

Práctica de ordenador 1:

Movimiento relativo: el tiro

Paula Barceló Agulló

26782758V

Grado de Física Curso 2022/2023.

Índice

1. Introducción	2
2. Cuestión 1	3
3. Cuestión 2	8
4. Cuestión 3	12
5. Cuestión 4	13

1. introducción

Para esta práctica hemos utilizado un programa en python que nos permite estudiar el movimiento del tiro parabólico para predecir la trayectoria de un proyectil. En el estudio de este movimiento debemos tener en cuenta el movimiento de rotación de la Tierra.

Para poder hacer el estudio de forma efectiva debemos considerar dos sistemas de referencia uno fijo y otro que rota con la Tierra, ambos comparten origen y el eje z coincide con con el eje de rotación de la Tierra. Partimos del caso general

$$\bar{a} = \bar{a}' + \bar{r} \times \bar{\alpha} + (\bar{w} \times \bar{r}) \times \bar{w} + 2\bar{v} \times \bar{w}$$

Para el caso terrestre $\alpha = 0$ y $\bar{a}' = \bar{g}$

$$\bar{a} = \bar{g} + (\bar{w} \times \bar{r}) \times \bar{w} + 2\bar{v} \times \bar{w}$$

Considerando que el cambio de latitud debido al movimiento del proyectil es despreciable, el término centrípeto solo depende de la latitud ϕ del punto de lanzamiento, siendo su módulo

$$(\bar{w} \times \bar{r}) \times \bar{w} = 0.3373 \cos(\phi)$$

En nuestro sistema de referencia la velocidad angular es

$$\bar{w} = (w_x, 0, w_y) = w(-\cos(\phi), 0, \sin(\phi))$$

De esta forma obtenemos el término de Coriolis

$$2v_y w_z \bar{i} + 2(v_z w_x - v_x w_z) \bar{j} - 2v_y w_x \bar{k}$$

2. Cuestión 1

- En el programa, la aceleración se ha modificado con dos términos, fuerza centrípeta y fuerza de Coriolis. Puedes indicar cuál de ellas es más importante.

(Prueba a anular una u otra y ver cómo sería el movimiento.)

