**Informe hito 1 Ampliación de matemáticas I**

Euler explícito:

El método de Euler es el que tiene una precisión menor ya que si reducimos el paso de tiempo la solución tendrá errores mayores. El resultado de la órbita con un dt = 0.0001 es el siguiente:

**Imagen que contiene Círculo

Descripción generada automáticamente**

Sin embargo, si reducimos el paso de tiempo a dt = 0.01 el error crece pudiendo ver que para pasos de tiempo n infinitos la solución tenderá a infinito

Gráfico, Gráfico de burbujas

Descripción generada automáticamente

**Runge-Kutta:**

El Runge-Kutta tiene una precisión mayor, reduciendo este error significativamente. En mi caso para que el código funcionase tuve que hacer un coeficiente K para cada una de las componentes del vector F y para los cuatro pasos del Runge-Kutta. Lo escribí así y no haciendo un bucle que podría ser más eficiente porque así lo entendía mejor.

Con un dt = 0.001 el resultado del Runge-Kutta es esl siguiente:

Imagen que contiene Diagrama de Venn

Descripción generada automáticamente

Se puede observar que para este paso de tiempo tiene un pequeño error, aunque menor que el del Euler.

Para pasos de tiempo mayores, dt = 0.01 tiene este resultado:

Imagen que contiene Gráfico

Descripción generada automáticamente

**Crank-Nicolson:**

El Crank-Nicolson es el método más preciso de los implementados hasta ahora. Además, al ser un método implícito la solución converge para cualquier paso de tiempo elegido. Sin embargo, su implementación en la más complicada ya que hay que resolver un sistema de ecuaciones no lineales. Esto se debe a que para calcular la solución en el paso de tiempo siguiente necesito saber la F en ese paso siguiente. Aun así gracias a la programación funcional se puede hacer mucho más sencillo con la librería de Python scipy in la función Newton, que resuelve este sistema de ecuaciones no lineal.

El resultado de la órbita con el método de Crank-Nicolson para dt = 0.001 donde el error es imperceptible.

Imagen que contiene Diagrama de Venn

Descripción generada automáticamente

Sin embargo, si aumentamos el paso de tiempo, dt = 0.1, la solución tampoco presenta un error perceptible

Imagen que contiene Diagrama de Venn

Descripción generada automáticamente