

# HIDRODINÂMICA DE PLASMAS RELATIVÍSTICOS

Aluno: Luan Costa da Costa

Orientador: Fernando Haas

## INTRODUÇÃO

A física de plasmas analisa a dinâmica das interações entre partículas carregadas, interações essas que criam fenômenos coletivos como ondas, que são o tópico principal do presente trabalho. Como estamos interessados em trabalhar com plasmas relativísticos, devemos considerar os efeitos relativísticos associados, e visto que a abordagem utilizada foi a de plasmas como fluidos, as equações que modelam o problema são oriundas da teoria da hidrodinâmica relativística.

## DESENVOLVIMENTO

Foi proposta a ideia de desenvolver um estudo através da teoria da estabilidade linear para as ondas íon-acústicas em plasmas relativísticos, e então fazer comparações do resultado teórico analítico com o obtido através de técnicas numéricas.

Partiu-se das equações da hidrodinâmica relativística, mostradas abaixo (já reescaladas). O significado de cada termo é explicitado na referência. Através delas, supondo soluções lineares, obtivemos os resultados requeridos.

Por fim, prosseguiu-se com o desenvolvimento de um estudo de estabilidade linear também para ondas de Langmuir.

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\gamma_s n_s)}{\partial t} + \frac{\partial(\gamma_s n_s u_s)}{\partial x} &= 0, \\ \frac{\partial(\gamma_i u_i)}{\partial t} + u_i \frac{\partial(\gamma_i u_i)}{\partial x} &= -\frac{\partial\varphi}{\partial x}, \\ H \left[ \frac{\partial(\gamma_e u_e)}{\partial t} + u_e \frac{\partial(\gamma_e n_e)}{\partial x} \right] &= \frac{1}{\mu_e} \frac{\partial\varphi}{\partial x} - \frac{n_e \gamma_e}{H\mu_e} \left( \frac{\partial n_e}{\partial x} + \alpha u_e \frac{\partial n_e}{\partial t} \right), \\ \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} &= \gamma_e n_e - \gamma_i n_i. \end{aligned}$$

Em ambos os casos, obtivemos analiticamente relações entre fatores físicos de relevâncias, e assim pudemos observar a correspondência com a solução numérica.

## CONCLUSÃO

Nesse trabalho, desenvolvemos o método da estabilidade linear, buscando analisar o sistema de EDO's de interesse, envolvendo o potencial elétrico e as densidades de elétrons e íons em um plasma relativístico. Como requerido, as simulações numéricas confirmaram as estimativas analíticas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a agência brasileira CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIA

Elkamash, IS, Kourakis I, Haas F. 2017. Ion-beam / plasma interaction effects on electrostatic solitary wave propagation in ultradense relativistic quantum plasmas. Phys. Rev. E. 96(4):043206.