

# Tiro Parabólico

Martín Alejandro Paredes Sosa

Abril 2015

## 1. Introducción

En la realización de esta práctica, se estudió el tiro parabólico cuando existe una resistencia, la que en este caso es el aire. Utilizando las ecuaciones de movimiento para tiro parabólico con resistencia en el aire, se realizó un programa en FORTRAN, donde el usuario ingresa la posición del proyectil esférico, velocidad inicial y ángulo de tiro, con los cuales nos permite calcular la posición en diferentes tiempos, su alcance, altura máxima y el tiempo total de vuelo en un tiro con y sin resistencia al aire.

## 2. Código

En este apartado se mostrara el código FORTRAN y la manera en que funciona.

### 2.1. Algoritmo

El programa consiste:

1. Ingreso de datos por usuario: Posición  $x$  y  $y$ , Ángulo y velocidad del proyectil
2. Se ingresa a la subrutina de nFric
3. El ángulo es convertido a radianes, con el cual se descompone la velocidad en  $x$  y  $y$ .
4. Se crea un documento *nfric.dat* donde se escribirá la posición del proyectil.
5. Se inicia un ciclo donde se calcula la posición en ambos ejes coordenados
6. Cuando la altura llega a 0 se termina el ciclo y se calcula el alcance y altura máxima.
7. Se ingresa a la subrutina de Fric
8. El ángulo es convertido a radianes
9. Se pide la masa del proyectil y el radio
10. Se crea el documento *Fric.dat* donde se escribirá la posición del proyectil.
11. Se inicia un ciclo donde se calcula la posición  $x$  y  $y$ .

12. Cuando la altura llega a 0 se termina el ciclo y se calcula el alcance y altura máxima.
13. Se imprimen resultados en pantalla de alcance, altura máxima y tiempo total de vuelo.

## 2.2. Código FORTRAN

```

!=====
!Este programa calcula el tiro parabolico con resistencia en el aire
!=====
!=====
MODULE cons

  Real , parameter :: grad =(4*atan(1.0))/180
  Real , parameter :: pi=4*atan(1.0)
  Integer , parameter :: ntps = 6000
  Real , parameter :: g = 9.806

  Real , parameter :: DAire = 1.29 !Densidad del aire
  Real , parameter :: Csphere = 0.47
END MODULE cons
!=====
subroutine nFric (xi,yi,vi,ang,xnf,ynf,tnf)

  USE cons
  IMPLICIT NONE
  Integer :: i
  Real, Dimension (1:ntps) :: x,y,t
  Real :: xi, yi, vi, ang,rad    !Variables externas
  Real :: xnf, ynf, tnf    !Variables internas

  rad = ang*grad !conversion Grad-Rad
  t=0
  x=0
  y=0

  OPEN (1, FILE = "nfric.dat")

  DO i=1,ntps,1

    IF (ang==0) THEN
y(i)= yi
t(i)= 0
x(i) =0
      EXIT
    ELSE IF (ang==90) THEN
t(i)= float(i)*0.01

```

```

x(i)= 0
y(i)= yi + (vi * sin(rad) *t(i)) - (0.5*g*t(i)*t(i))
    ELSE
t(i)= float(i)*0.01
x(i)= xi + (vi * cos(rad) *t(i))
y(i)= yi + (vi * sin(rad) *t(i)) - (0.5*g*t(i)*t(i))
    END IF

    write (1,1001) x(i), y(i)
    1001 format (f11.5,f11.5)

IF (y(i)<0) EXIT

END DO

CLOSE (1)
tnf = MAXVAL(t)
xnf = MAXVAL(x)
ynf = MAXVAL(y)

end subroutine nFric
!=====
subroutine Fric (xi,yi,vi,ang,xf, yf, tf)

USE cons
IMPLICIT NONE
integer :: i
REAL, DIMENSION (0:ntps) :: ax, dy, ct, velax, velby, aax, aby
Real :: xi, yi , vi, ang, rad !Entrada
Real :: xf, yf, tf !Salida
Real :: area , radio, masa , ad

Print *, 'Ingrese la masa del objeto (kg)'
Read *, masa
Print *, 'Ingrese el radio del proyectil'
Read *, radio
area= pi*radio*radio
rad = ang*grad
!do i=0 , ntps ,1 ! Ignorar
!by(i)=0          ! Debug Problema  con los valores dentro del array
!end do ! No hacer caso a esto

ax(0) = xi
dy(0) = 0
velax(0) = vi*cos(rad)

