

Pasos

1. Construimos varios modelos de galaxias elípticas con halo y sin halo para ver el efecto del halo. Para construir los modelos iniciales se usaron:

- Modelo de Hernquist para el halo $\Phi(r) = \frac{-GM}{r+a}$, $a = scalelength$, $r_J = (1 + \sqrt{2}) * a$
- El modelo de Jaffe para el bulbo $\Phi(r) = \frac{-GM}{r_J} \ln(\frac{r}{r+r_J})$

donde

- M = total mass
- r_J = half mass radius
- Al transformar a unidades adimensionales $G=M=1$

los 2 modelos obtenidos:

- Esinhalo.xvp solo bulbo 20000 partículas con masa 4.99999987E-05
- Econhalo.xvp bulbo(10000 partículas con masa 9.99999975E-06) y halo(40000 partículas con masa 2.24999985E-05)

Miramos los 2 modelos con nora y vemos que la masa total es 1 en los 2 así que no hace falta escalarlos

2. Relajar el modelo

Siempre hay que ejecutar tree500 para relajar los modelos iniciales aunque esté en equilibrio virial($E_p = -2E_c$) para usar el mismo epsilon(softening)

Parametros modificados en TEEEPAR:

- $t_{Cross} = \sqrt{R^3/M}$, R = radio media masa(lo miramos con nora), $M = 0.5$ (el modelo ya está en unidades adimensionales)
- $dt = t_{Cross} / 10$
- $totalTime = 20(-30) * t_{Cross}$

- si elegimos $\text{totalTime} = 20 * \text{tCross}$ entonces $\text{nsteps} = 200$ siempre
 - $\text{eps} = 0.125(-0.2) * \text{RadioMediaMasa}$
3. ejecutar kepler para sacar los parametros para setorb
 Despues de relajar los modelos miramos el radio total calculamos la separación de los 2 objetos $\text{sep} = 3 * \text{Rt}$ y la introducimos en kepler después de escoger la opción 2. Se obtienen V_r , V_t (en el caso de una órbita parabólica: $\text{eccentricity} = 1$ $V_t = 0$, pero para $\text{eccentricity}=0.7$ - órbita elíptica $V_t \neq 0$) y Period (el tiempo necesario para el encuentro)
 4. ejecutar setorb con la entrada sep y velocidad obtenidas de kepler y salida el modelo con los 2 objetos en orbita
 5. escalar el modelo obtenido: $M_2/M_1 = 1/1.33 = 0.751$, $R_2/R_1 = \sqrt{M_2/M_1} = 0.8671$
 6. ejecutar tree500 con el modelo obtenido con setorb dejando los demas parámetros igual que en el paso, sólo modificamos nsteps con el valor un poco mas grande que el Period obtenido en kepler. El valor sale demasiado grande y es inválido así que ejecuto tree500 varias veces con el $\text{nsteps} = 2000$

Análisis

- Como he ejecutado tree500 varias veces y no he guardado TREELOG, TREEORB y TREEAM intermedios, estos ficheros se sobrescriben cada vez que se ejecuta tree500. Hay que sacar los valores del modelo de otra forma
- numberModel que aparecerá en los gráficos es el número de modelo: la relacion con el tiempo es $t = \text{noutbod} * \text{numberModel} * \text{dt}$, donde $\text{noutbod}(20)$ y dt son los parámetros de TREEPAR, entonces $\text{totalNumberModels} = \text{nsteps} / \text{noutbod}$
- Los valores del radio para fracciones de masa de 0.1, 0.5, 0.8, 0.99 se obtuvieron con un script python que ejecutó R_m para todos los modelos ($200/20 = 10$ modelos)