Primero analizaremos el movimiento teniendo en cuenta ambas fuerzas

Tiro contando rotación

$n = 23857$

$x_f = -43346.593884334725$

$y_f = 111.77836677566056$

$z_f = -0.0025093005642702337$

Tiro puro

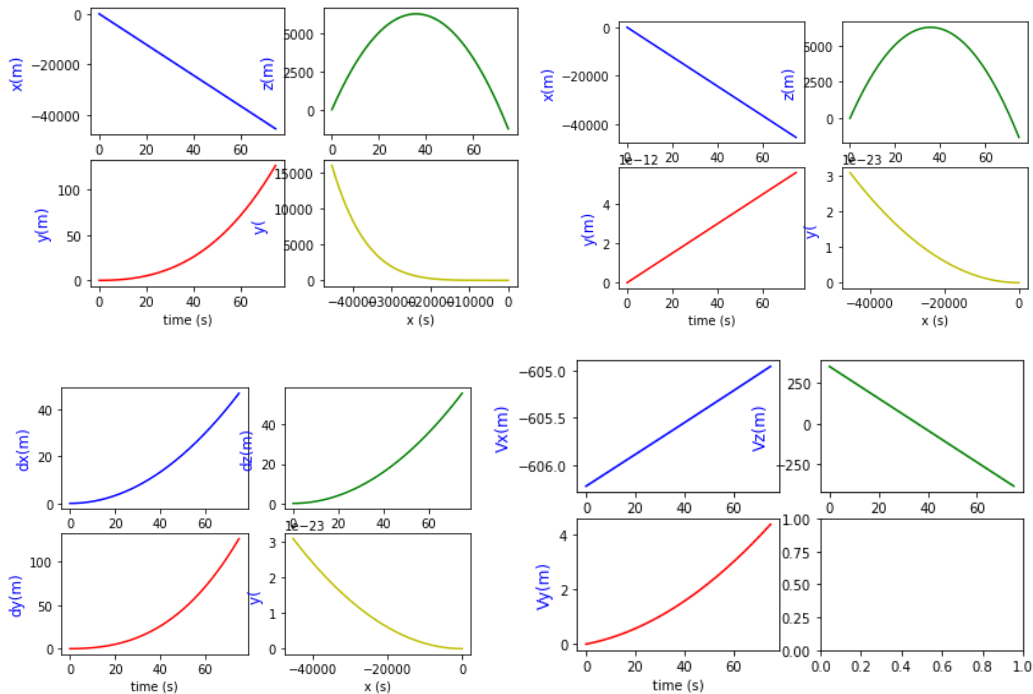
$n_a = 23809$

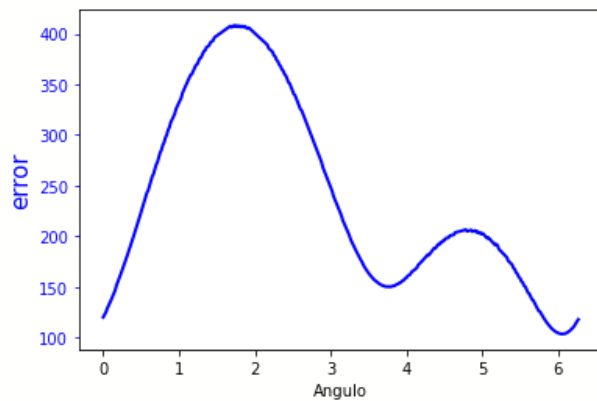
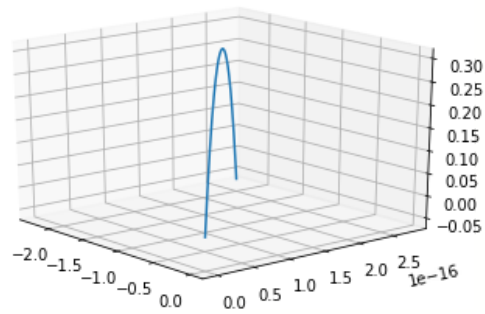
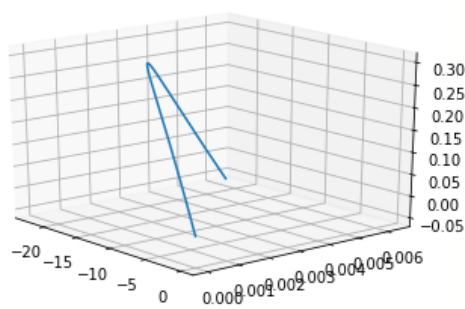
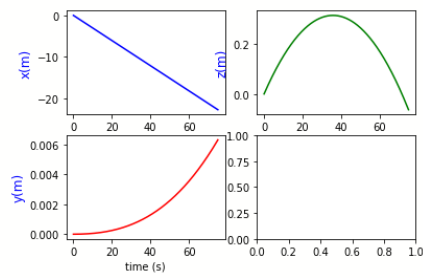
$x_{af} = -43302.04964326347$

