

Fuerza de Arrastre

Jesús valenzuela Nieblas

1. INTRODUCCION

En dinámica de fluidos, el arrastre o fricción de fluido es la fricción entre un objeto sólido y el fluido (un líquido o gas) por el que se mueve. Para un sólido que se mueve por un fluido o gas, el arrastre es la suma de todas las fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas en la dirección del flujo del fluido externo. Por tanto, actúa opuestamente al movimiento del objeto, y en un vehículo motorizado esto se resuelve con el empuje. Esto se expresa como:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho u^2 C_D A$$

donde:

F_D es la fuerza de arrastre, que es por definición la componente de la fuerza en la dirección de la velocidad del flujo. ρ , es la densidad del fluido,⁷. v es la rapidez del objeto relativa al fluido, y A es el área de referencia.

Es esencialmente la afirmación de que la fuerza de arrastre sobre cualquier objeto es proporcional a la densidad del fluido y proporcional al cuadrado de la velocidad relativa entre el objeto y el fluido. c_d no es constante sino que varía como función de la velocidad, la dirección del flujo, la posición del objeto, el tamaño del objeto, la densidad del fluido y la viscosidad del mismo. La velocidad, la viscosidad cinemática y una escala de longitud característica del objeto se incorporan en una cantidad adimensional llamada número de Reynolds, Re . c_d es entonces una función de Re .

2. CÓDIGO UTILIZADO

2.1. Modulo para declaración de variables

```
Module const
  implicit none
  real, parameter :: pi = 4.0*atan(1.0)

  real, parameter :: g = 9.81
  real, parameter :: Dair=1.18
  real,parameter :: coefe=0.47
  real,parameter::delta=0.01
  integer,parameter::pts=300000
end module const
```

2.2. Subrutina para lanzamiento sin fricción

```
subroutine SinF (v, Vox, Voy, R, tf, xf, yf,ym)
  use const
  implicit none
  real, dimension(1:pts)::x,y,t
  real:: v, Vox, Voy, R, ym
  real:: tf, xf, yf
  integer:: i

  tf= 0
  open(1, file='sinf.dat')
  do while (yf>=0)
    tf=tf+.01
    xf = (v*cos(R)*tf)
    yf = (v*sin(R)*tf-(0.5*g*tf*tf))

    write(1,*) xf, yf, tf

  end do
  close(1)

  ym=((v*v*sin(R)*sin(R))/(2*g))
end subroutine SinF
```

2.3. Subrutina para lanzamiento con arrastre

```
subroutine ConF (v, Vox, Voy, R, tfa, xfa, yfa)
  use const
```

```

implicit none
real,dimension (0:pts) :: xcf, ycf, tcf, vxf, vyf, axf, ayf
real:: v, Vox, Voy, R !de entrada
real:: tfa, xfa, yfa !de salida
real:: A, ra, m, D
integer:: i

write (*,*) "Ingrese la masa del objeto en Kg"
read *, m
write (*,*) "Ingrese el radio de la bola"
read*, ra
A= pi*ra*ra
xcf(0) =0
ycf(0) =0
vxf(0) = v*cos(R)
vyf(0) = v*sin(R)
D = (0.5*Dair*A*coefe)
axf(0) = -(D/m)*(sqrt((vxf(0)*vxf(0))+(vyf(0)*vyf(0))))*vxf(0)
ayf(0) = -g-(D/m)*(sqrt((vxf(0)*vxf(0))+(vyf(0)*vyf(0))))*vyf(0)
tcf(0)=0

open (2, file="conf.dat")
write (2,1001) xcf(0), ycf(0)
1001 format (f11.5,f11.5)
do i = 0, pts,1
    tcf(i+1) = tcf(i)+delta
    vxf(i+1) = vxf(i)+axf(i)*tcf(i+1)
    vyf(i+1) = vyf(i)+ayf(i)*tcf(i+1)
    axf(i+1) = -(D/m)*(sqrt((vxf(0)*vxf(0))+(vyf(0)*vyf(0))))*vxf(0)
    ayf(i+1) = -g-(D/m)*(sqrt((vxf(0)*vxf(0))+(vyf(0)*vyf(0))))*vyf(0)

    xcf(i+1) = xcf(i)+vxf(i)*tcf(i+1)+(0.5*axf(i)*tcf(i+1)*tcf(i+1))
    ycf(i+1) = ycf(i)+vyf(i)*tcf(i+1)+(0.5*ayf(i)*tcf(i+1)*tcf(i+1))

write(2,1001) xcf(i+1), ycf(i+1)
    if (ycf(i+1)<=0) then
        exit
    end if
end do
close (2)
xfa = xcf(i)
yfa = MAXVAL(ycf)
tfa = tcf(i)*10.0

end subroutine ConF

