рідини.
- Тема 19. Обтічність тіл при наявності циркуляції, формула Жуковського.
- Тема 20. Гравітаційні хвилі. Граничні умови на вільній поверхні.
- Тема 21. Гравітаційні хвилі у басейні необмеженій глибини.
- Тема 22. Гравітаційні хвилі у неглибокому басейні.
- Тема 23. Поверхневі явища. Формула Лапласа.
- Тема 24. Капілярні хвилі.
- Тема 25. Хвильове рівняння для звукової хвилі.
- Тема 26. Залежність швидкості звуку від температури.
- Тема 27. Умови нестислості рідини.
- Тема 28. Плоска монохроматична звукова хвиля.
- Тема 29. Звукові хвилі при наявності меж розділу.
- Тема 30. Власні коливання.
- Тема 31. Сферичні хвилі.
- Тема 32. Розповсюдження звуку в рухомому середовищі.
- Тема 33. Одновимірний адіабатний рух стислого газу.
- Тема 34. Особливості надзвукового потоку.
- Тема 35. Ударні хвилі в ідеальному газі.

Розділ 3. В'язка рідина

- Тема 36. Тензор напруження для в'язких середовищ.
- Тема 37. Рівняння Нав'є-Стокса.
- Тема 38. Стаціонарні течії в'язкої жидкості: течія Пуазейля, течія у полі тяжіння по похилій площині.
- Тема 39. Дифузія вихру.
- Тема 40. Рівняння руху у безрозмірних змінних.
- Тема 41. Числа Струхала, Фруда, Рейнольдса.
- Тема 42. Ламінарне та турбулентне течії. Межі стійкості ламінарної течії.
- Тема 43. Формула Стокса для сили опору.
- Тема 44. Рух в'язкої каплі у в'язкій рідині.
- Тема 45. Дисперсія та поглинання звуку.

Розділ 4. Теорія пружності

- Тема 46. Термодинаміка деформування.
- Тема 47. Вільна енергія кристалів та ізотропних тіл у випадку малих деформацій.
- Тема 48. Пружні властивості кристалів. Вектор деформації.
- Тема 49. Тензор деформації. Закони Гука для кристалів та ізотропного упругого тіла.
- Тема 50. Однорідні деформації.
- Тема 51. Рівняння рівноваги.
- Тема 52. Крутіння стержню.

- Тема 53. Вигин (сгип) стержню.
 Тема 54. Пружні хвилі у ізотропному середовищі.
 Тема 55. Пружні хвилі у кристалах.
 Тема 56. Поверхневі хвилі.
 Тема 57. Рівняння теплопровідності в твердих тілах.
 Тема 58. Теплопровідність кристалів.
 Тема 59. В'язкість твердих тіл.
 Тема 60. Поглинання звуку в твердих тілах.
 Тема 61. Дуже в'язка рідина.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
6 семестр						
Розділ 1. Основні поняття механіки суцільних середовищ						
Тема 1	0.5	0.5				
Тема 2	0.5	0.5				
Тема 3	1	1				
Тема 4	1	1				
Тема 5	1	1				
Тема 6	1	1				
Тема 7	1	1				
Тема 8	0.5	0.5				
Тема 9	0.5	0.5				
Тема 10	1	1				
Розділ 2. Ідеальна рідина						
Тема 11	1	1				
Тема 12	1	1				
Тема 13	1	1				
Тема 14	1	1				
Тема 15	1	1				
Тема 16	1	1				
Тема 17	1	1				
Тема 18	1	1				
Тема 19	1	1				
Тема 20	1	1				
Тема 21	1	1				
Тема 22	1	1				
Тема 23	1	1				
Тема 24	2	1				1
Тема 25	0.5	0.5				
Тема 26	0.5	0.5				
Тема 27	2	1				1
Тема 28	1	1				
Тема 29	1	1				
Тема 30	2	1				1
Тема 31	1	1				
Тема 32	2	1				1

Тема 33	1	1			
Тема 34	1.5	0.5			1
Тема 35	1.5	0.5			1
Розділ 3. В'язка рідини					
Тема 36	1	1			
Тема 37	2	1			1
Тема 38	1	1			
Тема 39	0.5	0.5			
Тема 40	2	1			1
Тема 41	1	1			
Тема 42	1.5	0.5			1
Тема 43	1	1			
Тема 44	2	1			1
Тема 45	2	1			1
Розділ 4. Теорія пружності					
Тема 46	0.5	0.5			
Тема 47	1	1			
Тема 48	2	1			1
Тема 49	2	1			1
Тема 50	0.5	0.5			
Тема 51	2	1			1
Тема 52	1	1			
Тема 53	1	1			
Тема 54	2	1			1
Тема 55	1	1			
Тема 56	1	1			
Тема 57	2	1			1
Тема 58	2	1			1
Тема 59	1	1			
Тема 60	1.5	0.5			1
Тема 61	0.5	0.5			
Разом	72	54			18
Екзамен					

5. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Практичні заняття учбовим планом не передбачені.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	2	3	4
1.	Гідростатика.	1	опитування
2.	Умови відсутності конвекції.	1	опитування
3.	Рівняння Бернуллі.	1	опитування
4.	Збереження циркуляції швидкості.	1	опитування
5.	Точні рішення рівнянь руху в'язкої рідини.	1	опитування
6.	Коливальний рух у в'язкій рідині.	1	опитування
7.	Рівняння гідродинаміки для рідкої суміші.	1	опитування
8.	Коефіцієнти дифузії та термодифузії.	1	опитування

9.	Капілярні хвилі.	1	опитування
10.	Вплив адсорбованих плівок на рух рідини.	1	опитування
11.	Геометрична акустика.	1	опитування
12.	Розповсюдження звуку у рухомому середовищі.	1	опитування
13.	Збудження звуку турбулентністю.	1	опитування
14.	Принцип взаємності.	1	опитування
15.	Розповсюдження звуку по трубці.	1	опитування
16.	Розсіяння звуку.	1	опитування
17.	Поглинання звуку.	1	опитування
18.	Акустична течія.	1	опитування
	Разом	18	

7. Індивідуальні завдання

8. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

9. Методи контролю

Залік.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота		Сума
Розділи 1-2	Розділи 3-4	
T1-T35	T36-T61	100
50	50	

T1, T2 ... T9 – теми розділів.

Для зарахування заліку студент повинен здати 2 модулі і набрати не менше 25 балів за 1, 2 модулі і набрати у підсумку не менше 50 балів.

Шкала оцінювання

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

11. Рекомендоване методичне забезпечення

Базова література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 7. Теория упругости.
3. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 2.

Допоміжна література

1. Валландер С.В. Лекции по гидроаэромеханике.
2. Жермен П. Механика сплошных сред.

3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика.
5. Боли Б., Уэйнер Дж. Теория температурных напряжений.
16. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения.

Інформаційні ресурси

1. Учебні матеріали на сайті кафедри теоретичної фізики

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html

2. Відеолекції та відкриті освітні матеріали МФТІ

<http://lectoriy.mipt.ru/course/viewall/>