

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Seminario Astronomía y Astrofísica

Maria Fernanda Gómez Álvarez

201223072

Evolución de un agujero negro en un billón de años.

Objetivo:

Realizar un análisis semi-analítico para explicar la existencia de agujeros negros de aproximadamente  $10^9$  masas solares, bajo ciertas condiciones iniciales donde el agujero se encuentra en movimiento y por tanto su acreción de masa cambia.

Introducción:

Debido a la colisión y fusión de dos agujeros y por conservación de momento el nuevo agujero negro obtiene una velocidad diferente de cero, lo que significa que este agujero empieza a describir una trayectoria de movimiento, asumiendo que el choque es prácticamente frontal y despreciando alguna geometría especial en el agujero negro la trayectoria que empieza a describir el agujero es unidimensional y se puede relacionar con el movimiento armónico simple, en este caso se produce un efecto de fricción dinámica que es la fuerza gravitacional que ejercen las estrellas generando que la velocidad del agujero negro vaya disminuyendo y después de cierto tiempo se detenga.

Aproximaciones

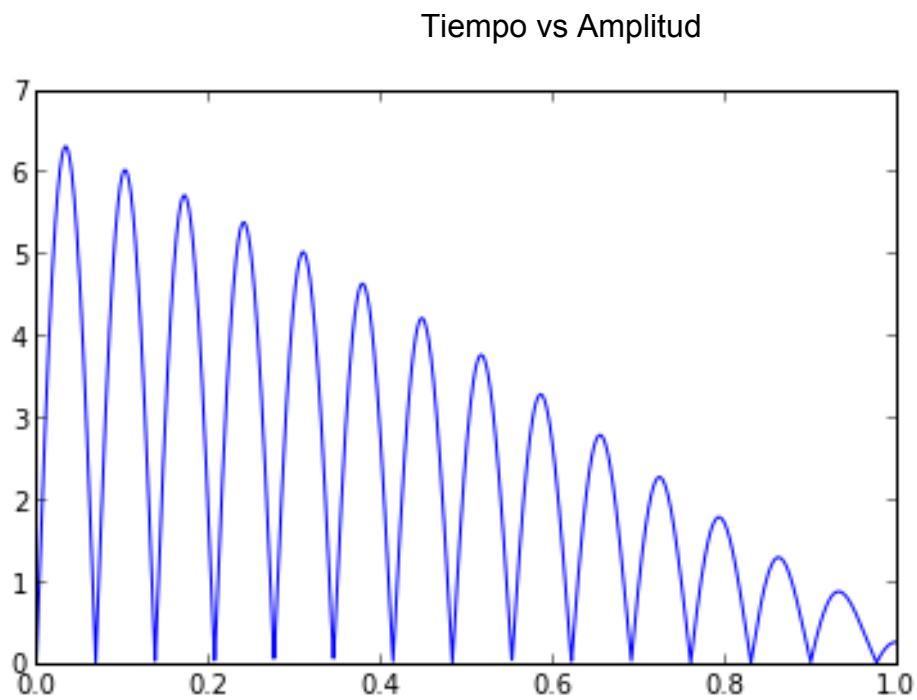
Densidad de gas constante

Densidad de estrellas constante

Velocidad inicial tomada aleatoriamente

## Resultados

Gráfica 1

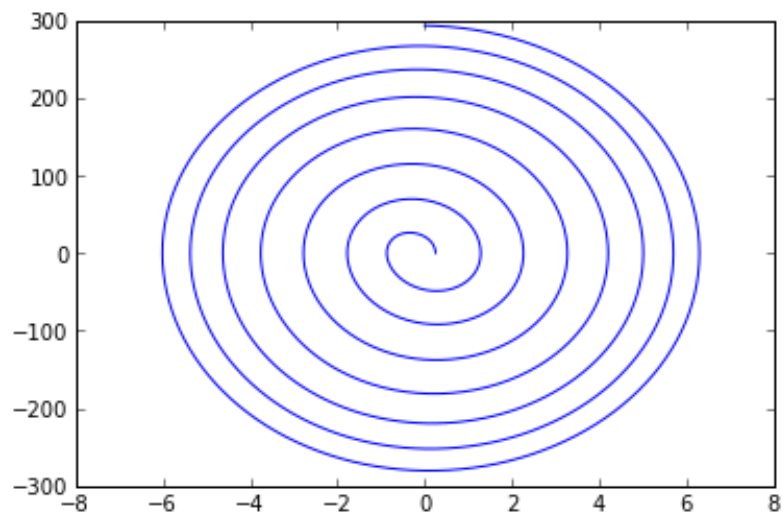


En el eje x se encuentra el tiempo en billones de años y en eje y se encuentra la amplitud en kiloparsec ( $3.08 \cdot 10^{16}$  metros).

