

# Péndulo simple

Jose Pablo Salazar Velazquez

Describir el movimiento de un péndulo, mediante ecuaciones matemáticas, suele ser algo complicado. Se pueden hacer suposiciones que simplifican el análisis del problema. Para el caso del péndulo simple, permiten resolver analíticamente las ecuaciones de movimiento, para oscilaciones con un ángulo inicial pequeño.

## 1. Péndulo simple

Al hablar de un "péndulo simple", simplemente nos referimos al análisis de un "pendulo real".<sup>en</sup> un sistema aislado, haciendo las siguientes suposiciones:

- La barra, cable, o hilo, del cual se sostiene la plomada, no tiene masa.
- La plomada, es una masa puntual.
- El movimiento, ocurre solamente en 2 dimensiones.
- El movimiento, no pierde energía debido a la fricción o resistencia al aire.
- El campo gravitacional, es uniforme.
- El soporte, no se mueve.

La ecuación diferencial, que describe el movimiento del péndulo, es

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0 \quad (1)$$

Donde  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $l$  es la longitud del péndulo, y  $\theta$  es el desplazamiento angular. Resolviendo para ángulos pequeños, el período nos queda:

$$T \approx 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2)$$

## 2. Codigo

Este fue el código que se utilizó para resolver la practica:

```
import numpy as np
from scipy.integrate import quad
import matplotlib.pyplot as plt

#Constantes

g=9.81
l= 3
n= 1000
e=0.001
T0 =np.linspace(e, (np.pi)-e, n)

#Integrales
I = [0 for i in range(n)]
E = [0 for i in range(n)]
T = [0 for i in range(n)]
To = 2.0 * np.pi*np.sqrt(l/g)

#Integrando
inte = lambda x, c : 1.0 /(np.sqrt(np.cos(x)-np.cos(c)))

for i in range(n):

    T1 = T0[i]
    I[i] , E [i] = quad(inte, 0, T1, args=(T1))
    T[i] = 4*np.sqrt(l/(2*g)) * I[i]

R=T/To

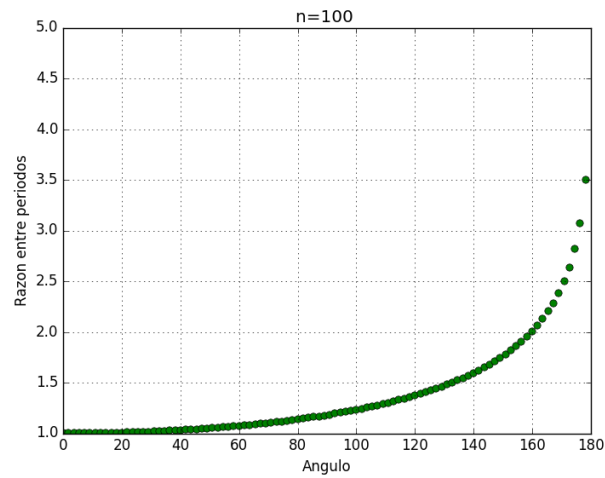
Tg= (T0*180.0)/np.pi

#Graph
plt.plot(Tg, R, "go")
plt.grid()
```

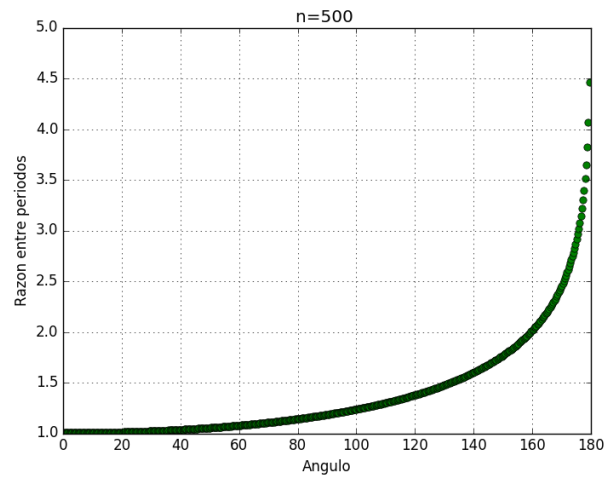
```
plt.title("Error ")
plt.xlabel("Angulo")
plt.ylabel("Razon entre periodos")
plt.axis([0,180,1,5])
plt.show()
```

Los resultados, que arrojó el programa, para  $n=100, 500$ , y  $1000$ , fueron los siguientes:

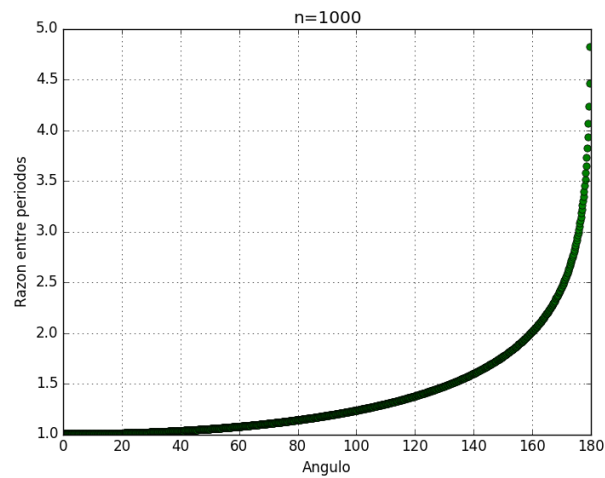
## 2.1. $n=100$



## 2.2. $n=500$



## 2.3. $n=1000$



## 3. Referencias

[https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum\\_mathematics](https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum_mathematics)