```

2.4. Código utilizado

```
program proyectilR
  Use const
  implicit none

  real:: Vox, Voy, R
  real::tf, xf, yf !entradas sin arrastre
  real::tfa, xfa, yfa !entradas con arrastre
  real::dift, difx, dify
  real::v, a, ym

  integer :: i

  write(*,*) 'Escribe el ángulo inicial del lanzamiento (Real)'
  read *, a
  write(*,*) 'Escribe la velocidad de lanzamiento en m/s (Real)'
  read *, v

  R = a*pi/180.0
  Vox= v*cos(R)
  Voy= v*sin(R)
  tf=0

  call SinF (v, Vox, Voy, R, tf, xf, yf, ym)
  call ConF (v, Vox, Voy, R, tfa, xfa, yfa)
  dift=abs(((tf-tfa)/tfa)*100.0)
  difx=abs(((xf-xf_a)/xf_a)*100.0)
  dify=abs(((ym-yfa)/yfa)*100.0)

  write(*,*) '-----'
  write(*,*) ' un objeto se lanza con una velocidad inicial de ',v,'m/s'
  write(*,*) 'con un angulo de ',a,'grados.'
  write(*,*) '-----'
  write(*,*) '#despreciando la fricción del aire#'
  write(*,*) '-----'
  write(*,*) 'su altura maxima sera',ym,'metros'
  write(*,*) 'mientras que su distancia maxima abarcada sera',xf, 'metros'
  write(*,*) 'su tiempo de vuelo sera de',tf,' segundos.'
  write(*,*) '-----'
  write(*,*) '#considerando la fricción del aire#'
  write(*,*) '-----'
```

```

write(*,*) 'su altura maxima sera',yfa,'metros'
write(*,*) 'mientras que su distancia maxima abarcada sera',xfa, 'metros'
write(*,*) 'su tiempo de vuelo sera de',tfa,' segundos.'
write(*,*) 'la diferencia porcentual al tiro ideal será'
write(*,*) 'en el eje x: ',difx,'% '
write(*,*) 'en el eje y: ',dify,'% '
write(*,*) 'del tiempo: ',dift, '% '

end program proyectilR

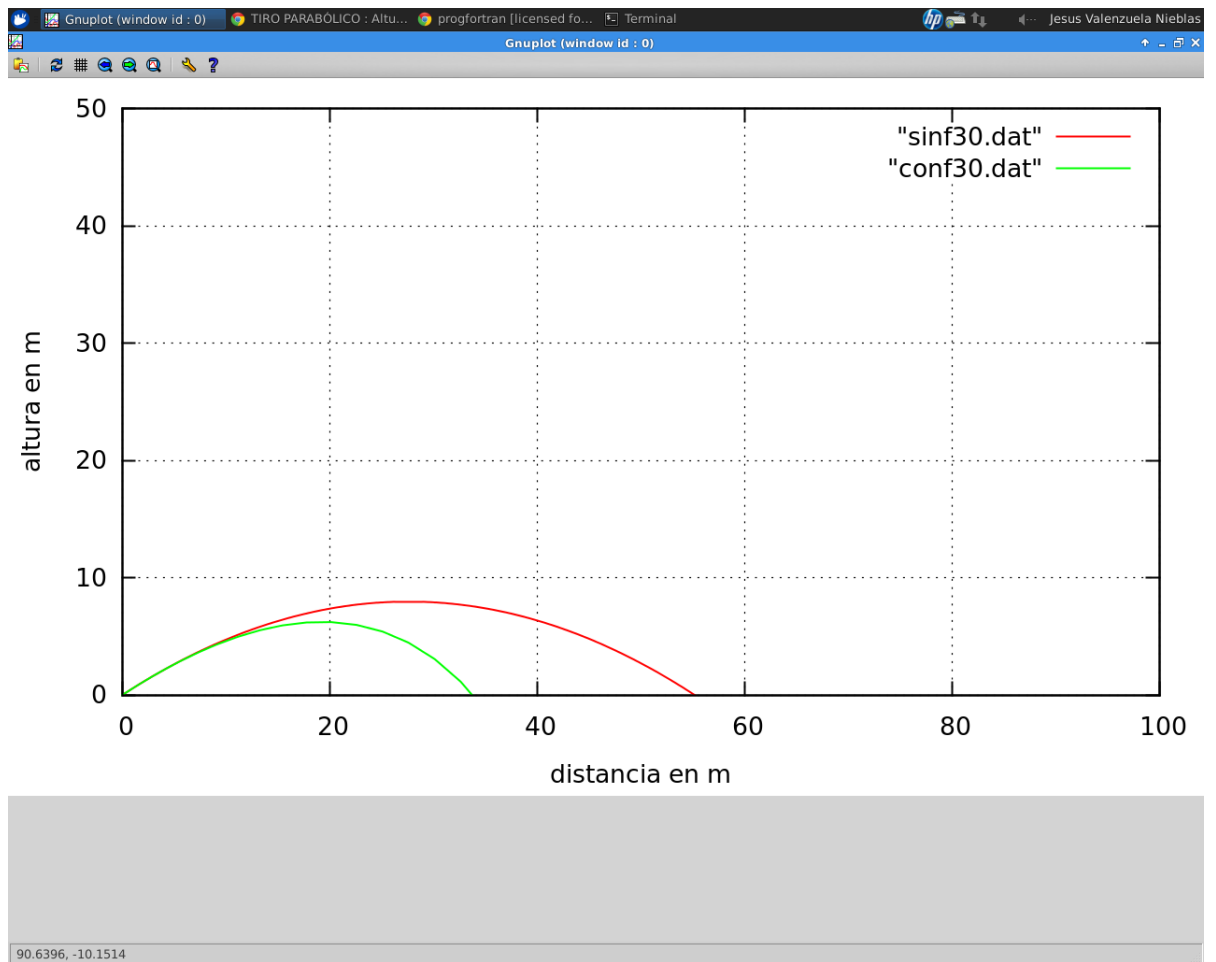
```

