

Estudo Analítico-Numérico da Formação e Propagação de Ondas de Choque em Nuvens de Gases Sujeitos à autogravidade.

Maria Daniela L. de Souza¹, Apiano F. Morais²

1. Estudante de Física da Universidade Regional do Cariri - URCA; *dani17fisica@gmail.com

2. Professor e pesquisador do Departamento de Física da Universidade Regional do Cariri -URCA, Crato/CE.

Palavras Chave: *formação estelar, autogravidade, nuvens de gases.*

Introdução

Uma teoria física para formação estelar deve explicar porque o processo de formação é lento. Alguns autores acreditam que a causa desse fenômeno é a conversão primordial de uma pequena fração do gás em material estelar em queda livre. Propuseram ainda que a turbulência supersônica pode ser responsável pela baixa taxa de formação ao prover pressão turbulenta tal que suporte o colapso gravitacional. Estrelas se formam de nuvens de gases que se colapsam. Se a nuvem é fria e densa o suficiente, o puxão da gravidade supera o empurrão, na direção oposta, produzido pela pressão do gás, e a nuvem se colapsa sob o próprio peso. A nuvem fica cada vez mais quente e mais densa antes de deflagrar a fusão nuclear. Nesse sentido, fizemos um estudo Analítico-Numérico da propagação de instabilidades hidrodinâmicas em uma massa de gás sujeita a autogravidade semelhante a uma anã branca. Nosso principal objetivo é determinar se instabilidades na pressão são suficientes para desencadear reações nucleares que culminem no nascimento de uma estrela, em uma nuvem de gás eletricamente neutra e esfericamente simétrica.

Resultados e Discussão

A metodologia utilizada é o estudo analítico- numérico da Mecânica dos Fluidos Estatística. Admitimos, a princípio, que a protoestrela se encontra em equilíbrio mecânico e termodinâmico e é esfericamente simétrica. Quando a nuvem está em equilíbrio, a força resultante é igual à força gravitacional. Assim,

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{Gm(r)}{r^2} \rho(r)$$

Equação (1): Variação da pressão com relação ao raio da nuvem.

As densidades consideradas aqui são altas, tal que os elétrons estão ligados fracamente aos núcleos e movem-se livremente na nuvem. O modelo utilizado para encontrar a equação de estado foi utilizar um modelo relativístico de gás de Fermi em temperatura zero, uma vez que consideramos que os núcleos atômicos são pesados e os elétrons contribuem fortemente para a variação de pressão.

$$\frac{dP}{d\rho} = \frac{Y_e m_e}{M_p} \frac{x^2}{3\sqrt{1+x^2}}$$

Equação (2): Variação da pressão com relação à densidade.

A solução da equação (2) nos fornece a pressão no interior da nuvem, tal que sua solução fornece

$$P = \frac{Y_e M_e}{M_p} \rho_0 \left[\frac{1}{4} (1+x^2)^{\frac{3}{2}} x - \frac{5}{8} \ln \left| \sqrt{x^2+1} + x \right| - \frac{5}{8} x \sqrt{x^2+1} \right]$$

Equação (3): equação de estado da nuvem, onde $x = \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{1/3}$

O gráfico de (3) assume a forma:

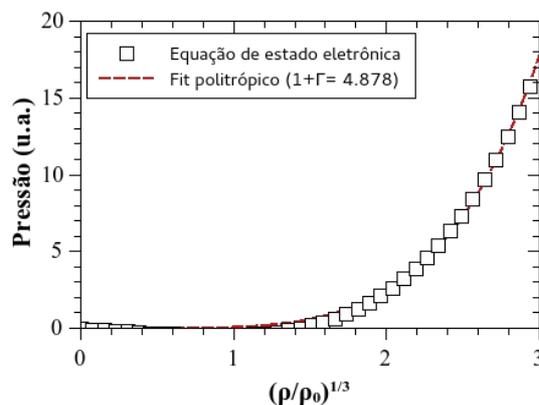


Figura 1. Gráfico da equação 3.

Conclusões

A equação que representa o estado da nuvem em estudo, permite a obtenção direta da densidade e pressão nesta nuvem.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico- FUNCAP, pelo apoio financeiro através da concessão de bolsas do PIBIC.

DE VEGA, H. J.; SANCHEZ, N. G. Constant surface gravity and density profile of dark matter. International Journal of Modern Physics A. v. 26, n. 06, p. 1057-1072, 2011.

GOODMAN, Alyssa A. et al. A role for self-gravity at multiple length scales in the process of star formation. Nature, v. 457, n.7225, p. 63-66, 2009.

KOONIN, Steven E.; MEREDITH, Dawn C. Computational Physics: Fortran Version. USA. Westviewpress, 1990.