

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA I
PRACTICA No. 7

DINÁMICA: SEGUNDA LEY DE NEWTON

Estudiante:

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Docente:

Msc. Guzmán Saavedra, Rocio.

Grupo: N5.

Fecha de realización: 11 de Enero del 2021.

Fecha de entrega: 11 de Enero del 2021.

1. Objetivo

Comprobar la segunda ley de *Newton*, a partir de la relación funcional: Fuerza en función de la aceleración.

2. Marco teórico

La ecuación de *Newton* para el movimiento rectilíneo de una masa puntual, a la cual se aplica una fuerza F es:

$$F = ma$$

3. Materiales

- Simulador «PhET Interactive Simulations» Fuerzas y movimiento.

4. Procedimiento

A continuación se describe el procedimiento experimental que se llevará a cabo.

1. Haciendo uso del simulador, tomar datos de la aceleración a resultante para diversos valores de fuerza F .
2. Graficar los datos tomados tal que pueda verse la relación funcional entre estas variables.
3. Hallar la ecuación de la recta por el método gráfico.
4. Aplicar el método de mínimos cuadrados, para hallar los coeficientes de la recta y sus errores.
5. Hallar la relación funcional de las variables e interpretar el significado físico del parámetro B de la recta.

5. Tablas de datos y resultados

5.0.1. Datos obtenidos

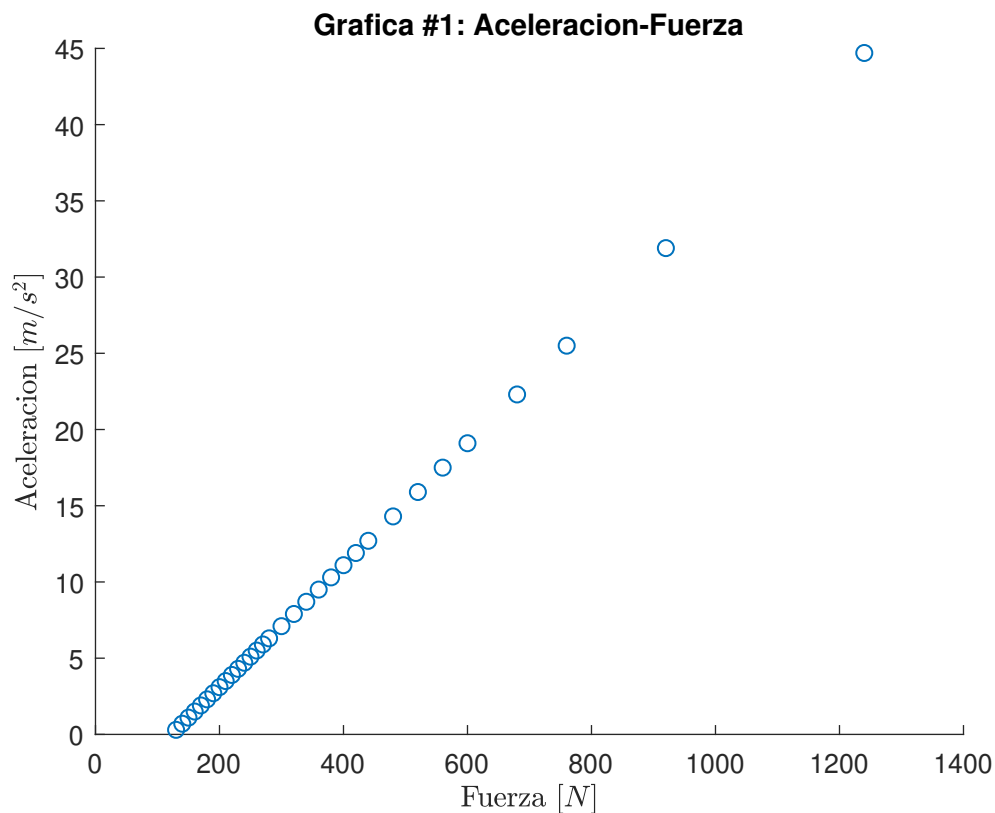
| Tabla #1: Aceleración-Fuerza | | |
|---|----------|--------------|
| Perro dormido 25[kg]; $\mu_c = \mu_e = 0.5$ | | |
| i | $F_i[N]$ | $a_i[m/s^2]$ |
| 1 | 130 | 0.30 |
| 2 | 140 | 0.70 |
| 3 | 150 | 1.10 |
| 4 | 160 | 1.50 |
| 5 | 170 | 1.90 |
| 6 | 180 | 2.30 |
| 7 | 190 | 2.70 |
| 8 | 200 | 3.10 |
| 9 | 210 | 3.50 |
| 10 | 220 | 3.90 |
| 11 | 230 | 4.30 |
| 12 | 240 | 4.70 |
| 13 | 250 | 5.10 |
| 14 | 260 | 5.50 |
| 15 | 270 | 5.90 |
| 16 | 280 | 6.30 |
| 17 | 300 | 7.10 |
| 18 | 320 | 7.90 |
| 19 | 340 | 8.70 |
| 20 | 360 | 9.50 |
| 21 | 380 | 10.30 |
| 22 | 400 | 11.10 |
| 23 | 420 | 11.90 |
| 24 | 440 | 12.70 |
| 25 | 480 | 14.30 |
| 26 | 520 | 15.90 |
| 27 | 560 | 17.50 |
| 28 | 600 | 19.10 |
| 29 | 680 | 22.30 |
| 30 | 760 | 25.50 |
| 31 | 920 | 31.90 |
| 32 | 1240 | 44.70 |