$y_{af} = 5.3029716492142415e-12$

$z_{af} = -0.450026101374533$

Error en el tiro = 120.32702394577514





Seguidamente estudiamos el tiro anulando la fuerza de coriolis

Tiro contando rotación

$n = 23857$

$x_f = -43346.80656979175$

$y_f = 5.313662675261631e-12$

$z_f = -0.2559779580042232$

Tiro puro

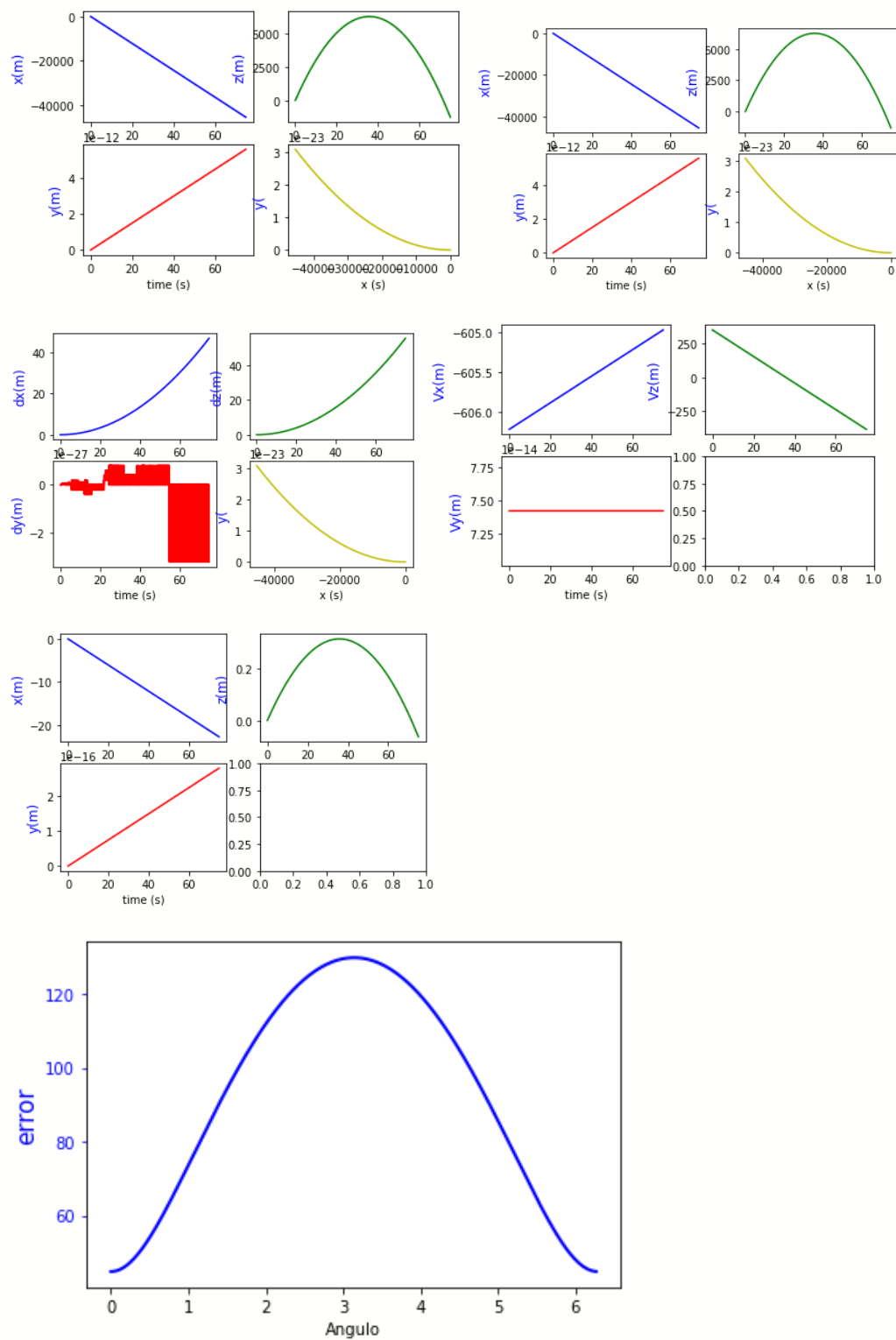
$n_a = 23809$

$x_{af} = -43302.04964326347$

$y_{af} = 5.3029716492142415e-12$

$z_{af} = -0.450026101374533$

Error en el tiro = 44.75692652828002



Por último estudiamos el tiro anulando la fuerza centrípeta

