

Laboratorio 4: Movimiento Parabólico*

Joab Israel, Ajsivinac Ajsivinac, 202200135,^{1, **} Angel Ivan, Meza Marroquin, 202200022,^{1, ***} Dominic Juan Pablo, Ruano Pérez, 202200075,^{1, ****} and Javier Andrés, Monjes Solórzano, 202100081^{1, *****}

¹Facultad de Ingeniería, Departamento de Física, Universidad de San Carlos,
Edificio T1, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala.

Durante la siguiente práctica, se realizó la experimentación y medición, de la trayectoria horizontal y la aceleración del efecto parabólico de una esfera, que se obtuvo al rodar la pelota sobre un plano inclinado a cierta altura con respecto del suelo, debido a que este culmina su recorrido en el plano inclinado, realizando luego un movimiento parabólico. De lo cual se procedió a calcular la aceleración y velocidad de una pelota con datos de medición de posición y tiempo usando las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente variado donde se obtuvo la longitud horizontal más cercana a la longitud de prueba usando las ecuaciones cinemáticas. También se muestra que la longitud que se calculó por el modelo 1 está más cerca del valor experimental promedio.

I. OBJETIVOS

A. Generales

- Comparar con el análisis F1.1 es que la S distancia vs el tiempo presentan algún tipo de relación.

B. Específicos

- * Comparar y analizar las diferencias entre las longitudes experimentales y sus relaciones.
- * Determinar si la distancia horizontal es mayor a la experimental.
- * Encontrar el resultado del desplazamiento de la esfera sobre un cuerpo inclinado horizontalmente; además de un movimiento parabólico.

II. MARCO TEÓRICO

El movimiento parabólico es el movimiento de una partícula o cuerpo describiendo una parábola, lo que hace referencia a: un movimiento rectilíneo uniforme, en el eje horizontal y un movimiento rectilíneo uniformemente variado en el eje vertical. Al hacer girar una esfera sobre un plano inclinado con un ángulo muy pequeño, la esfera se desplazará describiendo un movimiento rectilíneo uniformemente variado, pero cuando la esfera llega al borde de la mesa, la esfera experimenta una caída libre en un movimiento en dos dimensiones (depreciando la acción del aire y solo considerando la atracción de la tierra, g), a lo que es conocido como tiro parabólico.

Una descripción del movimiento muestra que la esfera no experimenta aceleración en dirección x (dirección horizontal), se dice que el movimiento es uniforme, y por lo tanto su velocidad en esa dirección es constante:

$$v_x = v_{ox} = \text{Constante} \quad (1)$$

Su posición esta dada por

$$x = v_x t \quad (2)$$

En el eje Y, se percibe como la esfera tiene una aceleración constante hacia abajo, la cual es producida por la fuerza de gravedad, por lo tanto su posición es:

$$y = v_{oy} t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (3)$$

Considerando el ángulo de inclinación del plano muy pequeño, (CUIDADO: esta simplificación puede alterar resultados finales) se puede desprestigiar la velocidad inicial en la dirección y entonces la ecuación 3 se simplifica como:

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \quad (4)$$

Combinando ambos movimientos y despejando t de la expresión de la posición en el eje x, y sustituyendo en la dirección del eje y, se obtiene:

$$y = \frac{g x^2}{2 v_{ox}^2} \quad (5)$$

Ahora se conoce la altura del borde de la mesa al piso, y prediciendo mediante un análisis gráfico de forma funcional de la velocidad de salida al borde de la mesa, se puede predecir a qué distancia horizontal L cayó la esfera del borde de la mesa al chocar en el piso.

* Laboratorios de Física

** e-mail: 3114791110409@ingenieria.usac.edu.gt

*** e-mail: 3517055540101@ingenieria.usac.edu.gt

**** e-mail: 3863542270101@ingenieria.usac.edu.gt

***** e-mail: 3020696740101@ingenieria.usac.edu.gt

$$x = v_{ox} \sqrt{\frac{2y}{g}} \quad (6)$$

La ecuación de la velocidad final del plano inclinado esta dada por:

$$v = at \quad (7)$$

III. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Materiales y equipo

- * Una esfera
- * Una regla métrica de un metro o cinta métrica
- * Un cronómetro.
- * Una cinta de papel de dos metros de largo y 15 cm de cinta adhesiva.
- * Un trozo de papel manila y un papel pasante.
- * Un cuadro de duroport ó una tabilla de madera.
- * Dos trocitos de madera y una plomada.

