

2º SEMESTRE DE 2025

FI223 – Tópicos em Cronologia, Raios Cósmicos e Altas Energias I - Introdução à hidrodinâmica

Turma A

Horário

Segunda – 16h às 18h na sala IF15

Quarta – 16h às 18h na sala IF15

Créditos

4

Docente

Donato Giorgio Torrieri

Pré-Requisitos

Cálculo vetorial, mecânica clássica, termodinâmica, relatividade.

Ementa

Revisão de conceitos, equações de Euler e Navier-Stokes, soluções simples, análise de estabilidade, turbulência, derivação da hidrodinâmica, hidrodinâmica relativística.

Objetivos

A hidrodinâmica é um importante assunto de estudo em física, bem como em matemática e engenharia, apresentando profundas conexões com a mecânica clássica e a mecânica estatística, resultados clássicos, bem como muitos problemas não resolvidos sujeitos a um intenso programa de pesquisa. Embora cursos neste tópico sejam oferecidos no departamento de matemática e engenharia, seria desejável também ter um curso examinando a abordagem física da hidrodinâmica, especialmente considerando que vários pesquisadores no IFGW estão trabalhando em problemas relacionados à hidrodinâmica.

Programa

- Revisão, mecânica clássica e mecânica estatística
- Continuidade, derivada hidrodinâmica, leis de conservação, compressibilidade
- Equação de Euler
- Equação de estado, conexão com mecânica estatística
- Atrito, difusão e condutividade em meios contínuos
- Equação de Navier-Stokes
- Hidrodinâmica linearizada, ondas sonoras

- Hidrodinâmica lagrangiana e euleriana, simetrias de difeomorfismo (Arnold), analogia com a relatividade geral
- Vorticidade, teorema de Kelvin
- Soluções simples, fluxo potencial
- Paradoxo de d'Alembert
- Introdução à turbulência (Lei de escala de Kolmogorov e desvios, fluxo de contorno de Prandtl)
- Análise dimensional, números de Knudsen, Reynolds, Rayleigh,...
- Choques, condições de Rankine-Hugoniot, instabilidade de Helmholtz, cavitação
- Hidrodinâmica relativística: Euler
- Acausalidade de Navier-Stokes
- Israel-Stewart, hidrodinâmica anisotrópica, sistemas de referência hidrodinâmica
- Origem microscópica da viscosidade
- i) Resposta linear, fórmulas de Kubo
- ii) Equação de Boltzmann, derivação da viscosidade da equação de Boltzmann
- Flutuações térmicas/estatísticas em fluidos
- Superfluidos
- Hidrodinâmica aplicada
- a) Íons pesados
- b) strofísica
- c) geofísica
- Problemas em aberto

Bibliografia

- Tsutomu Kambe, Elementary Fluid dynamics (principal)
P. Romatschke, hydrodynamics in and out of equilibrium
(<https://arxiv.org/abs/1712.058>)
Rezzolla Zanotti, relativistic fluid dynamics
Landau-Lifshitz, Fluid mechanics
D. Rischke, G. Denicol, Microscopic Foundations of Relativistic Fluid Dynamics

Critério de Avaliação

-