Tiro contando rotación

$n = 23809$

$x_f = -43301.8380804453$

$y_f = 111.42405166403503$

$z_f = -0.19789535272457215$

Tiro puro

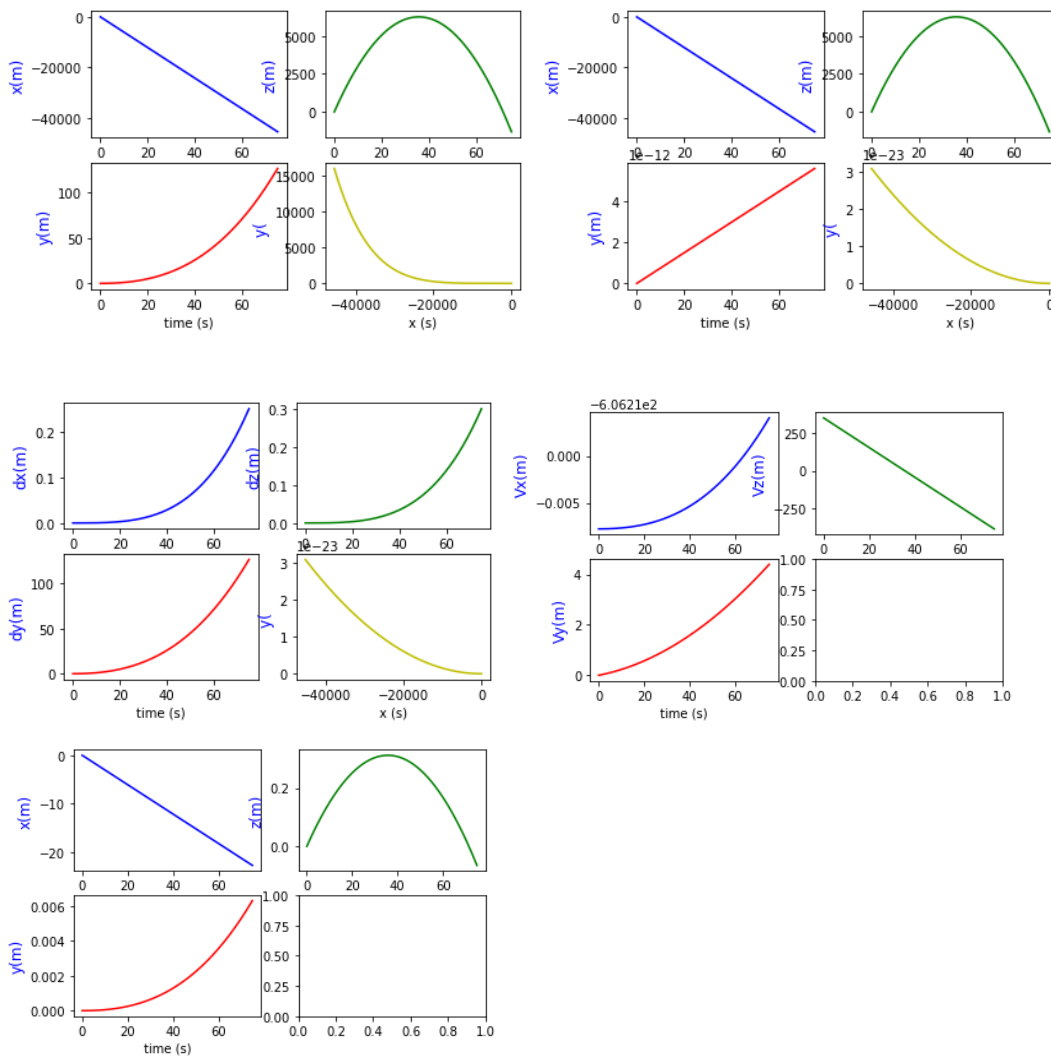
$n_a = 23809$

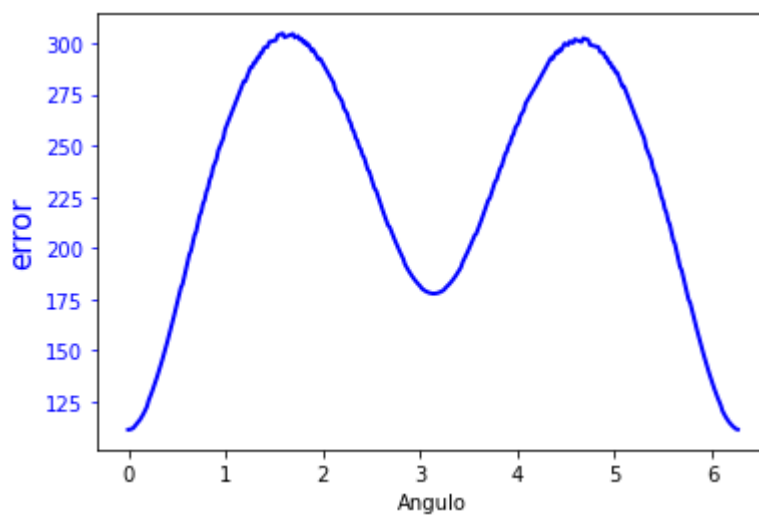
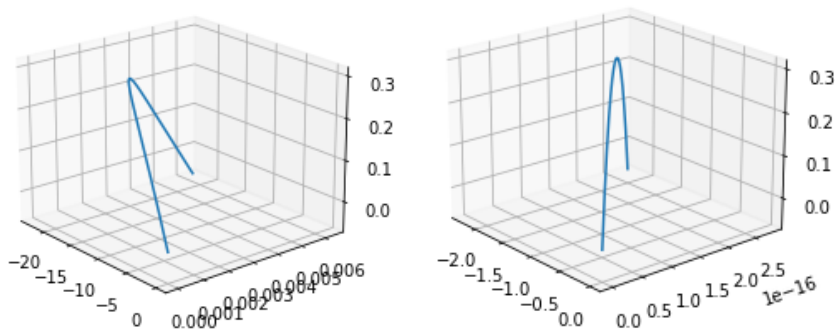
$x_{af} = -43302.04964326347$

$y_{af} = 5.3029716492142415e-12$

$z_{af} = -0.450026101374533$

Error en el tiro = 111.4242525128816





El error del tiro en comparación con el tiro parabólico puro es: 120.32702 m.
 Al anular la fuerza de Coriolis: 44.75692 m.
 Al anular la fuerza centrípeta: 111.42425 m.

