

# ASTROFISICA ESTELAR

## PRÁCTICO X

1. Estime la mínima masa estelar requerida para la ignición central de los diferentes combustibles nucleares que aparecen en la tabla, bajo la condición de que el material (supuesto no relativista) sea no degenerado. Para el cálculo tome en cuenta las temperaturas umbrales correspondientes a cada combustible nuclear.

**Table 4.1** Major nuclear burning processes

<i>Nuclear Fuel</i>	<i>Process</i>	$T_{\text{threshold}}$ $10^6 K$	<i>Products</i>	<i>Energy per Nucleon (MeV)</i>
H	$p-p$	$\sim 4$	He	6.55
H	CNO	15	He	6.25
He	$3\alpha$	100	C, O	0.61
C	$C + C$	600	O, Ne, Na, Mg	0.54
O	$O + O$	1000	Mg, S, P, Si	$\sim 0.3$
Si	Nuc. eq.	3000	Co, Fe, Ni	$< 0.18$

Notas: (a) para el cálculo de la densidad y presión central  $\rho_c$  y  $P_c$  asuma un perfil de densidad  $\rho = \rho_c[1 - (r/R)^2]$ ; (b) asuma una composición solar:  $X = 0.71$  con peso molecular medio  $\bar{\mu} = 0.61$ ; (c) demuestre que la densidad electrónica puede expresarse aproximadamente como  $n_e \sim (\rho/2m_H) \times (1 + X)$ .

2. Hallar la luminosidad producida por un carozo estelar de silicio de  $5 M_\odot$  teniendo en cuenta que la tasa de generación de energía nuclear es  $\epsilon_{si} = 3 \times 10^9 \text{ erg g}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Estimar la duración de la combustión del silicio si es que debe eyectar una envoltura de  $3.5 M_\odot$ .

Nota: Asuma que el carozo tiene una densidad uniforme  $\rho = 10^7 \text{ g cm}^{-3}$ .

3. Consideremos una estrella de la rama gigante asintótica (AGB) con una luminosidad  $L = 10^4 L_\odot$ , una masa inicial  $M = 8 M_\odot$  y un radio  $R = 400 R_\odot$ . Calcule cuál sería el incremento de la masa del carozo, de

masa inicial  $0.6 M_{\odot}$  cuando se consume la masa de toda la envoltura. ¿Se encuentra la masa final por encima o por debajo del límite de Chandrasekhar?

(Indicación: considere que  $R$  es constante y  $M$  variable).

4. En el carozo estelar de Fe de una estrella evolucionada la temperatura es  $T = 5 \times 10^9$  K y la densidad de neutrones  $n_n = 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ . Si la sección eficaz de captura de neutrones por un núcleo es de  $10^{-25} \text{ cm}^2$  y la escala de tiempo de decaimiento  $\beta$  es de  $10^{-2}$  s, estime cuál será más importante en este caso: ¿el proceso  $r$  o el proceso  $s$ ?
5. Dada la curva de densidad electrónica versus radio de la nebulosa planetaria NGC 6826 cuya distancia a la tierra es de 4600 años-luz: (a) calcular la masa total de la nebulosa y la distribución de masa con la distancia a la estrella central. Se asume que el hidrógeno está completamente ionizado, que el helio sólo ha perdido un electrón y que la composición de la materia es solar con  $X = 0.70$ ,  $Y = 0.28$ ; (c) suponiendo que el viento estelar deja la estrella a una velocidad constante de 30 km/s, calcular la tasa de pérdida de masa en función del tiempo (asumir que la nebulosa se extiende hasta  $70''$ ).

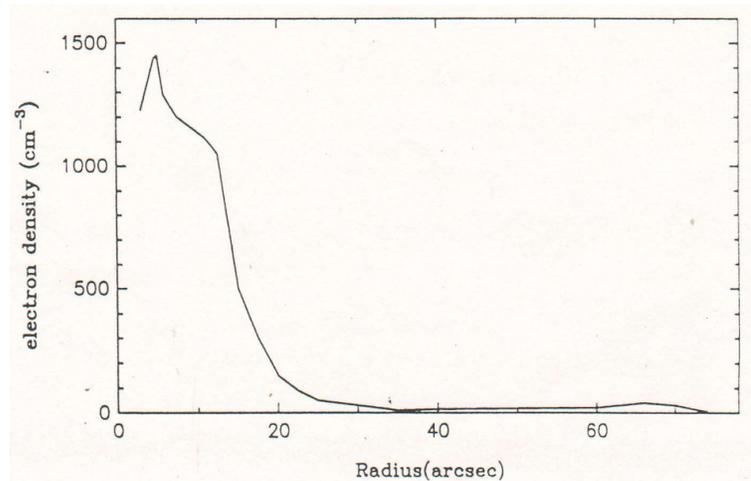


Figure 6.5. The density profile of NGC 6826. [Reproduced from Plait and Soker.<sup>7</sup>]