

Lentes gravitacionales en astrofísica y cosmología

Actividad Práctica 3

1. Al considerar el movimiento relativo entre lente y fuente observado desde distintos puntos y su consecuencia en las curvas de luz, mostrar que la paralaje es dada por $\pi_E = |\vec{\pi}_E|$ con

$$\vec{\pi}_E = \frac{1}{D_{\perp}} \left(\frac{\Delta t_0}{t_E}, \Delta u_0 \right), \quad (1)$$

donde D_{\perp} es la distancia entre los dos puntos de observación en la dirección perpendicular a la línea de visión.

2. Mostrar que

$$M = \frac{c^2}{4G} \frac{\theta_E}{\pi_E} \quad (2)$$

¿Qué más, a parte de la masa de la lente, se podría medir usando eventos de microlente y/o combinando con datos externos (no de microlentes)?

¿Se les ocurre algún ejemplo más allá de lo discutido en la clase?

¿Se les ocurre algún avance tecnológico/de instrumentación/observacional que permitiría medir nuevos fenómenos asociados a microlentes?

3. Bajar alguna curva de luz disponible públicamente en que sea aparente el efecto de fuente finita.
 - hacer una gráfica de la curva de luz, incluyendo las barras de error fotométrico
 - ajustar ese evento con una curva de lente y fuente puntuales
 - obtener el residual entre los datos y el modelo
 - ajustar por un modelo de fuente finita con o sin oscurecimiento del limbo
 - obtener los residuales en ese caso y comentar los resultados

4. Bajar alguna curva de luz disponible públicamente en que sea aparente el efecto de paralaje secular (o sea, por el movimiento de la Terra el rededor del Sol)
 - hacer una gráfica de la curva de luz, incluyendo las barras de error fotométrico
 - ajustar ese evento con una curva de lente y fuente puntuales en movimiento relativo uniforme
 - obtener el residual entre los datos y el modelo
 - ajustar por un modelo con paralaje
 - obtener los residuales en ese caso y comentar los resultados

Tips para los items 3 y 4: muchos eventos están disponibles públicamente, ya sea como tablas en los papers publicados o en bases de datos de microlensing. Es relativamente fácil encontrar eventos notables con paralaje proeminente o con efectos de fuente finita (especialmente en el caso de candidatos a plateas libres (*free floating* o *rogue planets*). Además, vários códigos de microlentes suelen tener demos, usando datos ya cargados en sus tutoriales.

En cualquier caso, describa de dónde se han bajado los datos, a que proyecto corresponden, como se han hecho los plots y fits, etc.

5. Para una lente binária y una fuente puntual, obtener las imágenes y las curvas de luz para distintas trayectorias de la fuente, variando: razón entre las masas de la lente, distancia entre las componentes de la lente, punto de máxima aproximación de la trayectoria, ángulo de la trayectoria con relación al eje que une las dos componentes de la lente.

Tip: pueden correr el *notebook* Lecture 11 de http://pico.oabo.inaf.it/~massimo/teaching_2016.html

6. Como en el item anterior, hacer curvas de luz de lentes binárias, para várias configuraciones de los parámetros de la lente y de la trayectoria de la fuente. Sin embargo, ahora considerar los efectos de fuente finita. O sea, hacer las gráficas para fuente infinitesimal y para fuentes finitas suficientemente grandes como para que se note su efecto.

Tip: De la misma forma que para los items 3 y 4, pueden usar algún código disponible públicamente, en este caso que incluya el efecto de fuente finita, tal como `pyLIMA`, `MulensModel`, `muLAn`, `RTModel` o `eesunhong` (<https://github.com/rges-pit/eesunhong>). Algunos de esos códigos poseen tutoriales en sus repositorios o disponibles en la web.