```

```

velby(0) = vi*sin(rad)
ad = (0.5*DAire*Csphere*area)/masa
aax(0) = -ad*velax(0)*velax(0)
aby(0) = -g-(ad*velby(0)*velby(0))
ct(0) = 0

OPEN(2, FILE="Fric.dat")
write (2,1001) ax(0), dy(0)
1001 format (f11.5,f11.5)

DO i=0, ntps, 1
    IF (ang==0) THEN
        ct(i+1) = 0
        ax(i+1) = 0
        dy(i+1) = 0
        EXIT
    ELSE IF (ang==90) THEN
        ct(i+1) = ct(i)+0.01
        velby(i+1) = velby(i)+ aby(i)*ct(i+1)
        aby(i+1) = -g-(ad*velby(i)*velby(i))
        ax(i+1) = 0
        dy(i+1) = dy(i)+ velby(i)*ct(i+1)+ (0.5*aby(i)*ct(i+1)*ct(i+1))
    ELSE
        ct(i+1) = ct(i)+0.01
        velax(i+1) = velax(i)+ aax(i)*ct(i+1)
        velby(i+1) = velby(i)+ aby(i)*ct(i+1)
        aax(i+1) = -ad*velax(i)*velax(i)
        aby(i+1) = -g-(ad*velby(i)*velby(i))
        ax(i+1) = ax(i)+ velax(i)*ct(i+1)+ (0.5*aax(i)*ct(i+1)*ct(i+1))
        dy(i+1) = dy(i)+ velby(i)*ct(i+1)+ (0.5*aby(i)*ct(i+1)*ct(i+1))
    END IF

    write (2,1001) ax(i+1), dy(i+1)
    IF (dy(i+1)<0) EXIT
END DO

CLOSE(2)
xf = ax(i+1)
yf = MAXVAL(dy)
tf = ct(i+1) * 10.0

!do i=0 , ntps ,1 Ignorar
!print *, dy(i+1) Debug Problemas con el array
!end do No hecer caso a esto

end subroutine Fric

