

Práctico 11

El equilibrio de las estructuras estelares: Inestabilidad dinámica

1. A partir de las siguientes expresiones para la energía interna por unidad de masa u en función de la presión P , la densidad ρ y la constante de proporcionalidad ϕ :

$$du + Pd\left(\frac{1}{\rho}\right) = 0$$

$$u = \phi \frac{P}{\rho}$$

derive una expresión para el exponente adiabático γ_a como función del parámetro β para las condiciones para el caso de un gas ideal y la radiación. Calcule los valores de γ_a para $\beta = 0, \frac{1}{2}$ y 1. (*Versión del ejercicio 6.2 de Prialnik*)

2. Demuestre que un gas ideal es dinámicamente estable frente a pequeñas compresiones o expansiones adiabáticas en las que el número de partículas permanece constante.
3. Demuestre que en una estrella en equilibrio hidrostático que sufre una pequeña expansión adiabática y en la que el número de partículas permanece constante, la estabilidad dinámica requiere que $\gamma_a > 4/3$.
4. Suponga un diferencial de masa de una estrella constituida exclusivamente por un gas ideal de H el cual experimenta una expansión adiabática. Encuentre una expresión para el cociente entre la presión P después de la expansión si el número de partículas permanece constante y la presión P' después de la expansión para el caso en que el número de partículas varía. ¿El cociente P/P' es menor o mayor que uno? ¿Cómo cambiaría si el gas estuviera compuesto únicamente de He ?
5. Calcular la masa máxima para la cual una estrella puede ser estable (o sea aquella para la cual la luminosidad alcanza el límite de Eddington). Suponer que entre la masa y la luminosidad de una estrella existe la relación $L \propto M^\alpha$, con $\alpha = 3,5$.
6. Siguiendo el procedimiento que encontrará en la página 2 de <https://www.astro.princeton.edu/gk/A403/pulse.pdf>, demuestre que el período de oscilación P de una estrella variable debe cumplir la condición $P\bar{\rho}^{-1/2} \simeq G^{-1/2}$, donde $\bar{\rho}$ es la densidad media de la estrella y G es la constante de gravitación universal. Con el resultado obtenido halle la relación entre los períodos de pulsación de dos estrellas de igual masa pero radios distintos R_1 y R_2 .