

Parcial 1: Estructura estelar

1. En equilibrio termodinámico local el cambio en la energía interna ΔU en un intervalo de tiempo Δt ocurre por transferencias de calor ΔQ y/o por trabajos ΔW realizados por o sobre el gas.

(a) A partir de esa información deduzca la llamada *ecuación de la energía de una estrella* en simetría esférica dada por:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + P \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{\rho} \right) = q - \frac{\partial F}{\partial m}$$

donde u es la energía interna por unidad de masa, t es el tiempo, P es la presión, ρ es la densidad de masa, q es la energía generada por unidad de masa y de tiempo, F es la potencia y m es la masa encerrada en una esfera de radio r centrada en la estrella. Recuerde que ΔU y el trabajo W pueden ser escritos como $\Delta U = \Delta(u dm)$ y $W = -PdV$ con dV el diferencial de volumen ocupado por el diferencial de masa dm . **(10 puntos)**

(b) Demuestre que la estrella debe colapsar para que su energía interna u permanezca constante en ausencia de una fuente interna de energía q . **(10 puntos)**

2. A partir del modelo de Eddington demuestre que una estrella en equilibrio hidrostático sujeta a la presión del gas P_g y a la presión de la radiación P_r se comporta como un polítopo de índice $n = 3$. **(15 puntos)**

3. Considere el teorema del virial.

(a) Explique brevemente cuáles son las energías involucradas, el significado e implicaciones de los signos en $U = -U_g/2$ y bajo qué condiciones el teorema es válido. **(3 puntos)**

(b) Explique brevemente un ejemplo concreto de aplicación en estructura estelar. **(2 puntos)**

4. Considere la estabilidad térmica secular en el caso de una estrella que inicialmente se encuentra en equilibrio hidrostático y térmico y que sufre una perturbación pequeña en la luminosidad de su núcleo L_{nuc} tal que $L_{nuc} > L$ con L la luminosidad de la estrella.

-
- (a) Explique qué efecto tendrá la perturbación sobre el módulo de la energía total de la estrella $|E|$ **(2 puntos)**
- (b) Sin invocar la presión de radiación explique qué efecto tendrá la perturbación sobre el radio de la estrella? ¿Por qué? **(2 puntos)**
- (c) ¿Cómo la capacidad calorífica negativa explica que la temperatura de la estrella debe disminuir? **(3 puntos)**
- (d) Explique cómo la estrella retornaría al equilibrio térmico en el que $L_{nuc} = L$ si estuviera constituida por un gas ideal. ¿Qué ocurriría si el gas fuera degenerado? **(3 puntos)**