```

```

!=====
program proyectil
  use cons
  implicit none
  !Declaración
  Real:: xi, yi, vi, ang !Entrada
  Real:: xnf, ynf, tnf, xf, yf, tf      !Salida
  Real:: error, ag

  PRINT *, "Este programa calcula el tiro parabolico con resistencia "
  PRINT *, "y sin resistencia de un objeto esferico"

  write (*,*) 'Ingrese posicion en "x","y","Vo" y Angulo'
  read *, xi, yi ,vi, ang
  ag=ang
  call nFric (xi, yi, vi, ang, xnf, ynf, tnf)
  call Fric (xi, yi, vi, ang, xf, yf, tf)

  error= ((xnf-xf)/xnf) * 100.0

  PRINT *, "=====
  PRINT *, "Posicion inicial del tiro: x=", xi, ", y=", yi
  PRINT *, "Con una velocidad inicial de", vi, "m/s"
  PRINT *, "Angulo de", ang, "radianes o ", ag , "grados respecto al piso"
  PRINT *, "=====
  PRINT *, "          Sin Friccion"
  PRINT *, "El tiempo total de vuelo es:", tnf, "s"
  PRINT *, "La altura maxima alcanzada es:", ynf, "m"
  PRINT *, "Tiene un alcance de:", xnf, "m"
  PRINT *, "=====
  PRINT *, "          Con Friccion"
  PRINT *, "El tiempo total de vuelo es:", tf, "s"
  PRINT *, "La altura maxima alcanzada es:", yf, "m"
  PRINT *, "Tiene un alcance de:", xf, "m"
  PRINT *, "=====
  PRINT *, "La diferencia porcentual entre ambos tiros es", error, "%"
end program proyectil

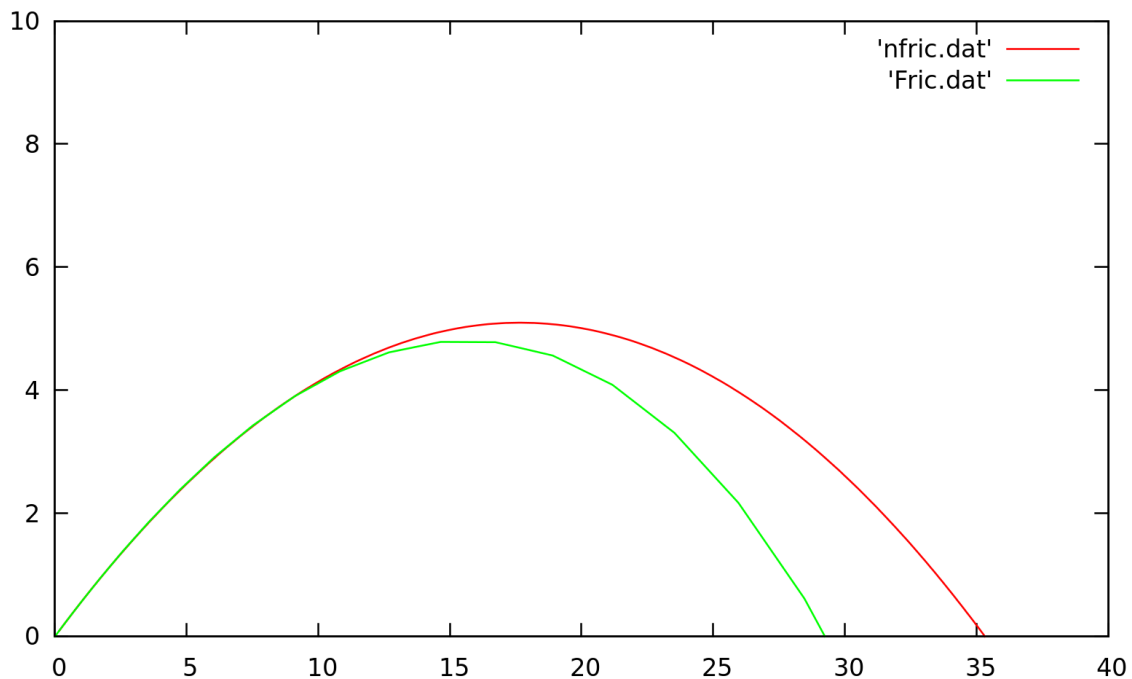
```

### 3. Resultados

En este apartado se mostrara los resultados obtenidos por el .

