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

LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA I
PRACTICA No. 4

MOVIMIENTO UNIFORME

Estudiante:
Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Docente:
Msc. Guzmán Saavedra, Rocio.

Grupo: N5.
Fecha de realización: 17 de Diciembre del 2020.
Fecha de entrega: 18 de Diciembre del 2020.

1. Objetivo

Determinar para un movimiento rectilíneo uniforme (MRU) la relación funcional: posición en función del tiempo.

2. Marco teórico

La relación entre la posición y el tiempo de un móvil que se mueve sobre una superficie horizontal, libre de rozamiento, con condición inicial $X_0 = 0$, para $t_0 = 0$.

$$x = vt$$

La velocidad del móvil es:

$$v = \frac{dx}{dt} = constante$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{X_f - X_0}{t_f - t_0}$$

Para un $t_0 = 0$ obtenemos:

$$x = x_0 + vt$$

3. Materiales

- Simulador «PHET cinemática».

4. Procedimiento

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

1. Haciendo uso del simulador, tomar datos de posición en función del tiempo, una vez establecidos un origen de partida y velocidad aleatoria.
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. Realizar la interpretación física de los parámetros A y B de la recta.

5. Tablas de datos y resultados

5.0.1. Datos obtenidos

Tabla #1: Posición-Tiempo $X_0 = 0$		
i	$t_i[s]$	$x_i[m]$
1	0.0	0.000
2	0.0	0.292
3	0.1	0.583
4	0.1	0.875
5	0.2	1.167
6	0.2	1.458
7	0.2	1.750
8	0.3	2.042
9	0.4	2.625
10	0.4	2.917
11	0.5	3.208
12	0.5	3.500
13	0.6	4.083
14	0.6	4.375
15	0.7	4.667
16	0.7	4.958
17	0.7	5.250
18	0.8	5.542
19	0.8	5.833
20	0.9	6.125
21	1.0	6.708
22	1.0	7.000
23	1,0	7.292
24	1.1	7.583
25	1.2	8.167
26	1.2	8.458
27	1.2	8.750
28	1.3	9.042
29	1.3	9.333
30	1.4	9.625
31	1.4	9.917
32	1.5	10.000

Tabla #2: Posición-Tiempo $X_0 = -5[m]$		
i	$t_i[s]$	$x_i[m]$
1	0.0	-5.000
2	0.0	-4.625
3	0.1	-4.250
4	0.1	-3.875
5	0.2	-3.500
6	0.2	-3.125
7	0.3	-2.750
8	0.3	-2.375
9	0.4	-1.625
10	0.4	-1.250
11	0.5	-0.875
12	0.5	-0.500
13	0.6	0.250
14	0.6	0.625
15	0.7	1.000
16	0.7	1.375
17	0.8	1.750
18	0.8	2.125
19	0.8	2.500
20	0.9	2.875
21	1.0	3.625
22	1.0	4.000
23	1.0	4.375
24	1.1	4.750
25	1.2	5.500
26	1.2	5.875
27	1.3	6.250
28	1.3	6.625
29	1.3	7.000
30	1.4	7.375
31	1.4	7.750
32	1.5	8.125

6. Gráficas

6.1. $X_0 = 0$

Para la tabla #1 se tiene:

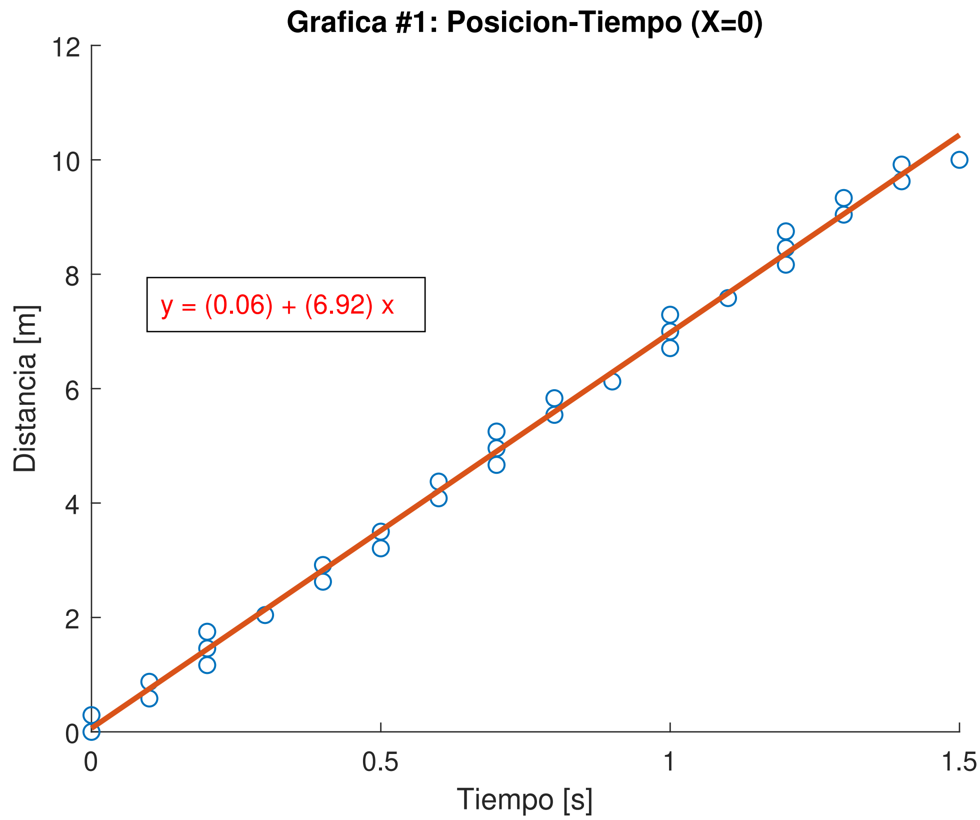

Figura 1: Gráfica de posición en función del tiempo

Por la forma de la gráfica #1 el modelo que se asume para la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$x = A + Bt$$

6.1.1. Método gráfico

Calculando los parámetros A y B:

$$A = 0$$

$$B = \frac{10.0 - 0}{1.5 - 0} = \frac{10}{1.5} = 6.6667$$

Por lo que la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$x = 6.67t \tag{1}$$

6.1.2. Método analítico

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

$$A = (0.06 \pm 0.07)[m]; 117.43\,\%$$

$$B = (6.92 \pm 0.09)[m/s]; 1.24\,\%$$

Con los parámetros obtenidos la relación $x = x(t)$ es:

$$x = 0.06 + 6.92t \tag{2}$$

El significado físico de estos parámetros son que $A = 0.06$ es la posición inicial d_0 cuando el tiempo es $0[s]$, mientras que $B = 6.92$ representa la velocidad constante con la que el objeto se desplaza.

6.1.3. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,0.000
0.0,0.292
0.1,0.583
0.1,0.875
0.2,1.167
0.2,1.458
0.2,1.750
0.3,2.042
0.4,2.625
0.4,2.917
0.5,3.208
0.5,3.500
0.6,4.083
0.6,4.375
0.7,4.667
0.7,4.958
0.7,5.250
0.8,5.542
0.8,5.833
0.9,6.125
1.0,6.708
1.0,7.000
1.0,7.292
1.1,7.583
1.2,8.167
1.2,8.458
1.2,8.750
1.3,9.042
1.3,9.333
1.4,9.625
1.4,9.917
1.5,10.000
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i5_1.csv')

