

AST 0311, Astrofísica General, 2023-1

Profesor: Márcio Catelan

Tarea 4

Fecha de entrega: 23/06/2023^{*†}

Problema 1. Hay varios códigos en la literatura que permiten calcular modelos detallados de atmósferas estelares, como por ejemplo, ATLAS 9 ([Kurucz 1979](#); [Castelli & Kurucz 2003](#)) y MARCS ([Gustafsson et al. 2008](#)). En este problema, usted utilizará un modelo calculado con MARCS para composición química solar, $T_{\text{eff}} = 5750$ K y $\log g = 4.5$ (cgs). Los resultados se encuentran disponibles en un archivo de nombre **MARCS_model_T4.prn**, que se encuentra explicado en más detalle en **README_MARCS_T4**.

- ¿Qué tanto se acercan las propiedades globales de ese modelo (g , T_{eff} , flujo) a los valores actualmente aceptados para el Sol?
- Una de las aproximaciones adoptadas en clase fue de que la aceleración de la gravedad es aproximadamente constante en una atmósfera estelar. Si pensamos que esta podría ser la atmósfera de una estrella de secuencia principal similar al Sol, ¿cree usted que los datos entregados por el modelo justifican la aproximación adoptada?
- Calcule la profundidad óptica de las diferentes capas del modelo, considerando que la capa de más arriba se encuentra a $\log(\tau_R) = -5$.
- Compare la relación T - τ_R así obtenida con la encontrada en clases, en el caso de una atmósfera gris delgada con composición química uniforme en equilibrio radiativo y ETL en la aproximación de Eddington. ¿A qué profundidad óptica τ_R usted encuentra que la temperatura de la capa es igual a T_{eff} en ambos casos? Discuta sus resultados.
- Obtenga la función de Hopf según ese modelo de MARCS, y compárela con la expresión analítica entregada en clases. Discuta sus resultados.
- Calcule la escala de altura de la presión en el modelo.
- Verifique qué tan importantes son la presión de radiación y presión electrónica, en comparación con la presión total del gas, a lo largo del modelo. ¿Qué cree que ocurriría, en el caso de estrellas de tipo espectral más temprano?
- Estudie la variación del peso molecular medio μ como función de la distancia en el modelo. ¿Por qué el valor de μ no es constante, si se ha adoptado en los cálculos una composición química constante? Explique los criterios adoptados en su respuesta.

^{*} Esta tarea se puede realizar en forma individual o en grupos de hasta 3 estudiantes. No es obligatorio que los grupos sean los mismos de tareas anteriores. **No se aceptará colaboración entre estudiantes que no pertenezcan a un mismo grupo.** Se aceptarán tareas entregadas con hasta 4 días de retraso, pero descontándose 0,5 puntos por día.

[†] Los problemas 1, 2 y 3 poseen peso 3, 2 y 1, respectivamente.

Problema 2. Estrellas de alta masa suelen perder masa en gran cantidad, a través de “vientos estelares” impulsados por la propia presión de radiación de la estrella.

- a. ¿A partir de qué valor de luminosidad esperaría usted que ocurriera pérdida de masa por ese proceso? Considere, para tal, que la estrella posee radio R , masa M y luminosidad L , y que la opacidad en la fotosfera es constante y vale $\kappa_{R,f}$. Su respuesta debe quedar expresada únicamente, caso corresponda, en términos de las variables señaladas y constantes. *Sugerencia:* utilizar la relación $P-\tau_R$ obtenida en clases, asumiendo una atmósfera delgada y condición de borde cero.
- b. Expresé la condición obtenida en el ítem anterior utilizando unidades solares para L y (caso corresponda) M y R . Asuma también el valor de $\kappa_{R,f}$ entregado por el modelo calculado en el problema anterior, para un valor de $\tau_R = 2/3$ (representativo, como hemos visto en clases, de una fotosfera estelar). Considerando los valores de luminosidad y masa aproximados que han sido medidos para estrellas de composición química aproximadamente solar a lo largo de la secuencia principal, ¿a partir de qué valores de M esperaría usted que el fenómeno tuviera mayor incidencia? Discuta sus resultados.

Problema 3. Vimos varias veces en clases imágenes del glóbulo de Bok Barnard 68 (B68), que es clasificado como una nube molecular oscura. En <https://science.nasa.gov/dark-molecular-cloud-barnard-68>, se afirma que Barnard 68 es una nube que “probablemente colapsará y formará un nuevo sistema estelar”. Verifique si tal afirmación es consistente con los conceptos estudiados en clase. Utilice, para tal, los resultados de Alves et al. ([2001, Nature, 409, 159](#)), quienes estudiaron las propiedades físicas de la nube a través de un análisis detallado de la extinción de la luz en diferentes longitudes de onda de las estrellas ubicadas por detrás del glóbulo. De ser necesario, considere una composición química solar e ignore posibles variaciones espaciales en la densidad de la nube. Discuta los resultados encontrados.

EN SUS RESPUESTAS A CADA PROBLEMA, RECUERDE **SIEMPRE**:

- Asegurarse que las escalas de los ejes en los gráficos fueron convenientemente elegidas para optimizar su visualización, que cada símbolo haya sido definido, unidades entregadas y que los tamaños de todos los símbolos y espesor de líneas sean adecuados;
- Cuidar no utilizar/mostrar más dígitos significativos de los que estén claramente justificados en cada caso;
- Entregar, cuando se aplique, la(s) referencia(s) utilizada(s) para obtención de información que haya sido utilizada;
- Entregar el o los códigos utilizado(s) en sus cálculos.

Para realizar búsquedas en la literatura astronómica especializada, se recomienda fuertemente emplear el mismo sistema utilizado por los profesionales (ADS), que se encuentra disponible en <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

El CDS (Centro de Datos) de Estrasburgo suele albergar los datos que salen publicados en muchas de las revistas del área de la Astronomía y Astrofísica. Para acceder a los datos de un estudio en específico, verifique los enlaces correspondientes a *Data Products*, ubicados en el lado derecho de la ventana de la ADS en que aparecen el título, autores y resumen del trabajo.