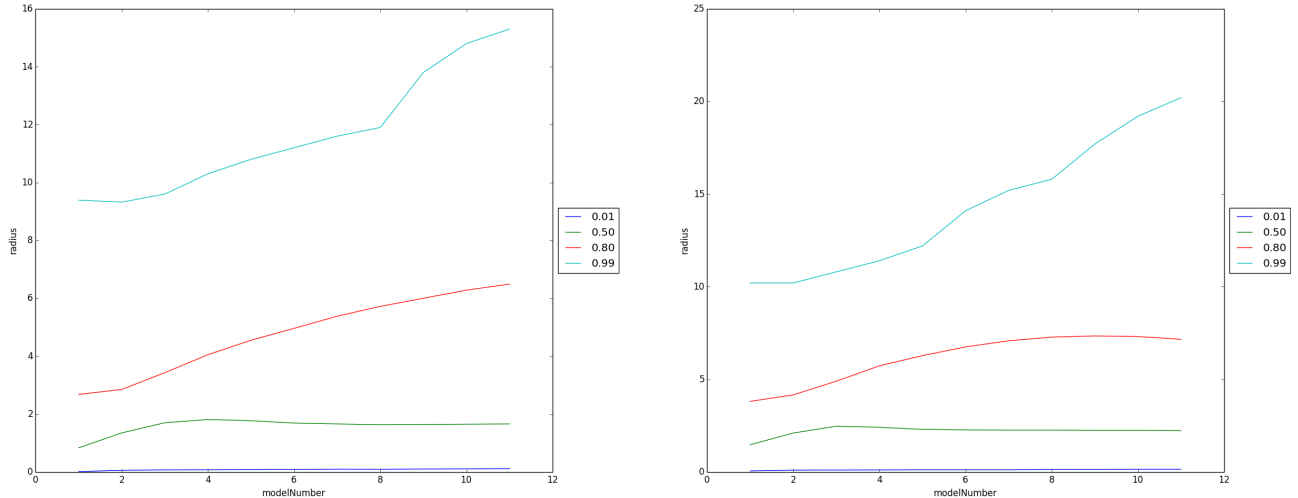


Figura 1: *Relajación del modelo (primera ejecución de tree500), a la izquierda el modelo sin halo, a la derecha el modelo con halo donde se representa el valor del radio correspondiente a varias fracciones de masa (ver la leyenda)*

- las 2 con halo

con halo numberModels = 265 \Rightarrow Time = 1335.6 menor que period (calculado con kepler) 4171.98 Representamos el radio del sistema binario con la evolucion (ahora el radio para la fraccion 1 esta bien)

Distancia entre los centros (de masa) de las 2 galaxias Se obtuvo ejecutando para cada model (script python que usa expect con nora)

```
bodsrange 1 fin1
medcent
bodsrange fin1+1 fin2
medcent
```

donde fin1 es es numero de la ultima particula del primer sistema (en este caso 50000) y fin2 es el numero total de particulas La distancia entre los 2 centros está definida por la salida del segundo medcent
 median position : 1.801E-04 1.954E-01 -8.183E-02 en este caso la

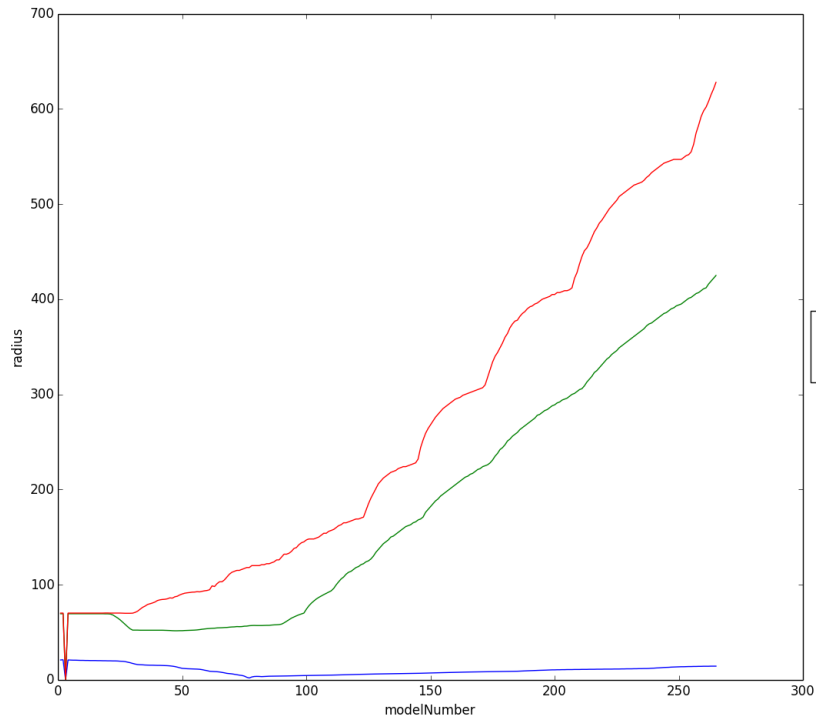


Figura 2:

distancia es $(1.801E-04 **2 + 1.954E-01**2 + 8.183E-02**2)**0.5 = 0.2118427278336691$