A partir de estos resultados podemos concluir que la fuerza con más importancia, es decir, la que más afecta a la posición final en la que se produce el impacto es la fuerza de coriolis ya que es la que produce más error respecto al tiro parabólico puro

3. Cuestión 2

- En el primer programa intenta modificar los ángulos de lanzamiento para que el tiro caiga lo más cerca posible de la posición predicha por el tiro parabólico puro.

latitud= 40.0

ángulo de alzada del tiro=30.0°

ángulo plano 0° Sur eje X, 90° Este eje y, 180° Sur 270° Oeste

Tiro contando rotación

n= 23857

xf= -43346.593884334725

yf= 111.77836677566056

zf= -0.0025093005642702337

Tiro puro

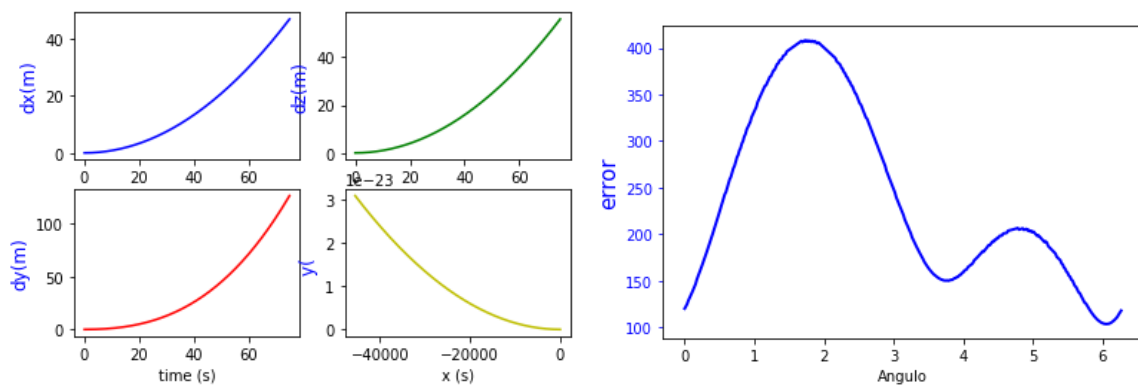
na= 23809

xaf= -43302.04964326347

yaf= 5.3029716492142415e-12

zaf= -0.450026101374533

Error en el tiro = 120.32702394577514



ángulo de 20°

latitud= 40.0

ángulo de alza del tiro= 20.0°

ángulo plano 0° Sur eje X, 90° Este eje y, 180° Sur 270° Oeste

Tiro contando rotación

n= 16320

xf= -32186.437797255025

