

La solución a este taller debe subirse por SICUA antes de las 11:59PM del miércoles 29 de noviembre de 2017. Los archivos código fuente deben subirse en un único archivo .zip con el nombre `NombreApellido_hw5.zip`, por ejemplo yo debería subir el zip `VeronicaArias_hw5.zip`. Este archivo debe descomprimirse en un directorio de nombre `NombreApellido_hw5` que sólo contenga los códigos fuente, adicionalmente éstos deben estar en un repositorio de Github con varios commits cuyo enlace también deben subir a Sicua (10 puntos). Recuerden que es un trabajo totalmente individual.

1. (70 points) curvas de rotación de una galaxia

Una de las primeras evidencias indirectas de la existencia de materia oscura fue el resultado de las observaciones hechas por Vera Rubin de las curvas de rotación de las galaxias. Estas observaciones consisten en medir las velocidades de las estrellas en función de la distancia de éstas al centro de la galaxia. A partir de estas velocidades uno puede inferir la cantidad de masa que debe tener la galaxia. Al compararla con la masa inferida a partir de la luminosidad de la galaxia (masa de la materia luminosa), Vera Rubin encontró que la masa inferida a partir de las velocidades es mayor que la masa "luminosa" y que por lo tanto debe haber materia oscura. En este ejercicio, la idea es que a partir de datos de velocidades en función del radio usen el método de estimación bayesiana de parámetros, para ajustar un modelo a los datos. El modelo consiste en describir la galaxia a partir de tres componentes, un bulbo, un disco estelar y de gas, y un halo de materia oscura. Cada componente genera un potencial gravitacional. La velocidad circular depende entonces de las contribuciones de estos tres potenciales, así:

$$V_{circ} = \frac{\sqrt{M_b}R}{(R^2 + b_b^2)^{3/4}} + \frac{\sqrt{M_d}R}{(R^2 + (b_d + a_d)^2)^{3/4}} + \frac{\sqrt{M_h}}{(R^2 + a_h^2)^{1/4}} \quad (1)$$

Donde  $b_b = 0.2497$   $b_d = 5.16$   $a_d = 0.3105$  y  $a_h = 64.3$  son valores asociados a las dimensiones del disco, bulbo y halo de la galaxia (en kpc). Para este problema las distancias están dadas en kpc, las masas en  $M_{gal} = 2.325 \times 10^7 M_\odot$  y la constante gravitacional  $G=1$ .

En el archivo `RadialVelocities.dat` se encuentran datos de velocidades de rotación (columna 2) en función del radio (columna 1) para una galaxia. En las columnas Para este ejercicio deben escribir un programa en C llamado `CurvaRotacion.c` que encuentre los valores de  $M_b$ ,  $M_d$  y  $M_h$  que permitan el mejor ajuste del modelo a los datos y un script de python llamado `Plots.py` que grafique el resultado obtenido. Las gráficas deben presentarlas en un archivo `Results_hw5.pdf`, generado por el makefile a partir de un archivo `Resultados_hw5.tex`.

El código `CurvaRotacion.c` debe (45 puntos):

- Leer los datos del archivo `RadialVelocities.dat`
- Usar un método de Monte Carlo para encontrar los parámetros del modelo.
- Imprimir en consola los valores encontrados para los parámetros.

El código `Plots.py` debe (10 puntos):

- Leer los datos y hacer una gráfica donde se superpongan los datos y el modelo. Guardar dicha grafica sin mostrarla.

El archivo `Results_hw5.tex` debe (5 puntos):

- Mostrar las gráficas obtenidas. Este archivo debe estar incluido dentro de las dependencias del makefile y debe permitir generar un archivo `Results_hw5.pdf`

El archivo `Tarea5.mk` debe (10 puntos):

- Incluir todas las dependencias y reglas necesarias para generar y/o actualizar los archivos anteriores.

Los archivos que deben subir a Sicua (comprimidos en `NombreApellido_hw5.zip`) son: `Tarea5.mk`, `Results_hw5.tex`, `CurvaRotacion.c` y `Plots.py`.