

Práctica 4: Simulación del movimiento de un satélite en órbita de la tierra

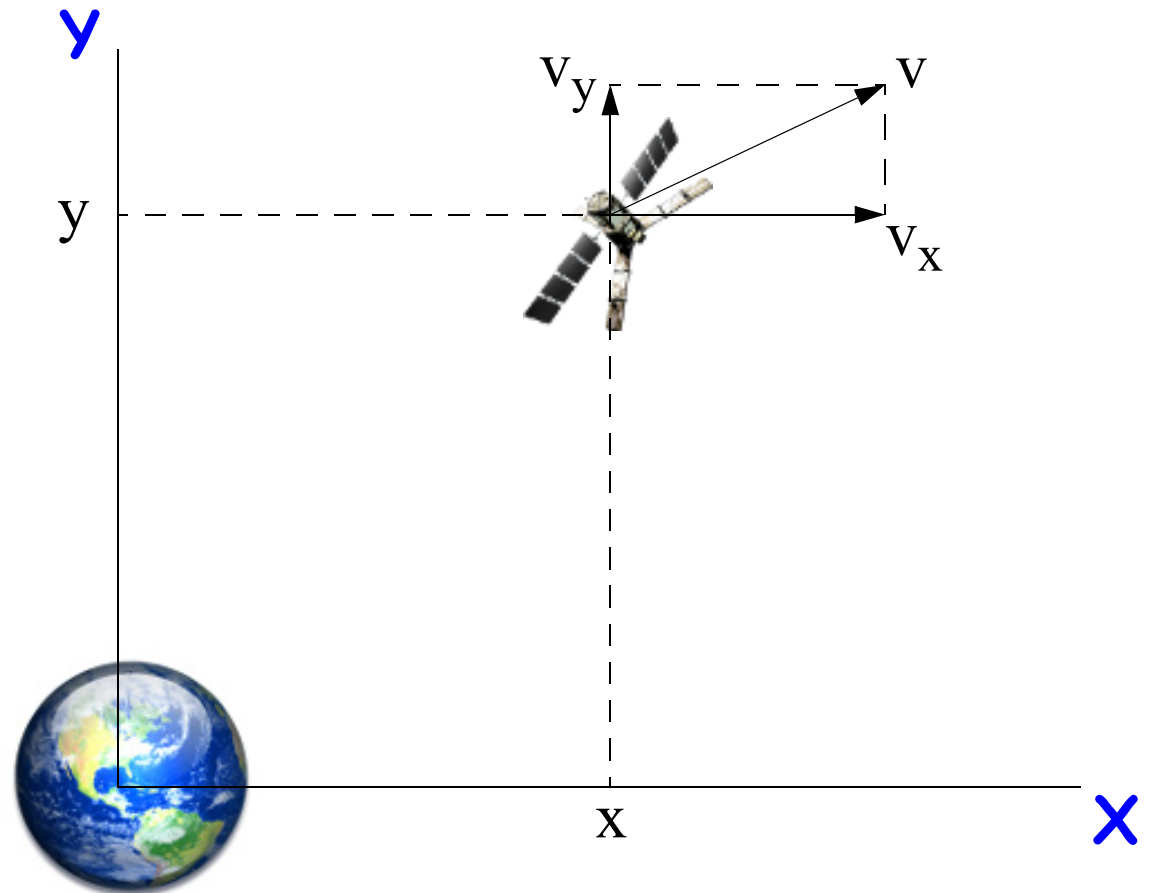
Objetivos: Crear una clase con atributos y métodos

Simularemos el movimiento de la órbita de un satélite artificial

Representaremos el satélite con un objeto

Atributos:

- posición (x,y)
- velocidad (v_x,v_y)



Ecuaciones del movimiento

Ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado, para calcular nueva posición y velocidad transcurrido un intervalo Δt

$$x = x_0 + vx_0 \cdot \Delta t + \frac{a_x \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$y = y_0 + vy_0 \cdot \Delta t + \frac{a_y \cdot \Delta t^2}{2}$$

$$vx = vx_0 + a_x \cdot \Delta t$$

$$vy = vy_0 + a_y \cdot \Delta t$$

siendo x_0, y_0, vx_0, vy_0 las posiciones y velocidades que había al comienzo del intervalo

Aceleración de la gravedad

La aceleración vectorial \vec{a} se calcula con la fórmula de Newton:

$$\vec{a} = \frac{G \cdot M_T}{x^2 + y^2} \cdot \vec{u}$$

siendo:

- $G=6.674 \cdot 10^{-11}$ N*m²/Kg² la constante de gravitación universal
- $M_T=5.98 \cdot 10^{24}$ Kg la masa de la tierra
- \vec{u} es un vector unitario en la dirección desde el satélite a la tierra

$$\vec{u} = (u_x, u_y) = \left(\frac{-x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \frac{-y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \right)$$

siendo (x,y) la posición del satélite

Aceleración de la gravedad (cont.)