yf= 63.024422526776725

zf= -0.6260562087532122

Tiro puro

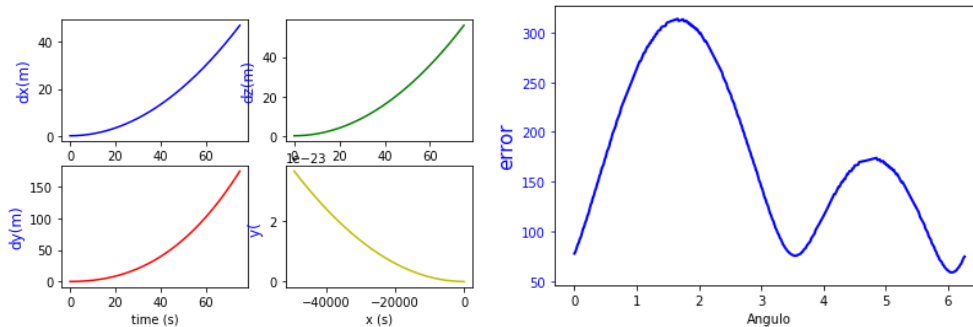
na= 16287

xaf= -32141.310453372316

yaf= 3.936175296712378e-12

zaf= -0.7024934677501733

Error en el tiro = 77.51486954605163



ángulo de 10°

latitud= 40.0

ángulo de alza del tiro=10.0°

ángulo plano 0° Sur eje X, 90° Este eje y, 180° Sur 270° Oeste

Tiro contando rotación

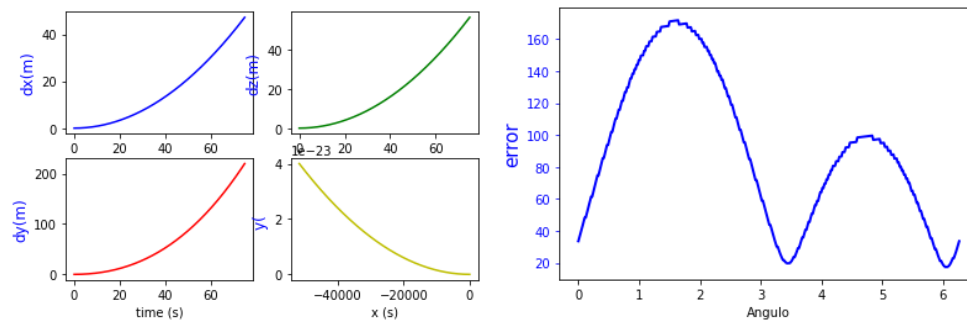
n= 8286

xf= -17131.785553120324

yf= 18.514968055015217

zf= -0.21527459094512835

Tiro puro
na= 8269
xaf= -17101.77222117054
yaf= 2.094363061040362e-12
zaf= -0.13490585339013705
Error en el tiro = 35.264771894995405

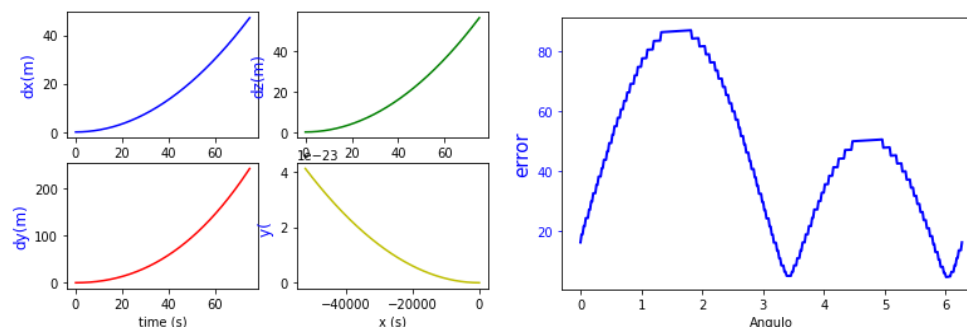


ángulo de 5°

latitud= 40.0
ángulo de alza del tiro= 5.0°
ángulo plano 0° Sur eje X, 90° Este eje y, 180° Sur 270° Oeste

Tiro contando rotación
n= 4159
xf= -8699.718148637658
yf= 4.898099190899921
zf= -0.088087898914182

Tiro puro
na= 4151
xaf= -8684.276173782502
yaf= 1.063517101913437e-12
zaf= -0.16340187928210526
Error en el tiro = 6.200184045594554