Como se ve en el radio del sistema binario igual que en la distancia de los 2 centros para el modelNumber 3 hay una caída en el gráfico y mirando el modelo 3 con nora la imagen obtenida para el radio max 10 (points 10) es un punto(PORQUE?)

El siguiente mínimo para la distancia es para el modelo 89(con el valor mínimo de la distancia 0.2118427 comprobado en nora) y la imagen para radio 50 (points 50) es la siguiente:

medcent centra por la mediana de posiciones, para centrar por el centro de masas hay que usar cmcent El radio y la distancia entre los centros de los 2 sistemas se pueden obtener tambien directamente del modelo(sin

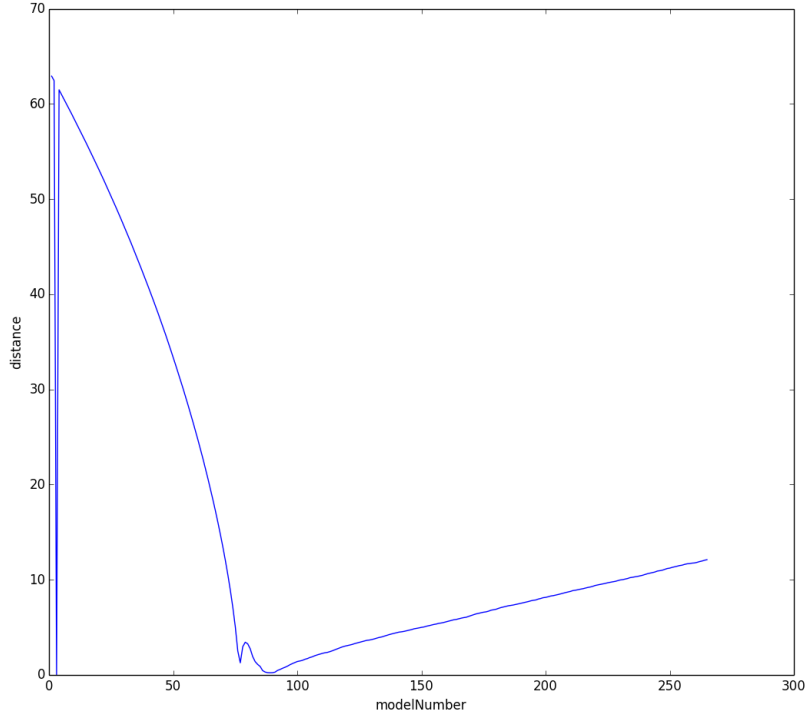


Figura 3: *Distancia entre los centros de las 2 galaxias obtenida en nora con medcent*

usar nora), para ello sacamos los modelos para cada modelNumber con xvp-asc lo que hay que hacer si queremos representar como varía la velocidad(en nuestro caso nos interesa la velocidad radial) o el momento angular en el tiempo

Calculando el centro de masas de cada sistema con : $\sum m_i r_i$ (M=1), donde m_i es la masa de cada partícula y r_i es la posición y luego haciendo la diferencia entre los 2 valores se obtiene el gráfico para la distancia(el gráfico es diferente del gráfico obtenido con medcent pero es muy parecido al gráfico obtenido en nora con cmcent - tienen el mismo mínimo para modelNumber = 77)

