Solución Asignación 1
FISI6510

Guillermo Fidalgo

28 de enero de 2021

Exercise 2.1: Another ball dropped from a tower

A ball is again dropped from a tower of height h with initial velocity zero. Write a program that asks the user to enter the height in meters of the tower and then calculates and prints the time the ball takes until it hits the ground, ignoring air resistance. Use your program to calculate the time for a ball dropped from a 100 m high tower.

Importamos primero las librerías que necesitamos

[1]:
```
import numpy as np
```

[2]:
```
 h=float(input("Entra una altura inicial:\n"))
# v0=0
g=9.81 #m/s^2
```

```
Entra una altura inicial:
100
```

Como nos interesa calcular el tiempo que tarda en llegar la bola al suelo partimos de la siguiente ecuación de cinemática

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

Sustituyendo que la velocidad inicial es 0 y que cuando la bola llega al suelo la altura final será 0, obtenemos la siguiente expresión para el tiempo de caída.

$$0 = h - \frac{1}{2} g t^2$$
$$h = \frac{1}{2} g t^2$$
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Ahora podemos calcular el tiempo de caída

```
[3]: t=np.sqrt(2*h/g)
     print('El tiempo de caída desde {}m es {}s'.format(h,t))
```

```
El tiempo de caída desde 100.0m es 4.515236409857309s
```

Exercise 2.2: Altitude of a satellite

A satellite is to be launched into a circular orbit around the Earth so that it orbits the planet once every T seconds.

a) Show that the altitude h above the Earth's surface that the satellite must have is

$$h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R,$$

where $G = 6.67 \times 10^{-11}\,\mathrm{m}^3\,\mathrm{kg}^{-1}\,\mathrm{s}^{-2}$ is Newton's gravitational constant, $M = 5.97 \times 10^{24}\,\mathrm{kg}$ is the mass of the Earth, and $R = 6371\,\mathrm{km}$ is its radius.

b) Write a program that asks the user to enter the desired value of T and then calculates and prints out the correct altitude in meters.

c) Use your program to calculate the altitudes of satellites that orbit the Earth once a day (so-called "geosynchronous" orbit), once every 90 minutes, and once every 45 minutes. What do you conclude from the last of these calculations?

d) Technically a geosynchronous satellite is one that orbits the Earth once per *sidereal day*, which is 23.93 hours, not 24 hours. Why is this? And how much difference will it make to the altitude of the satellite?

a

Para mostrar esto primero partimos de la segunda ley de Newton para este sistema.

$$F = ma$$
$$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$$
$$G\frac{M}{r} = v^2$$

Como el satélite está orbitando períodicamente cada T segundos quiere decir que orbita a una frecuencia de

$$\frac{v}{r} = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$
$$\therefore\ v = \frac{2\pi r}{T}$$

Sustituyendo esta expresión de v en nuestra ecuación anterior obtenemos

$$G\frac{M}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$
$$r^3 = G\frac{MT^2}{4\pi^2}$$
$$r = \left(G\frac{MT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Como r es la distancia desde el centro de la tierra hasta el satélite tenemos entonces que $r = R + h$

$$R + h = \left(G\frac{MT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$
$$h = \left(G\frac{MT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$$

b y c

[60]:
```
from scipy.constants import G,pi,minute,hour,day
import sys
# minute,hour,day son los segundos que hay en un minuto,hora y día␣
↪respectivamente

R=6371e3 # metros
M = 5.97e24 # kg
```

[61]:
```
for i in range(3):
    T=input("\nIngrese el periodo de orbita del satélite (con las␣
↪unidades 's' 'min' o 'h') \n")
    if "s" in T:
        T=float(T.strip("s"))

    elif "min" in T:
        T=float(T.strip("min"))
```

```
        T=T*minute

    elif "h" in T:
            T=float(T.strip("h"))
            T=T*hour
    else:
        print('ingrese unidades al periodo de órbita')
        sys.exit()


    h = (G*M*T**2/(4*pi**2))**(1/3) - R
    print("La altura de la orbita desde la superficie de la tierra es {}␣
 ↪m\n".format(h))
```

```
Ingrese el periodo de orbita del satélite (con las unidades 's' 'min' o 'h')
24h
La altura de la orbita desde la superficie de la tierra es 35864982.
 ↪47544822 m
```

```
Ingrese el periodo de orbita del satélite (con las unidades 's' 'min' o 'h')
90min
La altura de la orbita desde la superficie de la tierra es 280750.
 ↪4229760235 m
```

```
Ingrese el periodo de orbita del satélite (con las unidades 's' 'min' o 'h')
45min
La altura de la orbita desde la superficie de la tierra es -2180659.
 ↪8117226907 m
```

Se concluye que no es posible que el satélite orbite la tierra cada 45 segundos ya que necesitaría orbitar a una distancia por debajo de la superficie de la tierra.

d

Un día sideral es el tiempo que se tarda el planeta Tierra en completar una rotación sobre se propio eje, mientras que el día solar (el de 24 horas) es el tiempo que se tarda una persona en la Tierra observar que el sol llegue al mismo punto en el cielo.

Si corremos el programa una vez más veremos que la diferencia es significativa

[130]:
```
t=["23.93h","24h" ]
H=[]
for i,T in enumerate(t):

    if "s" in T:
        T=float(T.strip("s"))

    elif "min" in T:
        T=float(T.strip("min"))
        T=T*minute

    elif "h" in T:
        T=float(T.strip("h"))
        T=T*hour
    else:
        print('ingrese unidades al periodo de órbita')
        sys.exit()


    h = (G*M*T**2/(4*pi**2))**(1/3) - R
    H.append(h)
    print("La altura de la orbita para un período de {} s es {} m\n".
 ↪format(t[i],h))
diff=abs(H[0]-H[1])
print('La diferencia entre las alturas es de {} metros'.format(diff))
```

```
La altura de la orbita para un período de 23.93h s es 35782816.980000556 m

La altura de la orbita para un período de 24h s es 35864982.47544822 m

La diferencia entre las alturas es de 82165.49544766545 metros
```