Comparación de Órbitas de Basura Espacial bajo diferentes campos gravitacionales

Ana Sofia Del Rio Agudelo/ 1092851949
Sebastian Buitrago/ 1054398281

Problema a resolver: simular y comparar las órbitas de una partícula bajo distintos campos gravitacionales: una varilla, dos varillas y un punto masivo, analizando la geometría de la dinámica orbital.
Se busca entender cómo la forma del objeto afecta la órbita de la partícula y el campo gravitacional, en particular, su estabilidad, precisión y las desviaciones respecto al caso kepleriano (fuerza $\propto 1/r^2$)

Este proyecto llega a ser interesante pues permite analizar cómo las geometrías pueden afectar las órbitas de diferentes objetos y, además, el ejemplo que se usa no es descabello y asemeja eventos del mundo real ya que en el espacio exterior es fácil encontrar escombros y deshechos que experimentan muy poca fuerza gravitatoria o ninguna.

Conceptos a aplicar:

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDOs)

Métodos Numéricos de Integración

Gráficas y simulaciones

Metodología:

Para simular la trayectoria descrita por el objeto planeamos utilizar herramientas de NumPy, SciPy y Matplotlib.

Para encontrar la posición del objeto se debe primero analizar la ecuación que describe la fuerza que experimenta, que es de la forma:

$$F = \frac{GMm}{L}\sqrt{x^2+y^2}\int_{-L/2}^{L/2}\frac{dz}{(x^2+y^2+z^2)^{3/2}}$$

Posteriormente y usando métodos numéricos comprobaremos que la integral da efectivamente:

$$F = \frac{GMm}{\sqrt{(x^2+y^2)(x^2+y^2+L^2/4)}}.$$

De la anterior ecuación se encuentra que la posición en el plano obedece a una ecuación diferencial de la forma:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -GM\frac{x}{r^2\sqrt{r^2 + L^2/4}}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -GM\frac{y}{r^2\sqrt{r^2 + L^2/4}}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Una vez se modele este fenómeno computacionalmente haremos una gráfica que muestre la posición del objeto para diferentes instantes de tiempo.

Resultados Esperados:

El sistema con una varilla producirá órbitas precesantes (como se observa en el ejercicio del libro).

Dos varillas producirán trayectorias más irregulares o caóticas, dependiendo de la simetría.

El caso del punto masivo producirá órbitas cerradas o elípticas (modelo clásico de Kepler).

Referencias:

Computational Physics, Mark Newman, pág. 354.