

ASTROFISICA ESTELAR

PRÁCTICO VI

1. La difusión por electrones es la fuente primaria de opacidad en el carozo solar, con $\sigma \sim 6 \times 10^{-25} \text{ cm}^2$. Asumiendo que la densidad en el carozo es $\rho = 100 \text{ g/cm}^3$ y que está compuesto en un 60% (por masa) por H y un 40% por He, calcular la opacidad volumétrica k_ν , la específica κ_ν y la trayectoria libre media de los fotones.
2. Demostrar que el flujo de radiación F_ν está relacionado con la intensidad media J_ν y la función fuente S_ν a través de la ecuación:

$$-\frac{1}{4} \frac{dF_\nu}{d\tau_\nu} = J_\nu - S_\nu$$

en la suposición que S_ν tiene simetría esférica.

3. Asumiendo que un elemento de materia a una distancia r del centro de la estrella está en equilibrio siempre que la aceleración asociada a la presión de la radiación sea menor que la aceleración de la gravedad, demostrar que esa condición se cumple siempre que la luminosidad sea menor que:

$$L(r) = \frac{4\pi c G m(r)}{\bar{\kappa}}$$

donde $m(r)$ es la masa interior al radio r y $\bar{\kappa}$ es la opacidad específica media.

Si $\bar{\kappa} = 0.2(1 + X)$, hallar la luminosidad límite para que una estrella de masa $M = 2 M_\odot$, compuesta exclusivamente de H, sea estable (límite de Eddington).

4. (a) Demostrar que el gradiente convectivo cumple la siguiente relación:

$$\left[\frac{dT}{dr} \right]_{conv} = \frac{(\gamma - 1) T}{\gamma} \frac{dP}{P dr}$$

donde γ es el exponente de la relación para un proceso adiabático $P \propto \rho^\gamma$.

- (b) Teniendo en cuenta el resultado anterior, demostrar que en un carozo estelar se puede inducir transporte de energía por convección si la energía generada por unidad de masa $L(r)/m(r)$ supera el valor crítico:

$$\frac{L(r)}{m(r)} = \frac{(\gamma - 1) 16\pi G c P_r}{\gamma \kappa P}$$

- (c) Usando los valores apropiados para el carozo solar: $\gamma = 5/3$, $P = 1.73 \times 10^{17}$ dinas/cm², $T = 13.7 \times 10^6$ K, $\kappa = 1.4$ cm²/g, $a = 7.56 \times 10^{-15}$ erg/cm³/K⁴, y $L(r)/m(r) = 13.5$ erg s⁻¹ g⁻¹, deducir si la energía se transporta allí por convección o por radiación.