ángulo de 2°

latitud= 40.0

ángulo de alza del tiro= 2.0°

ángulo plano 0° Sur eje X, 90° Este eje y, 180° Sur 270° Oeste

Tiro contando rotación

n= 1666

xf= -3496.4010266265454

yf= 0.8055936154564377

zf= -0.060158694423343206

Tiro puro

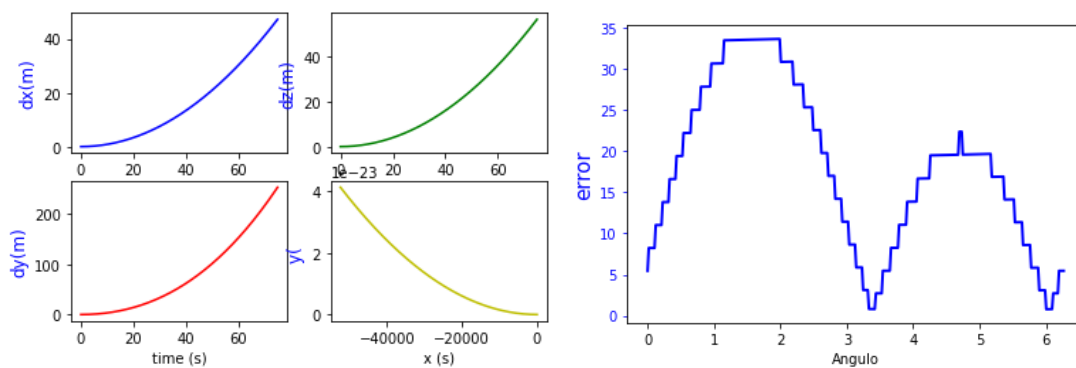
na= 1662

xaf= -3488.213392997768

yaf= 4.2718293664776495e-13

zaf= -0.013610346672749074

Error en el tiro = 8.227169957667655



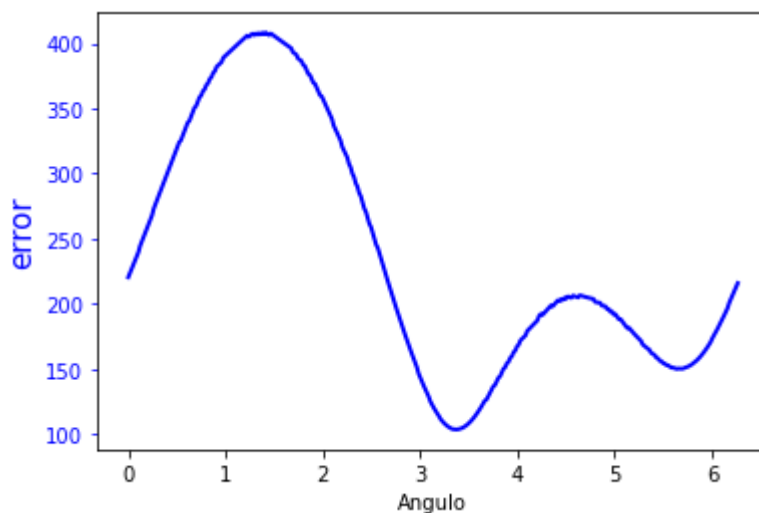
Tras analizar el valor del error para diferentes ángulos, concluimos que, a medida que disminuimos el ángulo de alza en el tiro disminuye a su vez el error respecto al tiro parabolico puro

4. Cuestión 3

- En el segundo programa vemos como la dirección en la que disparemos afecta al tiro. Intenta razonar cuál es el origen de esta diferencia. Analizamos el error en el tiro con una latitud $\text{lat}=40$ y un ángulo de alza de 30°

El error mínimo lo encontramos en 3.36848 rad
Error en el tiro = 103.81168314480809

El error máximo lo encontramos en 1.93731 rad
Error en el tiro = 404.59486303211764

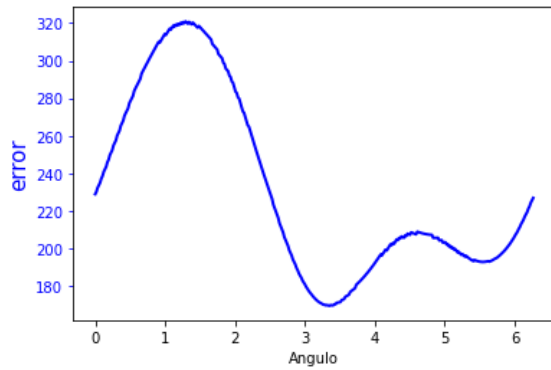


En la grafica podemos observar que el menor error se produce alrededor de los 193° (3.36848 rad), mientras que el error máximo se encuentra en torno a los 111° (1.9371rad)

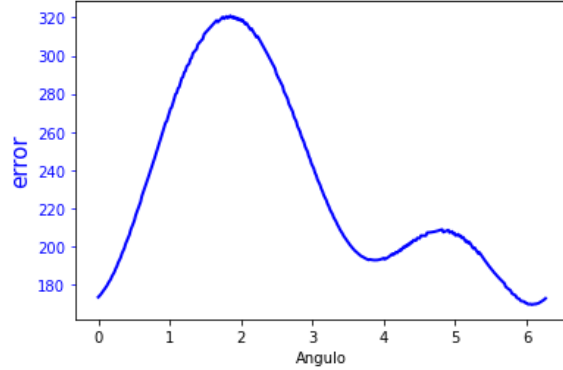
5. Cuestión 4

- Prueba a modificar la latitud y analiza cómo afecta. Si nos desplazamos al hemisferio Sur (latitudes negativas) se observa algún cambio.

