

АНОТАЦІЯ

Назва дисципліни / освітнього компонента	ОСНОВИ МЕХАНІКИ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ
Освітня програма	Фізика та астрономія
Компонент освітньої програми	Вибірковий
Загальна кількість кредитів та кількість годин для вивчення дисципліни	3 кредити / 90 годин
Вид підсумкового контролю	Залік
Мова викладання	Українська
Викладач	Сідлецький Валентин Олександрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент
CV викладача на сайті кафедри	https://kfamv.rshu.edu.ua/home/kolektyv-kafedry?view=article&id=23:sidletskyi-valentyn-oleksandrovych&catid=11
E-mail викладача	valentyn.sidletskyi@rshu.edu.ua
Консультації	Вівторок: 12.45 – 14.00 Аудиторія 206, Пластова 31

Мета і завдання навчальної дисципліни

Дисципліна Основи механіки суцільних середовищ є фундаментальним теоретичним курсом, що закладає базу для розуміння фізичних процесів у газах, рідинах та твердих деформованих тілах. На відміну від механіки дискретних точок, цей предмет розглядає речовину як макроскопічний континуум, що дозволяє описувати складні явища — від поширення ударних хвиль в атмосферах зірок до турбулентних потоків у міжзоряному газі та пружних деформацій космічних апаратів. Вивчення цієї дисципліни є критичним для фізиків та астрономів, оскільки більшість об'єктів у Всесвіті за своїми властивостями наближаються до суцільних середовищ.

Головною метою вивчення дисципліни є формування у студентів цілісної фізико-математичної картини динаміки та статички суцільних середовищ. Курс спрямований на опанування універсальних законів збереження (маси, імпульсу, енергії), виражених у формі диференціальних рівнянь у частинних похідних. Особлива увага приділяється феноменологічному опису властивостей речовини через визначальні (реологічні) рівняння стану, що пов'язують напруження з деформаціями або швидкостями деформацій.

Основними завданнями навчальної дисципліни є: Вивчення тензорного апарату як основної математичної мови механіки суцільних середовищ, необхідної для опису напружено-деформованого стану. Опанування кінематики суцільного середовища, вивчення підходів *Лагранжа* та *Ейлера*, а також аналіз тензорів деформацій та швидкостей деформацій. Виведення та аналіз фундаментальних рівнянь динаміки суцільного середовища: рівняння нерозривності, рівнянь руху *Нав'є–Стокса* та *Ейлера*. Дослідження термодинамічних аспектів у механіці середовищ, зокрема енергетичного балансу та процесів теплопровідності й в'язкості. Вивчення теорії пружності та пластичності для опису поведінки твердих тіл під дією зовнішніх навантажень. Аналіз хвильових процесів у суцільних середовищах: звукових, ударних та гідродинамічних хвиль, що мають ключове значення в астрофізиці.

Об'єктом вивчення є макроскопічні моделі речовини (ідеальні та в'язкі рідини, гази, пружні тіла), в яких дискретна атомна структура нівелюється на користь концепції безперервного розподілу маси. Предметом дисципліни є загальні закони руху та рівноваги цих середовищ, а також методи розв'язання відповідних крайових задач.

Тематика лекційних занять (16 годин)

Лекція 1. Модель суцільного середовища та тензорний аналіз. Гіпотеза континууму. Елементи тензорного числення. Тензор напружень *Коші*. Головні напруження та інваріанти.

Лекція 2. Кінематика суцільного середовища. Опис руху за *Лагранжем* та *Ейлером*. Субстанціональна похідна. Тензор деформацій скінченних та малих деформацій.

Лекція 3. Фундаментальні закони збереження. Рівняння нерозривності (збереження маси). Закони збереження імпульсу та моменту імпульсу в диференціальній формі.

Лекція 4. Динаміка ідеальної рідини та газу. Рівняння *Ейлера*. Інтеграл *Бернуллі* та інтеграл *Коші–Лагранжа*. Моделі стисливих та нестисливих середовищ.

Лекція 5. В'язкі рідини та рівняння Нав'є–Стокса. Гіпотеза *Ньютона* для в'язких напружень. Виведення рівнянь *Нав'є–Стокса*. Поняття про число *Рейнольдса* та ламінарні потоки.

Лекція 6. Термодинаміка суцільних середовищ. Рівняння енергії. Перший та другий закони термодинаміки для континууму. Процеси теплопровідності та дисипації енергії.

Лекція 7. Основи теорії пружності. Узагальнений закон *Гука* для ізотропних тіл. Модулі пружності (*Юнга*, зсуву, об'ємного стиснення). Рівняння *Ламе*.

Лекція 8. Хвилі в суцільних середовищах. Поширення звукових хвиль. Ударні хвилі та умови на розривах (співвідношення *Ренкіна–Гюгоніо*). Гравітаційні хвилі на поверхні рідини.

Практичні заняття (14 годин)

Практичне заняття 1. Тензори напружень та деформацій. Знаходження головних осей та головних значень тензорів. Побудова кіл Мора.

Практичне заняття 2. Аналіз полів швидкостей. Розрахунок ліній току, траєкторій часток та ліній мічених часток для заданих законів руху.

Практичне заняття 3. Застосування рівняння Бернуллі. Розрахунок витікання рідини, вимірювання швидкості потоку (трубка Піто) та підйомної сили.

Практичне заняття 4. Розв'язання задач про в'язкі течії. Течія Пуазейля в трубці та течія Куетта між паралельними пластинами. Розрахунок втрат тиску.

Практичне заняття 5. Розрахунок пружних деформацій. Визначення напружень у балках та тонкостінних оболонках під тиском. Аналіз об'ємного стиснення.

Практичне заняття 6. Аналіз звукових хвиль та дозвукових потоків. Розрахунок швидкості звуку в різних середовищах та аналіз числа Маха.

Практичне заняття 7. Параметри ударних хвиль. Розрахунок стрибків тиску, густини та температури на фронті ударної хвилі для космічних застосувань.