

Astronomía Extragaláctica – Práctica 5

Galaxias elípticas

1. Sabiendo que el brillo superficial central medido en la banda V para la galaxia cD NGC 1399 es $\mu_{0,V} \approx 16 \text{ mag arcsec}^{-2}$, calcule la densidad superficial de luminosidad correspondiente $\Sigma_{0,V}$ (en $\mathcal{L}_{\odot} \text{ pc}^{-2}$). Compare con la galaxia elíptica compacta M 32 ($\mu_{0,V} \approx 11 \text{ mag arcsec}^{-2}$) y con los valores obtenidos para el disco y el bulbo de una galaxia espiral en la Práctica 3.

Datos: $M_{\odot(V)} = 4.83$

-
2. Si se ajusta una isofota con una elipse descrita por la ecuación:

$$x = a \cos t ; \quad y = b \sin t \quad (5.1)$$

los residuos entre la elipse ajustada y la isofota, medidos en dirección radial, pueden describirse según la expresión:

$$\Delta r(t) \approx \sum_{k \geq 3} a_k \cos(kt) + b_k \sin(kt). \quad (5.2)$$

Muestre que los coeficientes a_k y b_k con $k = 0, \dots, 2$ deberían anularse al hacer el ajuste. Discuta a qué tipo de distorsiones corresponde cada uno de los coeficientes a_k y b_k , con $k = 3$ y $k = 4$. Grafique para $k = 1, \dots, 4$. Para el caso de a_4 considere coeficientes positivos y negativos ($a_4 > 0$ y $a_4 < 0$).

Sugerencias:

- Grafique una elipse con razón de semiejes entre 0.4 y 0.6
- Para una mejor visualización considere coeficientes a_k y b_k del orden del 2% al 5% del valor adoptado para el semieje mayor a .

3. Utilice el teorema del virial para encontrar la relación entre la masa, el radio efectivo, y la dispersión de velocidades de una galaxia E. Obtenga a partir de allí una expresión aproximada a la que describe el “Plano Fundamental” de las galaxias elípticas. Comente sobre las diferencias entre los coeficientes hallados de esta forma y los que surgen del ajuste a las observaciones.

4. Partiendo de la relación entre la masa, el radio efectivo, y la dispersión de velocidades para las galaxias E obtenida en el ejercicio 3, y usando el resultado del ejercicio 7 de la práctica 3, muestre que, si el parámetro de Sérsic (n) no cambia mucho para distintas galaxias, entonces $\mathcal{L} \propto I_e r_e^2$.
Con esto, muestre que si para las galaxias E se puede aceptar además que I_e es aproximadamente constante, se obtiene la relación de Faber-Jackson.
Comentar sobre la validez de las suposiciones para distintos tipos de galaxias elípticas.

5. En el halo de una galaxia E, el gas tiene en promedio una dispersión de velocidad similar a las estrellas. La energía cinética de una masa de gas m será: $\mathcal{T} \approx \frac{3}{2} m \sigma_v^2$. Si el gas es básicamente H ionizado, muestre que la temperatura puede estimarse como:

$$T \approx 6 \times 10^6 \left(\frac{\sigma_v}{300 \text{ km s}^{-1}} \right)^2 \text{ K.}$$

Datos:

$$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$k = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

6. Estudie el comportamiento de colisiones de galaxias utilizando el *Galaxy Crash*¹, una herramienta on-line en Java interactivo. *Galaxy Crash* es parte del *JavaLab*². Para eso, ingrese a la página web, y abra la pestaña **applet**. El manejo de los controles de la simulación se describe en la pestaña **Controls**. Para todos los casos que se piden a continuación, describa la forma final obtenida, el tiempo que tarda en llegar a ese resultado (tenga en cuenta la edad del Universo) y las distancias relativas a las que quedan las galaxias. Comente las diferencias que se observan al cambiar los parámetros.

- Dejar la inclinación y el ángulo de giro (respecto al plano orbital) de ambas galaxias en 0 ($\theta_{\text{rojo}} = \theta_{\text{verde}} = 0$, $\phi_{\text{rojo}} = \phi_{\text{verde}} = 0$), masas iguales, número de estrellas en 2000 y menor distancia orbital en 10.
- Repetir la simulación anterior, pero considerando fricción dinámica.
- Repetir **6a)** y **6b)** cambiando la relación de masas.
- Repetir **6a)** y **6b)** cambiando las inclinaciones de las galaxias.

¹<http://burro.astr.cwru.edu/JavaLab/GalCrashWeb/main.html>

²<http://burro.astr.cwru.edu/JavaLab/>

- e) Modificar el periastro de manera que el resultado final sea una fusión (“*merger*”) de las dos galaxias. ¿Qué sucede con el *merger* al cambiar la relación entre las masas?
 - f) ¿Cómo afecta a las simulaciones anteriores el hecho de cambiar el número de estrellas?
 - g) Busque los parámetros adecuados que resultan en alguno de los casos de galaxias reales (por ejemplo, *Antenæ* o *Mice*). En cada caso, observe el tiempo que debería transcurrir para obtener el resultado final.
-

7. De igual manera que en el ejercicio anterior, estudie ahora el comportamiento de las galaxias satélite. Para esto use la herramienta *Cannibal*³. Esta aplicación Java es también parte del *Java-Lab*. Nuevamente, para todos los casos que se piden a continuación, describa el resultado final, el tiempo que tarda en llegar a ese resultado y, en este caso, el tipo de órbita que sigue el satélite. Comente las diferencias que se observan al cambiar los parámetros.

- a) Comience corriendo los parámetros por defecto. ¿Cuánto tiempo tarda el satélite en caer al centro de la galaxia? ¿Cuánta masa pierde en el proceso?
 - b) Repita el paso anterior modificando primero la masa del satélite y luego el radio del mismo.
 - c) Cambie los elementos orbitales (plantee orbitas circulares, elongadas, inclinación nula, etc.).
-

³<http://burro.astr.cwru.edu/JavaLab/cannibal/CannibalMain.html>