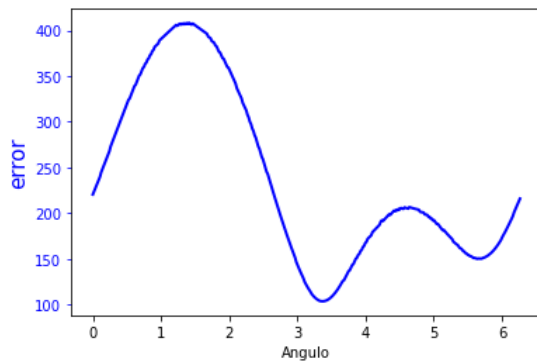
latitud= 60



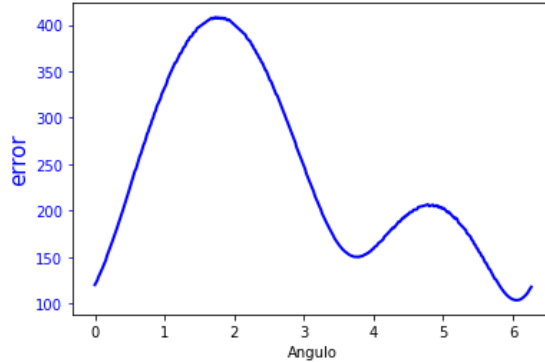
latitud=-60



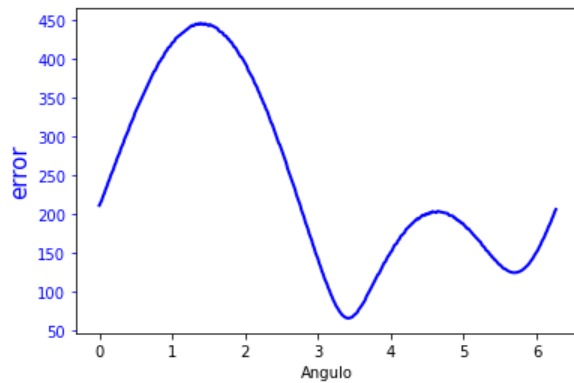
latitud= 40.0



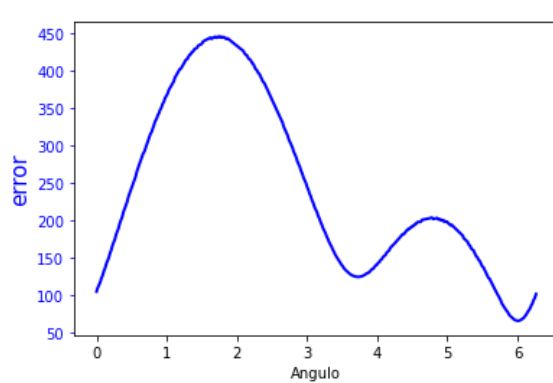
latitud= -40.0

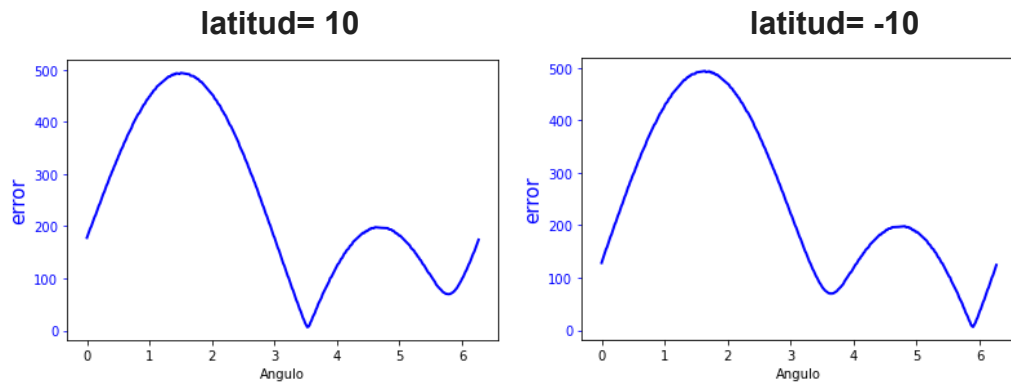


latitud= 30.0



latitud= -30.0





Tras analizar los gráficos obtenidos podemos ver claramente que mientras que el mínimo absoluto en el error cuando se trata de una latitud positiva se encuentra alrededor de los 180° , dirección sur en el caso de las latitudes negativas se encuentra alrededor de los 0° , dirección norte. En ambos casos podemos observar que el máximo absoluto se encuentra alrededor de los 90° . En las graficas tambien observamos que a medida que disminuye la latitud en términos de valor absoluto obtenemos un valor mayor de máximo absoluto y un valor menor del mínimo absoluto