

ATMOSFERAS ESTELARES

2023-2024

ENTREGABLE 2

TAREA: Calcular opacidades en un modelo de atmósfera. El trabajo debe hacerse por parejas.

FECHA LIMITE DE ENTREGA: el 22 de diciembre de 2023

DESCRIPCION: Se dan tres modelos de atmósfera (en este caso de estrellas a 8000 K, 6000 K y 4000 K, todos con $\log g = 4.5$ y composición química solar, calculados con el programa MARCS, ver Gustafsson et al., 2008, A&A 486,951). La descripción del contenido del modelo se puede ver en marcs.astro.uu.se (ficheros .mod. Los ficheros que se dan han sido truncados).

La tabla final (tras "Model structure") contiene el numeral del punto, el logaritmo de la profundidad óptica de Rosseland ($\lg\tau_{\text{Ross}}$), el de la profundidad óptica a 5000 Å, la profundidad geométrica (r), temperatura (T), presión electrónica (P_e), presión del gas (P_g), presión de la radiación y presión turbulenta (puesta a cero en estos modelos).

A partir de estos modelos, se deben hacer las siguientes tareas:

- (1) dibujar $\lg\tau_{\text{Ross}}$ frente a r
- (2) dibujar T , P_e , P_e/P_g y P_{rad}/P_g frente a $\lg\tau_{\text{Ross}}$
- (3) comentar y explicar el comportamiento de las gráficas
- (4) escribir un programa que calcule las poblaciones y la opacidad del H en la atmósfera, suponiendo ETL (los programas originales deben entregarse también).
 - se considerará un único nivel para el H^- y 3 para el $H I$
 - el programa calculará las opacidades de H^- (continuo), $H I$ (continuo y líneas) y electrones en cada punto de la atmósfera entre 800 y 20000 Å para cada modelo
- (5) para poblaciones y opacidades se incluirán las siguientes tablas y figuras en el informe:

- Una tabla (ver ejemplo abajo) mostrando las poblaciones totales de H^- , HI, HII y e^- , así como de los niveles $n=1$ a 3 en dos puntos de la atmósfera: $\tau_{\text{Rosseland}} = 1.0$ y $\tau_{\text{Rosseland}} = 10.0$ para cada modelo
- Una tabla (ver ejemplo abajo) para cada modelo con las contribuciones a la opacidad en $\tau_{\text{Rosseland}} = 1.0$ de los procesos del continuo:
 - opacidad libre-libre de cada ión (H^- , HI)
 - opacidad ligado-libre del nivel fundamental de H^- y de los niveles de HI (a $\lambda_i \pm \Delta\lambda_i$, donde las λ_i son las longitudes de onda de los cantos de absorción del continuo)
 - opacidad de los electrones
- Otra tabla (ver ejemplo abajo) para cada modelo con las contribuciones a la opacidad en $\tau_{\text{Ross}} = 1.0$ de las líneas del H (solo frecuencia central)
- Un gráfico comentado comparando la opacidad total en $\tau_{\text{Rosseland}} = 1.0$ de ambos modelos entre 500 y 20000 Å.

Ejemplo 1: tabla de poblaciones (una para cada modelo)

TauR	H^-	HI	HII	Ne	HI n=1	HI n=2	HI n=3
1.0							
10.0							

Ejemplo 2: tabla de opacidades del continuo a tau= 1.0 (una para cada modelo)

Proceso	$\lambda_1 - \Delta\lambda_1$	$\lambda_1 + \Delta\lambda_1$	$\lambda_2 - \Delta\lambda_2$	$\lambda_2 + \Delta\lambda_2$	Resto hasta completar cantos...
κ_e					
$\kappa_{ff}(H^-)$					
$\kappa_{ff}(HI)$					
$\kappa_{bf}(H^-, n=1)$					
$\kappa_{bf}(HI, n=1)$					
.... resto (n=2-3)					

Ejemplo 3: tabla de opacidades de líneas a $\tau = 1.0$ (una para cada modelo)

	$L\alpha$	$L\beta$	$H\alpha$
$k(\lambda_0)$			

INDICACIONES:

- Consideraremos ETL
- Consideraremos que solo hay H
- El átomo de HI tendrá 3 niveles ligados
- Se considerará el ión negativo del H, pero solo con su nivel fundamental.
- Antes de comenzar,
 - hacer una lista de los procesos que van a considerarse
 - escribir las fórmulas que van a utilizarse
 - recopilar los datos atómicos que vayan a ser precisos
- Escribir subrutinas separadas: una que calcule poblaciones, y la pase como entrada a otra rutina que calcule opacidades.
- A la hora de definir el conjunto de longitudes de onda, tener en cuenta que la opacidad ligado-libre varía bruscamente a la frecuencia umbral. Considerar dos frecuencias muy próximas, una anterior y otra posterior a la ($\lambda_i \pm \Delta\lambda_i$ de la tabla arriba).
- Al obtener los resultados, comprobar que las poblaciones cumplen la conservación de la carga y que las poblaciones de los niveles de excitación no son mayores que las del correspondiente estado de ionización.
- El informe
 - La estructura es libre. Una posible guía es:
 - Motivación y objetivo
 - Gráficos y discusión del modelo
 - Fórmulas para poblaciones y opacidades
 - Datos utilizados
 - Resultados y su discusión
 - Gráficos de poblaciones y opacidades y su discusión
 - Hay que cuidar que los gráficos tengan los ejes etiquetados, con sus unidades, y que las escalas permitan ver todo lo que sea relevante, especialmente lo que se comente en el texto. Si es necesario, dividir las.