Aquí se ve el efecto de fricción dinámica donde la amplitud(distancia) que recorre el agujero va disminuyendo, debido a que se está frenando.

Gráfica 2

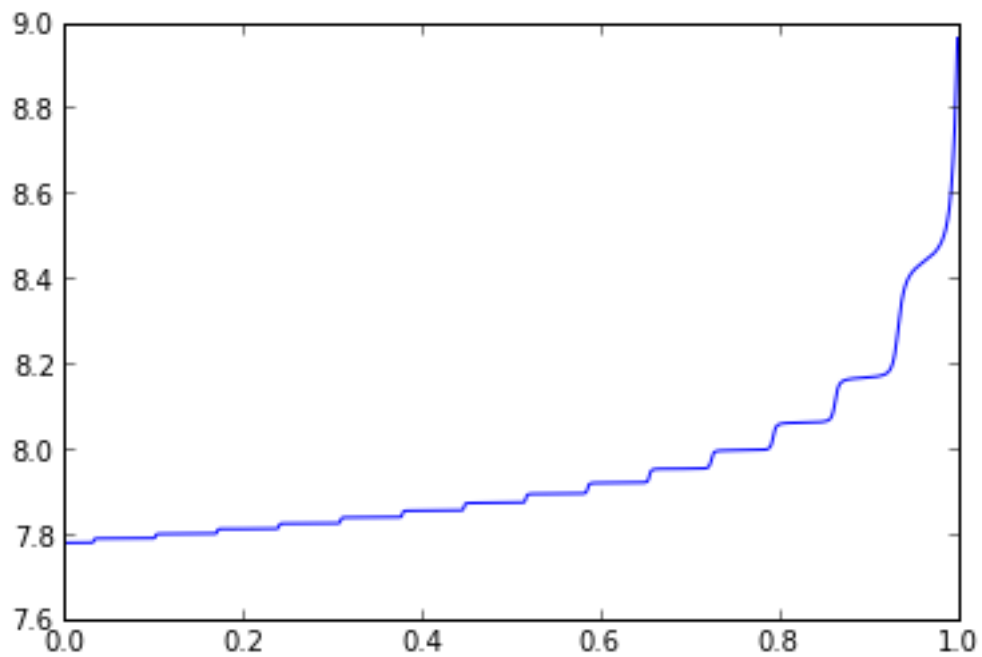
Posición vs Velocidad



En el eje  $x$  se encuentra la posición(Kiloparsec) esta es la razón de que aparezcan números negativos se toma de referencia un centro en (0,0) y en el eje  $y$  se encuentra la velocidad (kilómetros por segundo).

Gráfica 3

Tiempo vs Masa del agujero



En el eje x se encuentra el tiempo (billones de años) y en el eje y se encuentra la masa del agujero.

En esta gráfica se puede ver como el aumento varía dependiendo del tiempo, debido a que varía realmente es de la velocidad, pero el tiempo es un parámetro de la velocidad.

#### Conclusiones:

- La acreción de masa esta determinada por la velocidad, si la velocidad es mayor la acreción será mayor, por consiguiente podría pensarse que si el agujero negro se encuentra estático su masa final sería mayor sin embargo eso depende de otros parámetros como la densidad del gas.
- En esta parte se tomaron las densidades constantes, sin embargo éstas realmente están variando, lo que cambiaría la masa final del agujero.
- Otro factor que cambiaría la acreción son los detalles de la colisión pues dependiendo de este se va a describir una trayectoria diferente.

#### Referencias

- Binney and Tremaine: Galactic Dynamics, second edition.
- <http://arxiv.org/pdf/1211.0542v3.pdf>