| Tabla #2: Aceleración-Fuerza | | |
|------------------------------|----------|--------------|
| Objeto misterioso | | |
| i | $F_i[N]$ | $a_i[m/s^2]$ |
| 1 | 130 | 0 |
| 2 | 140 | 0 |
| 3 | 150 | 0 |
| 4 | 160 | 0 |
| 5 | 170 | 0 |
| 6 | 180 | 0 |
| 7 | 190 | 0 |
| 8 | 200 | 0 |
| 9 | 210 | 0 |
| 10 | 220 | 0 |
| 11 | 230 | 0 |
| 12 | 240 | 0 |
| 13 | 250 | 0.07 |
| 14 | 260 | 0.15 |
| 15 | 270 | 0.24 |
| 16 | 280 | 0.32 |
| 17 | 300 | 0.48 |
| 18 | 320 | 0.64 |
| 19 | 340 | 0.80 |
| 20 | 360 | 0.97 |
| 21 | 380 | 1.13 |
| 22 | 400 | 1.29 |
| 23 | 420 | 1.45 |
| 24 | 440 | 1.62 |
| 25 | 480 | 1.94 |
| 26 | 520 | 2.27 |
| 27 | 560 | 2.56 |
| 28 | 600 | 2.92 |
| 29 | 680 | 3.57 |
| 30 | 760 | 4.22 |
| 31 | 920 | 5.52 |
| 32 | 1240 | 8.12 |

6. Gráficas

6.1. Perro dormido $m = 25[kg]$

Para la tabla #1 se tiene:



Siendo la relación funcional:

$$a = \frac{1}{25}F \quad (2)$$

El significado físico del parámetro $B = 0.04$ es el valor inverso de la masa, debido a que F es la variable independiente y a la variable dependiente.

6.1.2. Memoria de calculo

```
# Entrada del programa:
130,0.30
140,0.70
150,1.10
160,1.50
170,1.90
180,2.30
190,2.70
200,3.10
210,3.50
220,3.90
230,4.30
240,4.70
250,5.10
260,5.50
270,5.90
280,6.30
300,7.10
320,7.90
340,8.70
360,9.50
380,10.30
400,11.10
420,11.90
440,12.70
480,14.30
520,15.90
560,17.50
600,19.10
680,22.30
760,25.50
920,31.90
1240,44.70

# Comandos del programa:
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i7_1.csv')

% asignacion de variables
x = table.Var1
y = table.Var2

% tamaño de la muestra
```

```
n = length(x)

% calculo de las sumatorias
sx = sum(x)
sy = sum(y)
sxx = sum(x.*x)
sxy = sum(x.*y)

% Calculo de los valores de la recta
D = (n * sxx) - (sx)^2
A = ( (sy * sxx) - (sxy * sx) ) / D
B = ( (n * sxy) - (sx * sy) ) / D

% Calculo del error
Y = A + (B * x)
d = y - Y

sdd = sum(d.*d)
s2 = sdd / ( n - 2)

sA = sqrt( (s2 * sxx) / D )
sB = sqrt( (s2 * n) / D )

%calculando el error porcentual
EA = (sA / A) * 100
EB = (sB / B) * 100

# Salida del programa
table =
    32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----
    130      0.3
    140      0.7
    150      1.1
    160      1.5
    170      1.9
    180      2.3
    190      2.7
    200      3.1
    210      3.5
    220      3.9
    230      4.3
    240      4.7
    250      5.1
    260      5.5
    270      5.9
    280      6.3
    300      7.1
    320      7.9
    340      8.7
    360      9.5
    380     10.3
```