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

% tamano 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

```
» p5_1_2

table =
  32x2 table

    Var1    Var2
    ----    -----

      0         0
      0     0.292
    0.1     0.583
    0.1     0.875
    0.2     1.167
    0.2     1.458
```

```
    0.2      1.75
    0.3     2.042
    0.4     2.625
    0.4     2.917
    0.5     3.208
    0.5       3.5
    0.6     4.083
    0.6     4.375
    0.7     4.667
    0.7     4.958
    0.7      5.25
    0.8     5.542
    0.8     5.833
    0.9     6.125
      1     6.708
      1         7
      1     7.292
    1.1     7.583
    1.2     8.167
    1.2     8.458
    1.2      8.75
    1.3     9.042
    1.3     9.333
    1.4     9.625
    1.4     9.917
    1.5        10

x =
         0
         0
    0.1000
    0.1000
    0.2000
    0.2000
    0.2000
    0.3000
    0.4000
    0.4000
    0.5000
    0.5000
    0.6000
    0.6000
    0.7000
    0.7000
    0.7000
    0.8000
    0.8000
    0.9000
    1.0000
    1.0000
    1.0000
    1.1000
    1.2000
    1.2000
    1.2000
    1.3000
    1.3000
```

```
    1.4000
    1.4000
    1.5000

y =
         0
    0.2920
    0.5830
    0.8750
    1.1670
    1.4580
    1.7500
    2.0420
    2.6250
    2.9170
    3.2080
    3.5000
    4.0830
    4.3750
    4.6670
    4.9580
    5.2500
    5.5420
    5.8330
    6.1250
    6.7080
    7.0000
    7.2920
    7.5830
    8.1670
    8.4580
    8.7500
    9.0420
    9.3330
    9.6250
    9.9170
   10.0000

n = 32
sx = 23.3000
sy = 163.1250
sxx = 23.4100
sxy = 163.3416
D = 206.2300
A = 0.0625
B = 6.9152

Y =
    0.0625
    0.0625
    0.7541
    0.7541
    1.4456
    1.4456
    1.4456
    2.1371
    2.8286
```

```
    2.8286
    3.5201
    3.5201
    4.2116
    4.2116
    4.9032
    4.9032
    4.9032
    5.5947
    5.5947
    6.2862
    6.9777
    6.9777
    6.9777
    7.6692
    8.3608
    8.3608
    8.3608
    9.0523
    9.0523
    9.7438
    9.7438
   10.4353

d =
   -0.0625
    0.2295
   -0.1711
    0.1209
   -0.2786
    0.0124
    0.3044
   -0.0951
   -0.2036
    0.0884
   -0.3121
   -0.0201
   -0.1286
    0.1634
   -0.2362
    0.0548
    0.3468
   -0.0527
    0.2383
   -0.1612
   -0.2697
    0.0223
    0.3143
   -0.0862
   -0.1938
    0.0972
    0.3892
   -0.0103
    0.2807
   -0.1188
    0.1732
   -0.4353
```

```
sdd = 1.4254
s2 = 0.0475
sA = 0.0734
sB = 0.0859
EA = 117.4338
EB = 1.2417
```

6.2. $X_0 = -5$

Para la tabla #2 se tiene:

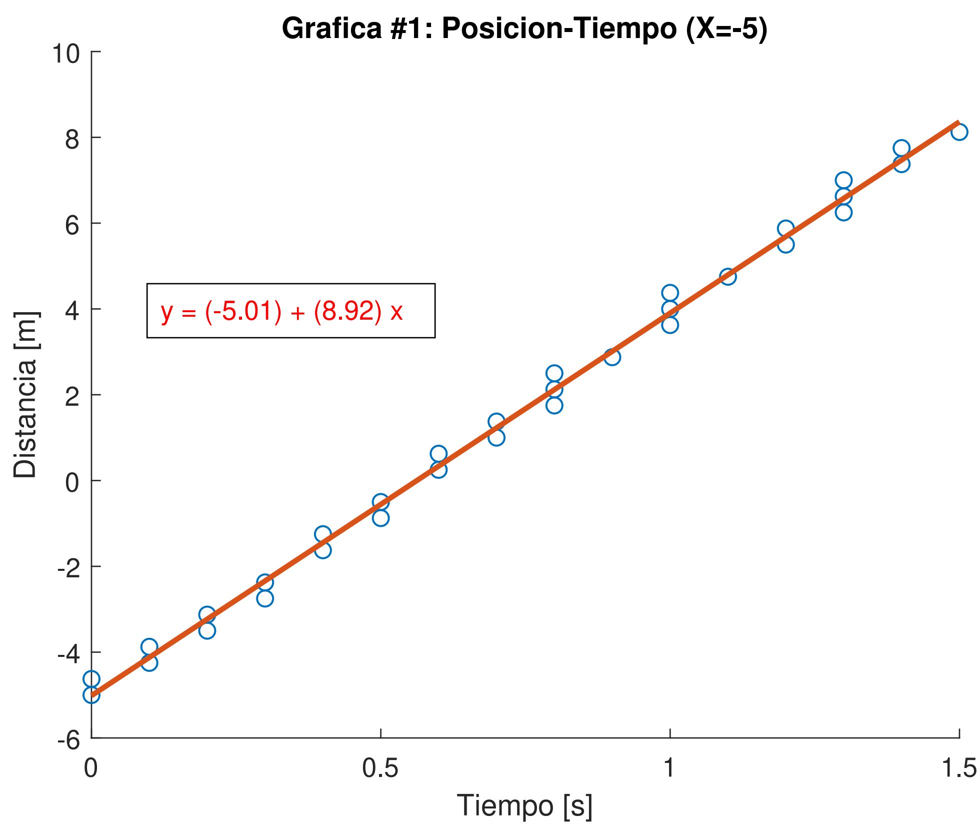

Figura 2: Gráfica de posición en función del tiempo

Por la forma de la gráfica #2 el modelo que se asume para la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$x = A + Bt$$

6.2.1. Método gráfico

Calculando los parámetros A y B:

$$A = -5$$

$$B = \frac{8.125 + 5.0}{1.5 - 0} = \frac{13.125}{1.5} = 8.750$$

Por lo que la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$x = -5 + 8.75t \tag{3}$$

6.2.2. Método analítico

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

$$A = (-5.01 \pm 0.08)[m]; 1.72\,\%$$

$$B = (8.9 \pm 0.1)[m/s]; 1.12\,\%$$

Con los parámetros obtenidos la relación $x = x(t)$ es:

$$x = -5.01 + 8.9t \tag{4}$$

El significado físico de estos parámetros son que $A = -5.01$ es la posición inicial d_0 cuando el tiempo es $0[s]$, mientras que $B = 8.9$ representa la velocidad constante con la que el objeto se desplaza.

6.2.3. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,-5.000
0.0,-4.625
0.1,-4.250
0.1,-3.875
0.2,-3.500
0.2,-3.125
0.3,-2.750
0.3,-2.375
0.4,-1.625
0.4,-1.250
0.5,-0.875
0.5,-0.500
0.6,0.250
0.6,0.625
0.7,1.000
0.7,1.375
0.8,1.750
0.8,2.125
0.8,2.500
0.9,2.875
1.0,3.625
1.0,4.000
1.0,4.375
1.1,4.750
1.2,5.500
1.2,5.875
```

```
1.3,6.250
1.3,6.625
1.3,7.000
1.4,7.375
1.4,7.750
1.5,8.125
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i5_2.csv')