Por tanto, las componentes de la aceleración son:

$$a_x = \frac{G \cdot M_T}{x^2 + y^2} \cdot \frac{-x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

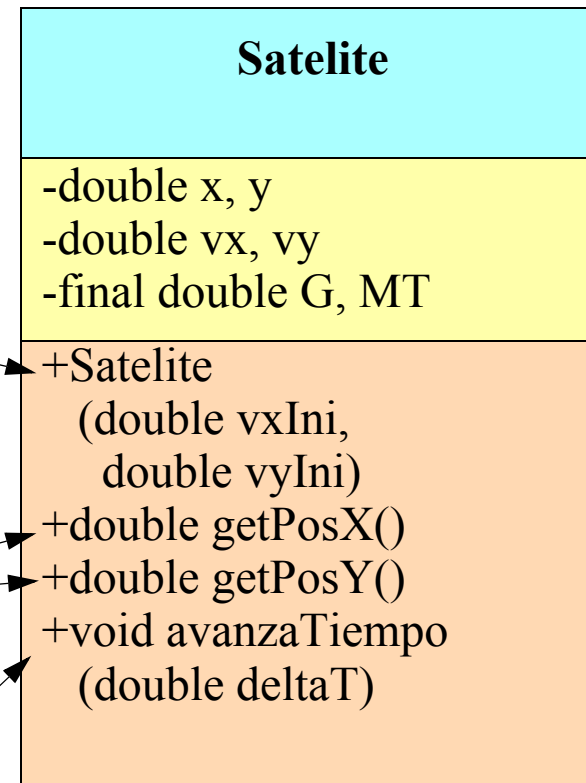
$$a_y = \frac{G \cdot M_T}{x^2 + y^2} \cdot \frac{-y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

Diagrama de la clase

El método que pone los valores iniciales es un constructor

Métodos observadores

Modifica los atributos según las ecuaciones



- private
+ public

Detalles sobre la clase

- Atributos y otros datos
 - Usaremos unidades del sistema internacional
 - Documentar con comentarios las unidades usadas en los atributos, los argumentos de los métodos, y los valores retornados por ellos
- Constructor
 - pone la posición inicial $(x,y)=(0.0, 15000.0)$ Km
 - pone la velocidad inicial a lo indicado por $(vxIni, vyIni)$
- Observadores
 - retornan el atributo correspondiente
- `avanzaTiempo`
 - primero calcula las aceleraciones (ax, ay) y las guarda en variables locales (fórmulas de la página 4)
 - luego modifica las posiciones y finalmente las velocidades (fórmulas de la página 2)

Realización

Realización: Escribir la clase `Satelite` y probar sus métodos:

- si es necesario, descargar e instalar el paquete `fundamentos`
- copiar en el proyecto las clases `EspacioTierra` y `Simulador` que se ofrecen, así como el fichero `tierra.png`
- ejecutar el método `main`, y observar la gráfica que se produce
- crear un satélite con velocidad inicial= $(4000,0)$ m/s
- anotar las posiciones X e Y a los 0 segundos (para el informe)
- avanzar el tiempo 2 segundos
 - comprobar con una calculadora que las posiciones después de avanzar el tiempo 2 segundos son correctas
- anotar las posiciones X e Y a los 2, 4, 6 y 8 segundos (para el informe)
 - recordar que el avance es acumulativo: si desde $t=0$ avanzo 2 segundos 3 veces estaré en $t=6$

Informe

Entregar.

- El código java de la clase `Satelite`
- Una captura de la imagen después de que el satélite se mueva durante al menos una órbita completa
- Los resultados de las pruebas a los 0, 2, 4, 6 y 8 segundos

Parte avanzada

Descripción: Comparar las órbitas de dos satélites, uno de ellos con un cohete pequeño que lo acelera:

Parte A: Modificaciones a la clase `Satelite`

- Añadir un nuevo método similar a `avanzaTiempo` en el que a la aceleración se le suma el efecto del cohete de fuerza constante:
 - la aceleración del cohete es un vector en la dirección de la velocidad, cuyo módulo se pasa como un nuevo parámetro (en m/s^2)

Parte avanzada (cont.)

Parte B: Modificaciones al `main`

- observar el código del método `main` y localizar los puntos en que se crea el objeto `Satelite`, se avanza su tiempo y se obtienen sus posiciones (x,y)
- modificar el código del `main` para añadir un segundo satélite
 - el primer satélite tiene el número 1 como identificador y no tiene cohete
 - el satélite número 2 tiene un cohete que lo acelera durante su órbita, y usa el número 2 como identificador; así se pintará de otro color

Entregar:

- El código java de la clase `Simulador` modificada
- Una captura de la gráfica obtenida

Observaciones

Nota sobre el funcionamiento del simulador. El movimiento del satélite en realidad no es uniformemente acelerado

- pues la aceleración depende de la posición

Si el incremento de tiempo usado en `avanzaTiempo` es muy pequeño se puede considerar que la aceleración cambió muy poco en ese intervalo

- el error que se comete es pequeño
- se puede probar a cambiar el tiempo que se avanza a cada paso en el `main`, y ver el resultado incorrecto