

Elementos de Astrofísica Teórica

Segunda fecha, 10-12-2015

1. Luego de su formación, las temperaturas internas de las estrellas de neutrones ($R_{EN} \sim 12$ km, $M_{EN} = 2.5 M_{\odot}$) caen rápidamente debajo de $T_{EN} \sim 10^8$ K. Si las estrellas de neutrones están compuestas únicamente por neutrones. ¿Qué ecuación de estado usaría para describir el gas de neutrones? Justifique.
2. Colapso de una nube de gas
Muestre que durante el colapso de una nube de gas interestelares (luego de que ocurra la inestabilidad de Jeans) la aceleración gravitatoria del material que colapsa crece como $a \sim \frac{GM}{R^2}$, mientras que la presión puede despreciarse en la ecuación de movimiento del fluido:

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\nabla P - \rho \nabla \Phi$$

Aprovechando este resultado, estime el orden de magnitud (dimensionalmente) de la escala de tiempo τ_{cl} de colapso de una nube de gas molecular considerando que la densidad inicial es $\rho_0 = 4 \times 10^{23} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$.

Ayuda: Note que la aceleración típica de las capas del fluido durante el colapso se relacionan con la escala de tiempo de colapso como $a \approx \frac{R}{\tau_{cl}^2}$

3. Mostrar que si el cociente entre la presión total y la presión del gas permanece constante en toda la estructura, i.e. $p = \frac{P_{gas}}{P} = \mathbb{C}$ para todo radio, entonces la estructura corresponde a una polítropa de índice $n=3$.
4. Transporte Radiativo
 - a) A partir de la ecuación de transporte en la aproximación de capas plano paralelas, mostrar que cuando S_{nu} es isotrópica:

$$\mathcal{F}_{\nu} = -\frac{c}{k_{\nu}} \frac{dP_{\nu}}{dz}$$

- b) Calcular la relación de la luminosidad (Ledd(M)) para la cual la presión de radiación en la fotosfera alcanza para "sostener" la atmósfera en equilibrio hidrostático. ¿Qué ocurriría con la densidad del gas en estos casos? Discuta este resultado brevemente.