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

% tamano 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

```
» p5_2_2

table =
```

```
  32x2 table
    Var1     Var2
    ----    ------

      0         -5
      0     -4.625
    0.1      -4.25
    0.1     -3.875
    0.2       -3.5
    0.2     -3.125
    0.3      -2.75
    0.3     -2.375
    0.4     -1.625
    0.4      -1.25
    0.5     -0.875
    0.5       -0.5
    0.6       0.25
    0.6      0.625
    0.7          1
    0.7      1.375
    0.8       1.75
    0.8      2.125
    0.8        2.5
    0.9      2.875
      1      3.625
      1          4
      1      4.375
    1.1       4.75
    1.2        5.5
    1.2      5.875
    1.3       6.25
    1.3      6.625
    1.3          7
    1.4      7.375
    1.4       7.75
    1.5      8.125

x =
         0
         0
    0.1000
    0.1000
    0.2000
    0.2000
    0.3000
    0.3000
    0.4000
    0.4000
    0.5000
    0.5000
    0.6000
    0.6000
    0.7000
    0.7000
    0.8000
    0.8000
    0.8000
```

```
    0.9000
    1.0000
    1.0000
    1.0000
    1.1000
    1.2000
    1.2000
    1.3000
    1.3000
    1.3000
    1.4000
    1.4000
    1.5000

y =
   -5.0000
   -4.6250
   -4.2500
   -3.8750
   -3.5000
   -3.1250
   -2.7500
   -2.3750
   -1.6250
   -1.2500
   -0.8750
   -0.5000
    0.2500
    0.6250
    1.0000
    1.3750
    1.7500
    2.1250
    2.5000
    2.8750
    3.6250
    4.0000
    4.3750
    4.7500
    5.5000
    5.8750
    6.2500
    6.6250
    7.0000
    7.3750
    7.7500
    8.1250

n = 32
sx = 23.6000
sy = 50
sxx = 23.8600
sxy = 94.4375
D = 206.5600
A = -5.0142
B = 8.9175
```

```
Y =
   -5.0142
   -5.0142
   -4.1224
   -4.1224
   -3.2307
   -3.2307
   -2.3389
   -2.3389
   -1.4472
   -1.4472
   -0.5554
   -0.5554
    0.3363
    0.3363
    1.2281
    1.2281
    2.1198
    2.1198
    2.1198
    3.0116
    3.9033
    3.9033
    3.9033
    4.7951
    5.6868
    5.6868
    6.5786
    6.5786
    6.5786
    7.4703
    7.4703
    8.3621

d =
    0.0142
    0.3892
   -0.1276
    0.2474
   -0.2693
    0.1057
   -0.4111
   -0.0361
   -0.1778
    0.1972
   -0.3196
    0.0554
   -0.0863
    0.2887
   -0.2281
    0.1469
   -0.3698
    0.0052
    0.3802
   -0.1366
   -0.2783
    0.0967
```

```
   0.4717
  -0.0451
  -0.1868
   0.1882
  -0.3286
   0.0464
   0.4214
  -0.0953
   0.2797
  -0.2371

sdd = 1.9361
s2 = 0.0645
sA = 0.0863
sB = 0.1000
EA = -1.7219
EB = 1.1213
```

7. Cuestionario

1. **¿Cual es la relación $x = x(t)$ obtenida por ambos métodos (gráfico y analítico)?**

   Se obtienen los siguientes resultados:

$x_0 = 0$	
Método gráfico	$x = 6.67t$
Método analítico	$x = 0.06 + 6.92t$
$x_0 = -5$	
Método gráfico	$x = -5 + 8.75t$
Método analítico	$x = -5.01 + 8.9t$

2. **¿Cual es el significado físico de los parámetros de la ecuación (1)?**

   El significado físico de estos parámetros son:

   - Para $x_0 = 0$, se tiene que $A = 0.06$ es la posición inicial d_0 cuando el tiempo es $0[s]$, mientras que $B = 6.92$ representa la velocidad constante con la que el objeto se desplaza.
   - Para $x_0 = -5$, se tiene que $A = -5.01$ es la posición inicial d_0 cuando el tiempo es $0[s]$, mientras que $B = 8.9$ representa la velocidad constante con la que el objeto se desplaza.

3. **¿Que tipo de comportamiento presentan los desplazamientos para intervalos iguales y sucesivos?**

   En ambos casos el desplazamiento va incrementándose linealmente.

4. **¿Como es la velocidad en este tipo de movimiento?**

   La velocidad en ambos casos es constante en el tiempo.

5. **¿Como son los valores de la velocidad obtenidos por los métodos gráfico y analítico?**

   Los valores de velocidad son valores positivos que se aproximan a la velocidad teórica establecida en el simulador.

6. **¿Se verifica la relación teórica entre la posición y el tiempo del movimiento uniforme?**

   En ambos casos los valores teóricos de la relación funcional están muy próximos, siendo el método analítico el que mejor aproximación posee.