



UFRGS
PROPEAQ

XXV SIC
Salão Iniciação Científica

CET - Ciências Exatas e da Terra

Evolução não linear da instabilidade feixe-plasma

BARBOSA, Marcos Vinicius Grala¹; PAVAN, Joel²

¹Licenciatura em Física, UFPel
²UFPel

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 99% da matéria do universo encontra-se na forma de plasma [1], portanto, o estudo dessa área da física é fundamental para o desenvolvimento tecnológico.

Em física de plasmas, a interação feixe-plasma é de extrema importância. Entre os processos envolvidos estão emissões de ondas eletrostáticas na frequência de plasma e a energização de partículas carregadas eletricamente. Um importante mecanismo de energização de partículas é a turbulência em plasmas.

Para descrever esses fenômenos utilizamos a denominada Teoria Generalizada de Turbulência Fraca [2,3]. Neste trabalho consideramos dois processos: interação onda-partícula quase linear e interação onda-onda não linear.

METODOLOGIA

Os principais fenômenos responsáveis pela interação onda-partícula quase linear são o amortecimento Landau, que corresponde à variação na amplitude das ondas, e a difusão quase linear, que corresponde à alteração na distribuição de velocidades.

Para a dedução das equações empregadas na teoria, parte-se da equação de Klimontovich, realiza-se uma expansão perturbativa nas variáveis dinâmicas do sistema e são executadas médias de ensemble, assumindo a existência de fases aleatórias. Assim chegamos a um conjunto de equações que descreve a evolução temporal da distribuição de velocidades das partículas, das ondas de Langmuir e das ondas íon-acústicas; considerando a distribuição dos íons como estacionária.

Para o presente trabalho consideramos as equações para o problema unidimensional (em velocidade e número de onda). Como elas formam um conjunto acoplado de equações diferenciais não lineares, procuramos uma solução de forma numérica, com a utilização do método de Runge-Kutta de 4ª ordem.

A distribuição inicial dos elétrons e dos íons é da forma maxwelliana, onde a distribuição dos elétrons é a sobreposição de uma maxwelliana dos elétrons do plasma de fundo com uma maxwelliana do feixe. Uma vez definida a distribuição inicial das partículas, a intensidade inicial das ondas é definida analiticamente de forma autoconsistente. A partir disso o sistema é evoluído no tempo.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A seguir é apresentada uma solução para o conjunto de equações, utilizando os seguintes parâmetros $U_b=4$ (velocidade do feixe), $\delta=10^{-2}$ (densidade relativa do feixe), $\rho=1$ (razão das temperaturas dos elétrons e dos íons)

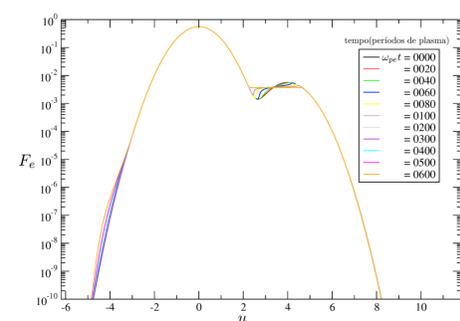


Figura 1: Evolução temporal da distribuição eletrônica

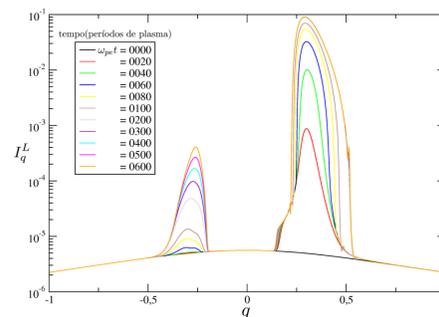


Figura 2: Evolução temporal da intensidade das ondas de Langmuir

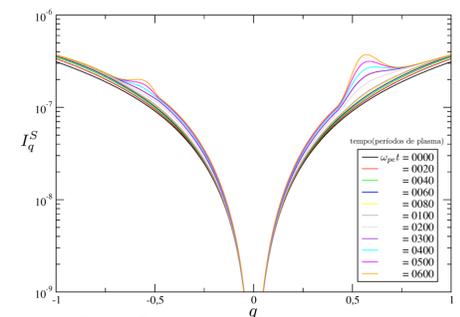


Figura 3: Evolução temporal da intensidade das ondas íon-acústicas

A Figura 1 mostra a evolução da distribuição eletrônica. Podemos ver a fase de formação do platô quase linear [4], assim como a formação da cauda energética. As Figuras 2 e 3 mostram a evolução das ondas de Langmuir e íon-acústicas.

Os efeitos não lineares estão presentes na cauda energética e na onda de Langmuir retroespalhada.

REFERÊNCIAS

- [1] CHEN, Francis F. Introduction to plasma physics and controlled fusion. 2. ed. New York: Plenum, 1984.
- [2] ZIEBELL, L. F., R. GAELZER, and P. H. YOON. Nonlinear development of weak beam-plasma instability, Phys. Plasmas, 8, 3982, 2001.
- [3] YOON, P. H. Phys. Plasmas 7, 4858, 2000.
- [4] BARBOSA, M.V.G.; GAELZER, R. Introdução ao estudo de turbulência fraca em plasmas espaciais. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – UFPel, Pelotas, 2012.



MODALIDADE
DE BOLSA

PROBIC - Fapergs