3. Se corrió el programa con diferentes datos

Se hizo la prueba para 30, 45 y 60 grados con una velocidad de $25m/s$, con una esfera de radio $,05m$ con una masa de $,25kg$.

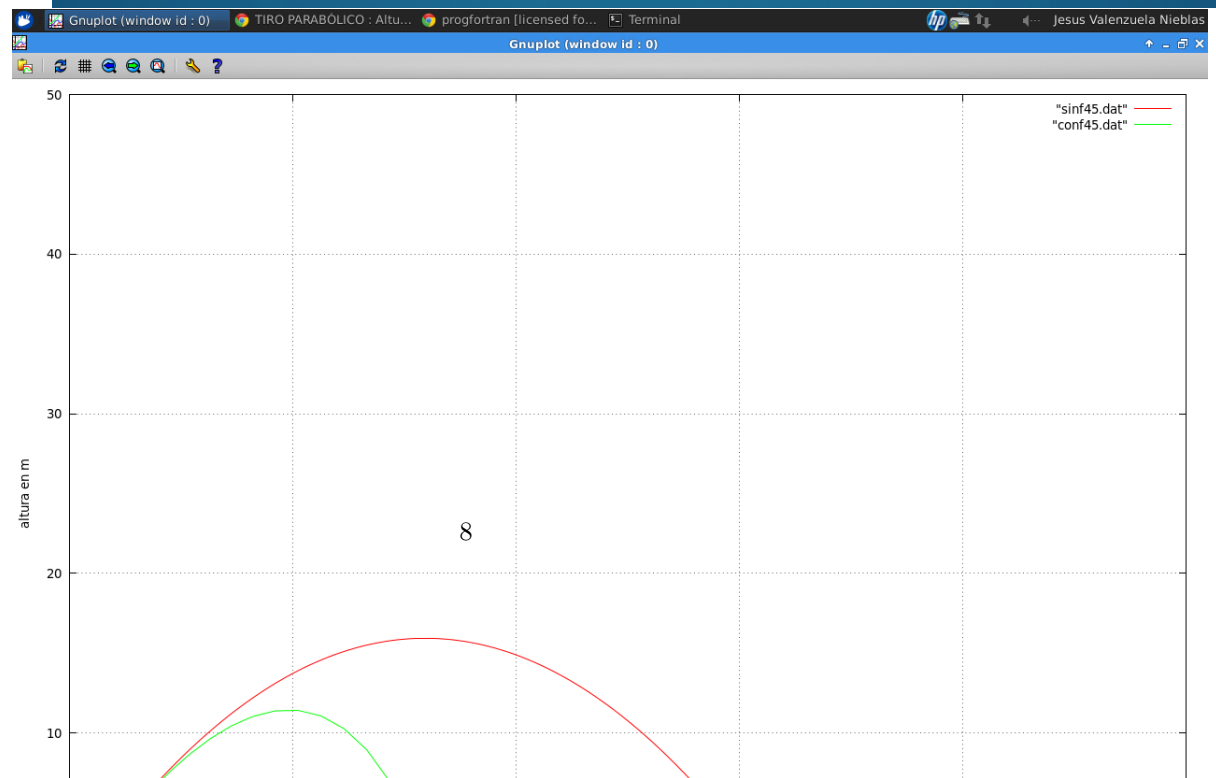
3.1. Resultado y gráfica de tiro de 30 grados

```
TIRO PARABÓLICO : Altu... [progfortran (licensed f... Terminal
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
Ingrese la masa del objeto en Kg
.25
Ingrese el radio de la bola
.05
-----
un objeto se lanza con una velocidad inicial de 25.0000000 m/s
con un angulo de 30.0000000 grados.
-----
#despreciando la fricción del aire#
-----
su altura maxima sera 7.96381187 metros
mientras que su distancia maxima abarcada sera 55.2090759 metros
su tiempo de vuelo sera de 2.54999804 segundos.
-----
#considerando la fricción del aire#
-----
su altura maxima sera 6.21652126 metros
mientras que su distancia maxima abarcada sera 32.6250725 metros
su tiempo de vuelo sera de 1.90000010 segundos.
la diferencia porcentual al tiro ideal sera
en el eje x: 69.2228470 %
en el eje y: 28.1072083 %
del tiempo: 34.2104149 %
jvalenzuela@ltsp37:~/ProgFortran/Producto6$
```



3.2. Resultado y gráfica para tiro de 45grados

```
TIRO PARABÓLICO - Altu... [progfortran (licensed f... Terminal
Terminal
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
Ingrese la masa del objeto en Kg
.25
Ingrese el radio de la bola
.05
-----
un objeto se lanza con una velocidad inicial de 25.0000000 m/s
con un angulo de 45.0000000 grados.
-----
#despreciando la fricción del aire#
-----
su altura maxima sera 15.9276237 metros
mientras que su distancia maxima abarcada sera 63.8163338 metros
su tiempo de vuelo sera de 3.60999703 segundos.
-----
#considerando la fricción del aire#
-----
su altura maxima sera 11.4088268 metros
mientras que su distancia maxima abarcada sera 32.4026604 metros
su tiempo de vuelo sera de 2.20000029 segundos.
la diferencia porcentual al tiro ideal será
en el eje x: 96.9478226 %
en el eje y: 39.6078987 %
del tiempo: 64.0907516 %
jvalenzuela@ltsp37:~/ProgFortran/Producto6$
```



3.3. Resultado y gráfica para tiro de 60 grados