| | |
|------|------|
| 400 | 11.1 |
| 420 | 11.9 |
| 440 | 12.7 |
| 480 | 14.3 |
| 520 | 15.9 |
| 560 | 17.5 |
| 600 | 19.1 |
| 680 | 22.3 |
| 760 | 25.5 |
| 920 | 31.9 |
| 1240 | 44.7 |

x =

130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250
260
270
280
300
320
340
360
380
400
420
440
480
520
560
600
680
760
920
1240

y =

0.3000
0.7000
1.1000
1.5000
1.9000
2.3000
2.7000
3.1000
3.5000


```
3.9000
4.3000
4.7000
5.1000
5.5000
5.9000
6.3000
7.1000
7.9000
8.7000
9.5000
10.3000
11.1000
11.9000
12.7000
14.3000
15.9000
17.5000
19.1000
22.3000
25.5000
31.9000
44.7000

n = 32
sx = 12000
sy = 323.2000
sxx = 6416800
sxy = 197872
D = 61337600
A = -4.9000
B = 0.0400

Y =
0.3000
0.7000
1.1000
1.5000
1.9000
2.3000
2.7000
3.1000
3.5000
3.9000
4.3000
4.7000
5.1000
5.5000
5.9000
6.3000
7.1000
7.9000
8.7000
9.5000
10.3000
11.1000
```

```
11.9000
12.7000
14.3000
15.9000
17.5000
19.1000
22.3000
25.5000
31.9000
44.7000

d =
  1.0e-14 *

    0.0167
   -0.0222
    0.0444
         0
    0.0444
         0
         0
    0.0444
         0
   -0.0444
  -0.0888
    0.0888
         0
         0
         0
  -0.0888
         0
         0
         0
         0
         0
         0
         0
         0
   -0.1776
    0.1776
         0
         0
         0
    0.3553
         0
   -0.7105
         0

sdd = 7.2652e-29
s2 = 2.4217e-30
sA = 5.0334e-16
sB = 1.1240e-18
EA = -1.0272e-14
EB = 2.8101e-15
```

6.2. Objeto misterioso

Para la tabla #2 se tiene:

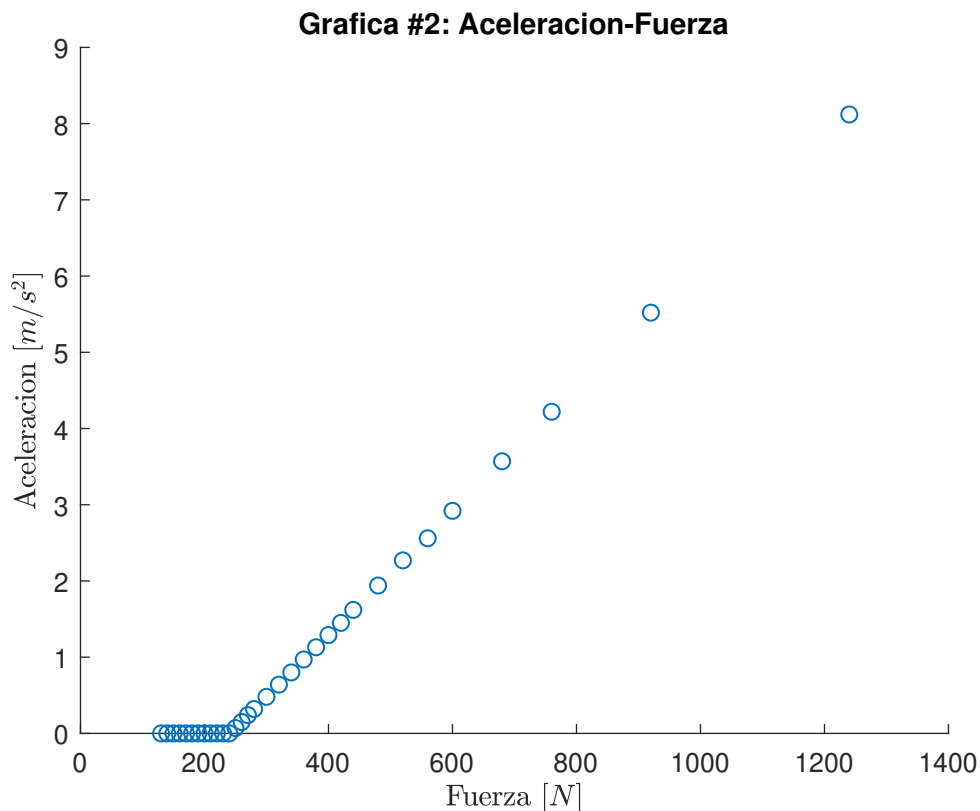


Figura 2: Gráfica de aceleración en función de la fuerza

Por la forma de la figura 2 el modelo que se asume para la relación funcional $a = a(F)$ es:

$$a = A + BF$$

6.2.1. Método de mínimos cuadrados

Calculando los valores de la recta por el método de los mínimos cuadrados, se obtiene:

$$A = (-1.961 \pm 0.004)[m/s^2]; 0.20 \%$$

$$B = (0.0081 \pm 0.000007)[kg^{-1}]; 0.09 \%$$

Con los parámetros obtenidos la relación $a = a(F)$ es:

$$a = -1.961 + 0.0081F \quad (3)$$

Siendo la relación funcional:

$$a = \frac{1}{123.46} F \quad (4)$$

El significado físico del parámetro $B = 0.008$ es el valor inverso de la masa, debido a que F es la variable independiente y a la variable dependiente.

6.2.2. Memoria de calculo

```
# Entrada del programa:
130,0
140,0
150,0
160,0
170,0
180,0
190,0
200,0
210,0
220,0
230,0
240,0
250,0.07
260,0.15
270,0.24
280,0.32
300,0.48
320,0.64
340,0.80
360,0.97
380,1.13
400,1.29
420,1.45
440,1.62
480,1.94
520,2.27
560,2.56
600,2.92
680,3.57
760,4.22
920,5.52
1240,8.12

# Comandos del programa:
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i7_2.csv')

% asignacion de variables
x = table.Var1(13:end)
y = table.Var2(13:end)

% tamaño de la muestra
n = length(x)
```

```

% calculo de las sumatorias
sx = sum(x)
sy = sum(y)
sxx = sum(x.*x)
sxy = sum(x.*y)

% Calculo de los valores de la recta
D = (n * sxx) - (sx)^2
A = ( (sy * sxx) - (sxy * sx) ) / D
B = ( (n * sxy) - (sx * sy) ) / D

% Calculo del error
Y = A + (B * x)
d = y - Y

sdd = sum(d.*d)
s2 = sdd / ( n - 2)

sA = sqrt( (s2 * sxx) / D )
sB = sqrt( (s2 * n) / D )

%calculando el error porcentual
EA = (sA / A) * 100
EB = (sB / B) * 100

# Salida del programa
table =
    32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----
    130      0
    140      0
    150      0
    160      0
    170      0
    180      0
    190      0
    200      0
    210      0
    220      0
    230      0
    240      0
    250    0.07
    260    0.15
    270    0.24
    280    0.32
    300    0.48
    320    0.64
    340    0.8
    360    0.97
    380    1.13
    400    1.29

```

| | |
|------|------|
| 420 | 1.45 |
| 440 | 1.62 |
| 480 | 1.94 |
| 520 | 2.27 |
| 560 | 2.56 |
| 600 | 2.92 |
| 680 | 3.57 |
| 760 | 4.22 |
| 920 | 5.52 |
| 1240 | 8.12 |

x =

250
260
270
280
300
320
340
360
380
400
420
440
480
520
560
600
680
760
920
1240

y =

0.0700
0.1500
0.2400
0.3200
0.4800
0.6400
0.8000
0.9700
1.1300
1.2900
1.4500
1.6200
1.9400
2.2700
2.5600
2.9200
3.5700
4.2200
5.5200
8.1200

n = 20

```
sx = 9780
sy = 40.2800
sxx = 5991800
sxy = 2.9527e+04
D = 24187600
A = -1.9608
B = 0.0081
```

```
Y =
  0.0713
  0.1526
  0.2339
  0.3152
  0.4777
  0.6403
  0.8029
  0.9654
  1.1280
  1.2906
  1.4531
  1.6157
  1.9408
  2.2660
  2.5911
  2.9163
  3.5665
  4.2168
  5.5174
  8.1185
```

```
d =
-0.0013
-0.0026
 0.0061
 0.0048
 0.0023
-0.0003
-0.0029
 0.0046
 0.0020
-0.0006
-0.0031
 0.0043
-0.0008
 0.0040
-0.0311
 0.0037
 0.0035
 0.0032
 0.0026
 0.0015
```

```
sdd = 0.0012
s2 = 6.4845e-05
sA = 0.0040
sB = 7.3224e-06
```

EA = -0.2044
EB = 0.0901

7. Cuestionario

1. **¿Qué tipo de relación existe entre la aceleración y el inverso de la masa del sistema?**

La relación entre la aceleración y el inverso de la masa es una relación lineal

$$a \propto \frac{1}{m}$$

2. **¿Se verifica la segunda ley de *Newton*?**

La segunda ley de *Newton* esta verificada, ya que la constante de proporcionalidad en la relación $a = a(F)$, es el inverso de la masa, y por ende:

$$a = \frac{1}{m}F$$