

Tarea 2

Astrofísica Moderna
Universidad de Antioquia
2021-1

Fecha entrega: 23:59 horas del miércoles, 01 de septiembre, 2021

Realice los ejercicios que se muestren a continuación. Debe de entregar un único programa y un único archivo con los cálculos, en donde quede evidenciado el desarrollo de los mismo. Los archivos deben de ir nombrados así : "T2_Moderna_Nombre_Apellido_Cedula" (por ej. "T2_Moderna_Elvis_Crespo_1010101010"). Tarea que no llegue bajo las condiciones establecidas no será calificada.

1. (40 %) **Opacidad solar:**

- a) Apartir de el número de electrones en el Sol ($8,34 \times 10^{20}$ electrones/m³), el radio del electrón ($2,8 \times 10^{-15}m$) y la densidad del Sol ($1,4 \text{ g/cm}^3$), calcule la opacidad y el camino libre medio en el Sol.
- b) Como el camino libre medio de los fotones en el Sol es muchísimo menor que el radio del Sol, cada fotón sufrirá muchas colisiones desde que es producido por las reacciones nucleares en el centro del Sol, hasta escapar en su superficie. ¿Cuántas colisiones sufre en promedio cada fotón?, ¿Cuál es la distancia promedio recorrida por cada fotón? y ¿Cuánto tiempo tarda en escapar? Suponga que el fotón desarrolla un camino aleatorio al interior del Sol, con igual probabilidad de moverse en cualquier dirección.
 - Haga los cálculos analíticos necesarios para dar respuesta a estas preguntas.
 - Realice una simulación numérica donde evidencia la solución del problema anterior. ¿Concuerdan los resultados numéricos con los analíticos?

2. (30 %) **Transferencia radiativa:** En el archivo "Datos" se le proporcionan los resultados de una simulación del interior del Sol. Con estos datos realice lo siguiente:

- a) Encuentre la profundidad óptica en cada punto integrando numéricamente la ecuación $d\tau = -\kappa\rho ds$
- b) Haga una gráfica de temperatura T vs profundidad óptica τ_ν .
- c) Investigue sobre la aproximación de atmosfera gris en equilibrio local termodinámico (LTE). Partiendo de la ecuación de transferencia radiativa demuestre

cuál es la relación entre la temperatura T y la temperatura efectiva T_e en una estrella. ¿Es cierto que cuando $\tau_\nu = 0$, $T = T_e$? Interprete sus resultados físicamente ¿qué conclusión puede sacar de esto?

- d) Para cada valor de la profundidad óptica, use la ecuación que encuentro en el punto anterior para calcular la temperatura de una atmósfera gris de plano paralelo en LTE. Trace estos valores de T en la misma gráfica de T vs τ_ν .
- e) La simulación utiliza un supuesto simplificador de que la temperatura de la superficie es cero. Comente sobre la validez del valor en la superficie de T que encontró.

3. (30 %) **Diagrama H-R:**

- a) Usando los datos en el archivo "Datos1", dibuje un diagrama de H-R "teórico", comparando $\log_{10}(L/L_\odot)$ con $\log_{10}(Teff)$. Recuerde que la temperatura se traza de derecha a izquierda. Etiquete cada tipo en cada secuencia (es decir, M0, K0, etc.) y etiquete el Sol.
- b) Agregue los datos en el archivo "Datos2" en el mismo diagrama de H-R "teórico", comparando $\log_{10}(L/L_\odot)$ con $\log_{10}(Teff)$ para enanas, gigantes y supergigantes. Etiquete cada tipo en cada secuencia y etiquete el Sol.
- c) Usando la ley de Stefan-Boltzmann, indique las líneas de radio constante en este gráfico. ¿Cuál es el radio de una enana, una gigante o una supergigante según tus cálculos?
- d) Usando los datos en el archivo "Datos1" y "Datos2", dibuje un diagrama de H-R "observacional" para los mismos tipos espectrales, comparando M_V contra B-V. Etiquete los tipos espectrales y el Sol.
- e) Describe cómo difieren estas dos diagramas (teórico y observacional). ¿Cuáles son algunas de las posibles razones detrás de estas diferencias? Presta especial atención a la forma de las secuencias enana, gigante y supergigante.
- f) En la gráfica observacional, agregue los datos para las estrellas más cercanas en el archivo "Datos3" (grábelos como un símbolo diferente). En general, ¿qué tipo de estrellas son las estrellas más cercanas? ¿Hay más estrellas frías/débiles o más estrellas calientes/brillantes en las proximidades del Sol?
- g) Usando los datos en el archivo "Datos1", determine para las estrellas cuáles son los tipos más comunes, las temperaturas más comunes y los colores más comunes.
- h) Existe una relación entre L y la T para las estrellas de la secuencia principal, de ser así cual es esta.