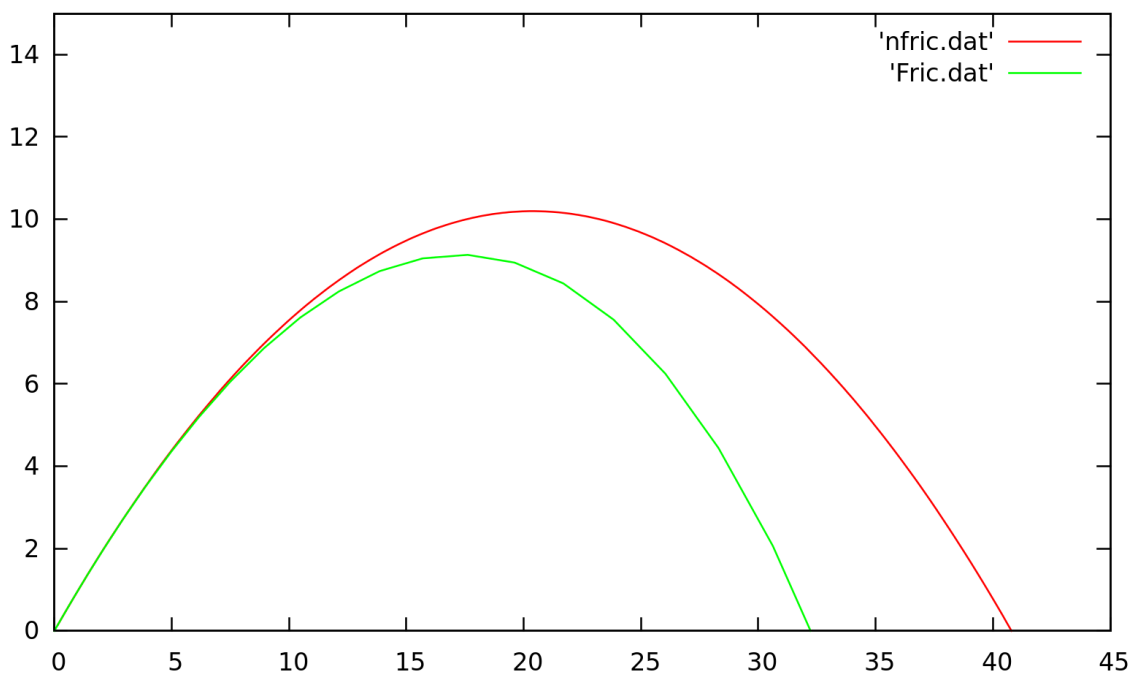
#### 3.1. Tiro 0 Grados

```
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$ ./TParabolico
Este programa calcula el tiro parabolico con resistencia
y sin resistencia de un objeto esferico
Ingrese posicion en "x","y","Vo" y Angulo
0
0
20
30
Ingrese la masa del objeto (kg)
0.25
Ingrese el radio del proyectil
0.05
=====
Posicion inicial del tiro: x= 0.00000000 , y= 0.00000000
Con una velocidad inicial de 20.0000000 m/s
Angulo de 0.523598790 radianes o 30.0000000 grados respecto al piso
=====
Sin Friccion
El tiempo total de vuelo es: 2.03956771 s
La altura maxima alcanzada es: 5.09891939 m
Tiene un alcance de: 40.8796692 m
=====
Con Friccion
El tiempo total de vuelo es: 2.00000024 s
La altura maxima alcanzada es: 4.78618574 m
Tiene un alcance de: 31.0370140 m
=====
La diferencia porcentual entre ambos tiros es 24.0771389 %
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$
```



### 3.2. Tiro 30 Grados

```
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$ ./TParabolico
Este programa calcula el tiro parabolico con resistencia
y sin resistencia de un objeto esferico
Ingrese posicion en "x","y","Vo" y Angulo
0
0
20
45
Ingrese la masa del objeto (kg)
0.25
Ingrese el radio del proyectil
0.05
=====
Posicion inicial del tiro: x= 0.00000000 , y= 0.00000000
Con una velocidad inicial de 20.0000000 m/s
Angulo de 0.785398185 radianes o 45.0000000 grados respecto al piso
=====
Sin Friccion
El tiempo total de vuelo es: 2.88438416 s
La altura maxima alcanzada es: 10.1978378 m
Tiene un alcance de: 40.8933334 m
=====
Con Friccion
El tiempo total de vuelo es: 2.30000043 s
La altura maxima alcanzada es: 9.13464546 m
Tiene un alcance de: 32.9851379 m
=====
La diferencia porcentual entre ambos tiros es 19.3385925 %
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$
```



### 3.3. Tiro 60 Grados

```
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$ ./TParabolico
Este programa calcula el tiro parabolico con resistencia
y sin resistencia de un objeto esferico
Ingrese posicion en "x","y","Vo" y Angulo
0
0
20
60
Ingrese la masa del objeto (kg)
0.25
Ingrese el radio del proyectil
0.05
=====
Posicion inicial del tiro: x= 0.00000000 , y= 0.00000000
Con una velocidad inicial de 20.0000000 m/s
Angulo de 1.04719758 radianes o 60.0000000 grados respecto al piso
=====
Sin Friccion
El tiempo total de vuelo es: 3.53263497 s
La altura maxima alcanzada es: 15.2967587 m
Tiene un alcance de: 40.8796692 m
=====
Con Friccion
El tiempo total de vuelo es: 2.50000024 s
La altura maxima alcanzada es: 13.0663891 m
Tiene un alcance de: 28.1975880 m
=====
La diferencia porcentual entre ambos tiros es 31.0229530 %
martin@MAPS:~/Documentos/ProgFortran/ProgramacionF/Producto6$
```