El mínimo en el modelo 3 sigue igual(el problema del modelo anterior),

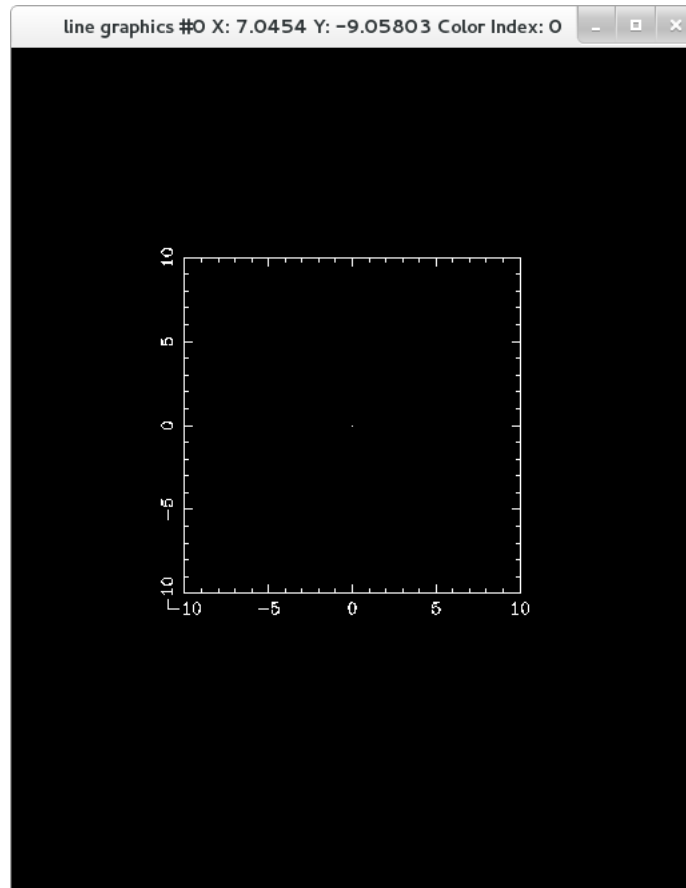


Figura 4: *points 10 para modelo 3*

pero el siguiente mínimo es esta vez 77 y la imagen obtenida con nora al radio máximo 50 es:

Ejecutar de nuevo tree500 para el modelo inicial(después de poner los 2 objetos en órbita) con halo(los 2) con nsteps = 61(noutbod=20) para ver que pasó con modelNumber=3 (es solo un punto)

