



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE FÍSICA – INSTITUTO DE ASTROFÍSICA
ASTRONOMÍA – AST0111
PRIMER SEMESTRE 2020

Ayudantía 8

Profesora: Viviana Guzmán

Ayudantes: Camila Aravena González (cfaravena1@uc.cl) – Francisco Carrasco Varela (ffcarrasco@uc.cl)

Problema 1. Conceptos generales

- a) ¿Cómo se pueden clasificar las estrellas según su espectro? ¿Qué nos puede decir este espectro?
- b) Si observo una estrella cuya magnitud aparente en filtro V es $m_V = -4$ y otra estrella cuya magnitud es $m_V = 2$. ¿Cuál es más brillante y por qué? ¿Cómo se comparan sus luminosidades asumiendo que ambas estrellas tuviesen el mismo radio?
- c) En astronomía generalmente se define el color como la resta de la magnitud medida para un mismo objeto en dos filtros distintos. Por ejemplo: medimos la magnitud de una estrella en filtro “ B ” ésta nos da una magnitud de $m_B = 3.8$ y al medir la magnitud en filtro “ V ” ésta nos da $m_V = 4.0$. Por convención, siempre se resta el filtro más rojo al filtro más azul; por ejemplo, en este caso, tendríamos $B - V = -0.02$. ¿Qué se puede inferir entonces de una estrella si medimos su magnitud en 2 filtros distintos?
- d) ¿Qué es un diagrama Hertzsprung-Russell, también conocido como diagrama H-R o diagrama Color-Magnitud, y por qué es tan utilizado en astronomía?

Problema 2. Estrellas de baja masa vs. estrellas de alta masa

- a) ¿Cuáles son los rangos (aproximados¹) para las estrellas de baja, intermedia y alta masa?
- b) De los rangos anteriores en base a la masa, ¿cuáles esperarías que fuesen las estrellas que más o menos viven y por qué?
- c) ¿Se espera que una estrella de alta masa sea más o menos luminosa que una estrella como el Sol? ¿Y qué es lo que se espera para el tiempo de vida de una estrella masiva con respecto a una estrella no masiva? Compare sus respuestas de la luminosidad y tiempo de vida que se espera para una estrella de $1 M_\odot$ con otra de $10 M_\odot$. ¿Qué puede inferir de estos resultados? Dato (quizás) útil: Asuma que la luminosidad del Sol es $L \sim 4 \times 10^{26} \text{ W}$ y su tiempo de vida es $\tau_\odot \approx 10^{10} \text{ yr}$.
- d) Hasta donde sabemos, el Sol está constantemente fusionando hidrógeno en su núcleo cuando éste se encuentra en la fase de Secuencia principal (o en inglés, Main-Sequence [MS]). Sin embargo, el proceso a través del cual el hidrógeno es “quemado” dentro del núcleo de las estrellas es distinto.

Para estrellas en MS, ¿en qué se diferencia la quema de hidrógeno para una estrella de baja masa con una de alta masa?

¹Digo “aproximados” porque en la literatura siempre encontrará valores *similares*, pero *no necesariamente iguales*. No hay una definición única.

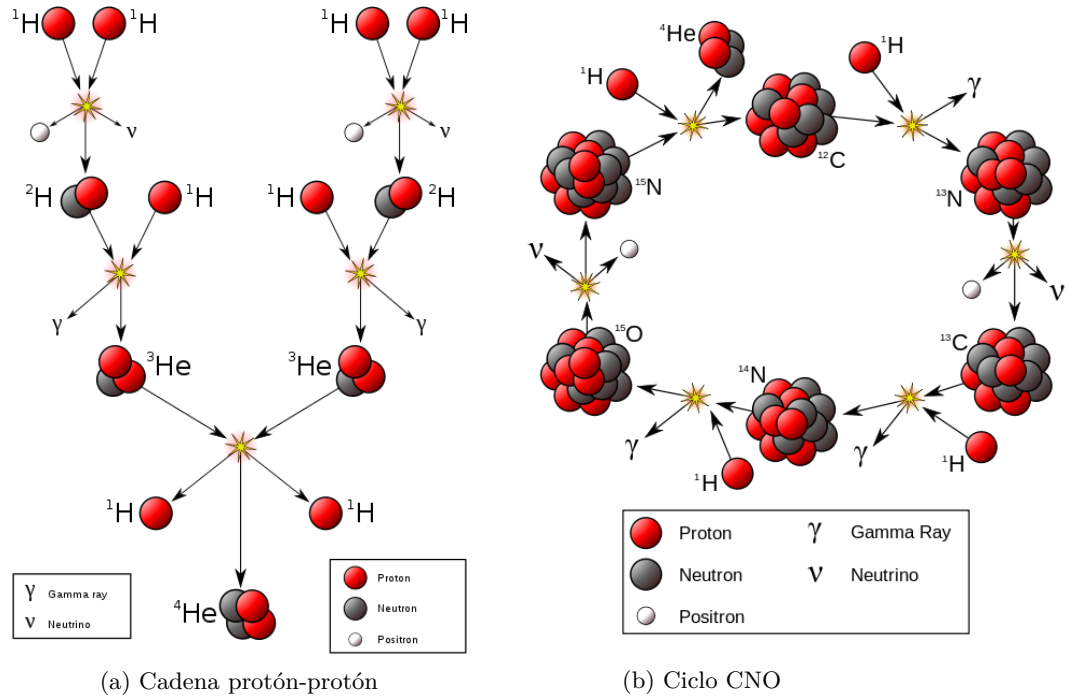


Figura 1: Distintas reacciones de fusión que se pueden generar dentro de una estrella.Cuál es la que va a dominar depende de la masa de la estrella.

Problema 3. El Sol

Considere una estrella como el Sol, con una masa de aproximadamente $M_{\odot} \approx 2 \times 10^{30}$ kg y una luminosidad de aproximadamente $L \sim 4 \times 10^{26}$ W, con $W = \text{kg m}^2/\text{s}^3$. Por simplicidad, asuma que el Sol estaba compuesto por hidrógeno y nada más al momento de su formación. Considere que el Sol emite energía transformando núcleos de hidrógeno (con masa dada por $m_{\text{H}} = 1.67 \times 10^{-27}$ kg) en núcleos de helio ($m_{\text{He}} = 6.65 \times 10^{-27}$ kg).

- ¿Cuántos átomos de hidrógeno se necesitan para crear un átomo de helio?
- ¿Cuál es, aproximadamente, la diferencia porcentual de masa entre los ingredientes y los productos de la reacción nuclear para el Sol? ¿Es la diferencia positiva o negativa? ¿Qué implica aquello?
- Si todo el hidrógeno del Sol se transforma en Helio, ¿cómo cambia su masa?
- ¿Cuánta energía produciría ese proceso? Por simplicidad, recuerde una famosa ecuación del mismísimo Albert Einstein y asuma $c^2 = 10^{17} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$.
- Si el Sol mantiene su luminosidad constante, ¿por cuánto tiempo puede durar así (que todo el hidrógeno se transforme en helio)?
- ¿Cómo se compara el resultado con “la vida útil real” del Sol, que es unos $\tau_{\odot} \approx 10^{10}$ yr? ¿Puede decir algo de la similitud (o discrepancia) del resultado que ha hallado?