

ПРОГРАММА

курса “Механика сплошных сред”

1. Кинематика сплошных сред

1.1 Концепция сплошной среды. Полевое описание физических величин. Переменные Лагранжа и переменные Эйлера.

1.2 Деформации сплошной среды. Тензор деформаций и тензор скоростей деформаций. Деформации чистого сдвига и всестороннего сжатия. Необходимое и достаточное условие движения без деформаций.

1.3 Интегральные характеристики поля: интегральные кривые, трубки, потоки. Поля скоростей и вихрей. Первая теорема Гельмгольца.

2. Уравнения движения сплошной среды

2.1 Феноменология сплошной среды. Описание взаимодействий, объемные и поверхностные силы. Тензор локальных напряжений.

2.2 Закон сохранения массы.

2.3 Закон изменения импульса сплошной среды. Симметричность тензора локальных напряжений.

2.4 Закон изменения кинетической энергии, необходимость включения законов термодинамики в полную систему уравнений движения.

2.5 Элементы термодинамики.

3. Идеальная жидкость

3.1 Определение идеальной жидкости.

3.2 Система уравнений изоэнтропического движения идеальной жидкости.

3.3 Интегралы уравнений движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Интеграл Коши. Интеграл Бернулли-Эйлера.

3.4 Поток энергии и поток импульса идеальной жидкости.

3.5 Вихри в идеальной жидкости. Теоремы Томсона, Гельмгольца и Гельмгольца-Фридмана.

3.6 Линейные волны в идеальной сжимаемой жидкости. Волновое уравнение, применение метода Фурье для исследования его общего решения. Плоская звуковая волна.

3.7 Сильные возмущения в идеальной жидкости. Качественное рассмотрение задачи о сильном взрыве. Тангенциальный разрыв. Ударные волны, адиабата Гюгонио.

4. Течение вязкой жидкости

4.1 Феноменология вязкой жидкости, структура тензора напряжений линейной изотропной вязкой жидкости.

4.2 Уравнения движения вязкой жидкости. Приближение Навье-Стокса.

- 4.3 Положительность первой и второй вязкостей.
- 4.4 Закон изменения энергии вязкой жидкости.
- 4.5 Несжимаемая вязкая жидкость. Диссипация механической энергии.
- 4.6 Закон подобия. Числа Струхана, Фруда, Эйлера и Рейнольдса.
- 4.7 Движение вихрей в вязкой жидкости.
- 4.8 Линейные возмущения вязкой жидкости: затухание звука, поперечные колебания.

5. Магнитная гидродинамика

- 5.1 Система уравнений проводящей жидкости в магнитном поле. Магнитогидродинамический тензор напряжений.
- 5.2 Уравнения Максвелла в среде с идеальной проводимостью.
- 5.3 Вмороженность силовых линий и диффузия магнитного поля.
- 5.4 Движение вихрей в замагниченной жидкости.
- 5.5 Закон сохранения энергии в магнитогидродинамике идеальной жидкости.
- 5.6 Магнитозвуковые волны. Волны Альфвена.
- 5.7 Уравнения МГД в случае неидеальной проводимости, коэффициент магнитной вязкости.
- 5.8 Запись уравнений МГД неидеально проводящей жидкости в безразмерных переменных. Магнитное число Рейнольдса.

6. Плазма

- 6.1 Определение плазмы. Параметры плазмы. Газовое приближение. Гидродинамическое приближение.
- 6.2 Магнитная гидродинамика плазмы. Двужидкостная магнитная гидродинамика.
- 6.3 Ленгмюровские волны. Ионный звук.
- 6.4 Линейные волны в замагниченной плазме.
- 6.5 Дисперсия линейных волн в двужидкостной гидродинамике.
- 6.6 Нелинейные волны. Уравнение Кортевега-де Фриза.

7. Гидродинамика сверхтекучей жидкости

- 7.1 Основные свойства сверхтекучей жидкости.
- 7.2 Уравнения гидродинамики сверхтекучей жидкости.
- 7.3 Звуковые волны в сверхтекучей жидкости. Второй звук.

8. Релятивистская гидродинамика

- 8.1 Тензор энергии-импульса.
- 8.2 Уравнения гидродинамики релятивистской жидкости.
- 8.3 Сильные возмущения в релятивистской жидкости.

9. Акустический горизонт

9.1 Истечение газа через сопло.

9.2 Одномерное нестационарное движение. Автомодельное решение.

9.3 Волны Римана.

9.4 Сопло Лавалья. Акустический горизонт. Гидродинамический аналог черной дыры.

9.5 Точечное возмущение стационарного потока вблизи акустического горизонта. Гидродинамический аналог эффекта Хокинга (одномерный случай).

9.6 Эффективная гравитация в гидродинамике идеальной жидкости. Гидродинамическая модель черной дыры (Качественный анализ случая трех пространственных измерений).

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Петкевич. Основы механики сплошных сред. М.: УРСС, 2001.
2. Л.И. Седов. Механика сплошных сред. М.: Наука, 1983.
3. Г. Ламб. Гидродинамика. М.: УРСС, 2004.
4. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982.
6. Б.Б. Кадомцев. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 1976.
7. М.Б. Виноградова, О.В. Руденко, А.П. Сухоруков. Теория волн. М.: Наука, 1979.
8. А.Ф. Александров, Л.С. Богданкевич, А.А. Рухадзе. Основы электродинамики плазмы. М.: Высшая школа, 1978.
9. И.И. Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. М.: изд. МГУ, 1974.

Доктор физ-мат наук
профессор
Канд. физ-мат наук
доцент

Ю.В. Грац

Г.А. Чижов

Зав. кафедрой теоретической физики
академик РАН

А.А. Славнов