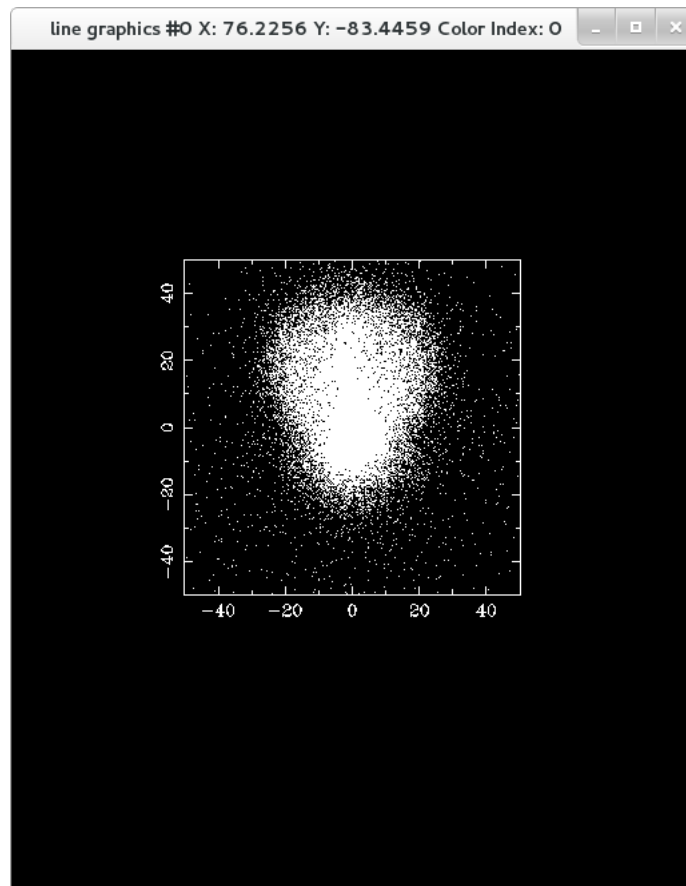


Figura 5: *points 50 para modelo 89*

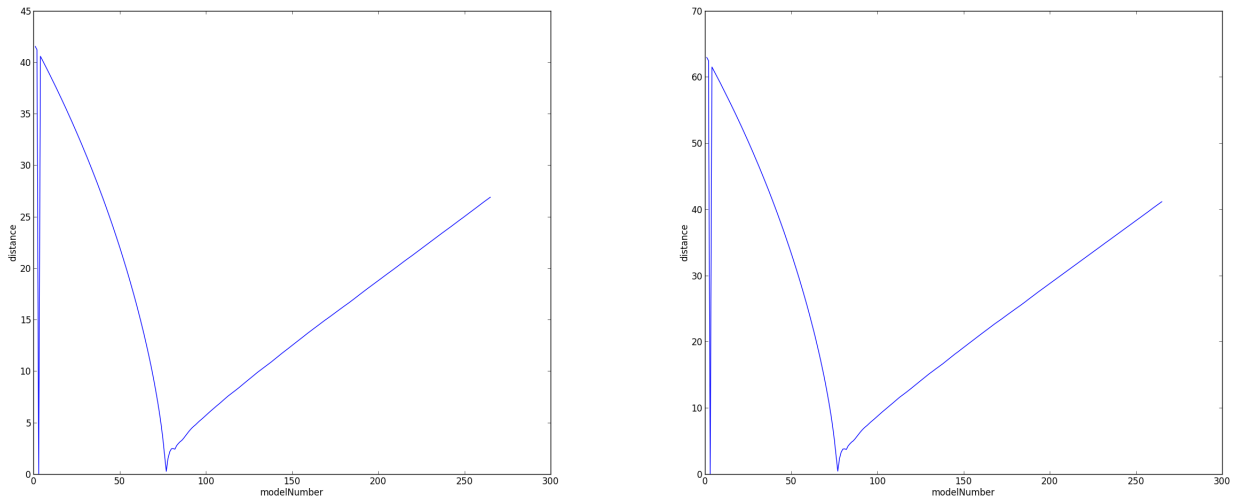


Figura 6: *La evolución de la distancia de los centros de masa de las 2 galaxias: a la izquierda calculado con cmcent y a la derecha calculada de los valores del modelo*

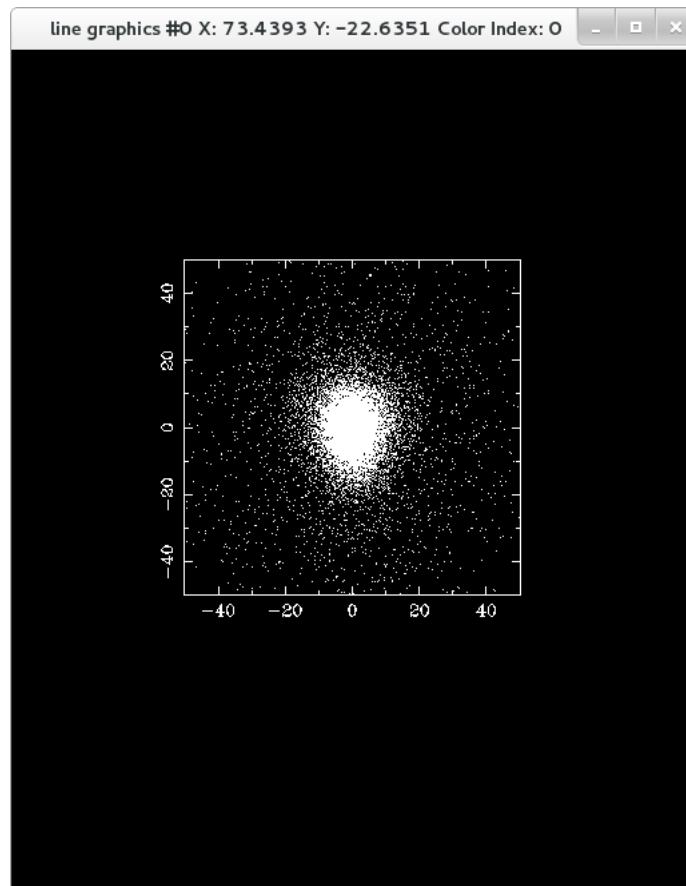


Figura 7: *points 50 para modelo 77*