B. Magnitudes físicas a medir

- * La posición x de la esfera, respecto a un punto de referencia arbitrariamente escogido.
- * El tiempo t que tarda la esfera en llegar a la posición x
- * La altura h del piso a borde de la mesa y el recorrido horizontal L.

C. Procedimiento

- * **Levantar el** tablero con un par de trozos de madera formando así un plano inclinado.
- * Seleccionar un sistema de referencia, para medir la posición x, en una cinta de papel, que servirá como riel. Con su regla métrica, señale distintas posiciones, separadas por ejemplo unos 20 centímetros.
- * Suelte la esfera desde la posición $x_0 = 0$ cm y mida 10 veces el tiempo que le toma en alcanzar cada posición x_i , es decir $x_1 = 20$ cm, $x_2 = 40$ cm... etc.

- * Tabule y realice un promedio de sus datos experimentales en una tabla como la que se muestra a continuación, recuerde que la incerteza de la posición x es la medida mas pequeña que posee su instrumento de medición y la incerteza del tiempo es la desviación estándar de la media σt

$x_i(m)$	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$t_4(s)$...	t_i	$v_i(m/s)$
0							
0.20							
0.40							
0.60							
0.80							
1.00							

- * Realice un gráfico en qtiplot de posición vs tiempo, es decir (x vs t).
- * Realice un fit del gráfico y obtendrá una función de la forma $Y = Ax^2$, al comparar esta función con las Ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente variado, es fácil observar que $A = \frac{1}{2}a$ a despejando la aceleración se obtiene $a = 2A$.

• Velocidad

- Ecuación

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (8)$$

- Donde:

- * $V =$ Velocidad
- * $\Delta x =$ Desplazamiento horizontal
- * $\Delta t =$ Periodo de tiempo

- Ejemplo

$$V = \frac{5m}{1.67s}$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

IV. RESULTADOS

En la tabla No.1 se presentan las mediciones de tiempo correspondientes a cada una de las posiciones establecidas al dejar rodar la esfera en el plano inclinado

Tabla No.1 Mediciones experimentales del tiempo

Posición (m)	0.200	0.400	0.600	0.800
t ₁ (s)	1.76	2.06	2.49	2.89
t ₂ (s)	1.34	2.12	2.44	2.73
t ₃ (s)	1.57	1.98	2.46	2.79
t ₄ (s)	1.43	2.13	2.84	2.80
t ₅ (s)	1.43	2.09	2.69	2.93
t ₆ (s)	1.34	2.12	2.62	2.84
t ₇ (s)	1.40	1.92	2.27	2.73
t ₈ (s)	1.46	1.76	2.81	2.86
t ₉ (s)	1.54	2.09	2.43	2.72
t ₁₀ (s)	1.27	2.11	2.72	2.85

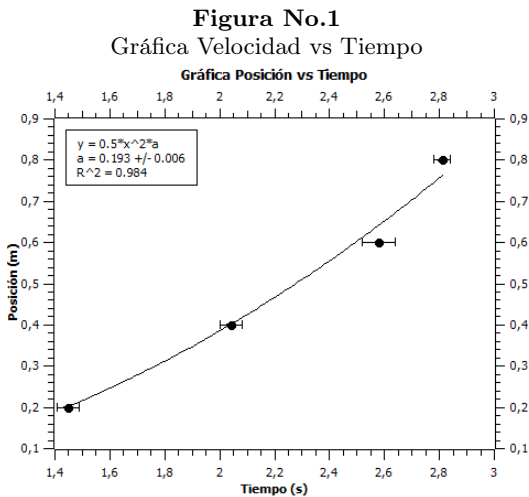
Fuente: Elaboración propia, 2022

En base a los datos presentado en la Tabla No.1, se obtuvo el tiempo promedio correspondiente a cada posición.

Tabla No.2 Posición vs. Tiempo promedio

Tiempo (s)	Posición (m)
1.45 ± 0.04	0.200 ± 0.001
2.04 ± 0.04	0.400 ± 0.001
2.58 ± 0.06	0.600 ± 0.001
2.81 ± 0.02	0.800 ± 0.001

Fuente: Elaboración propia, 2022



Fuente: Elaboración Propia, 2022

Tabla No.3 Valor de la aceleración

a (m/s^2)	Error a
0.193	0.006

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Tabla No.4 Valor de la Velocidad final en X

Vf(m/s)	Error Vf(m/s)
0.54	0.02

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Tabla No.5 Altura de la mesa

Altura (m)	Error de la altura
0.985	0.001

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Tabla No.6 Distancia experimental 1

Distancia Experimental 1 (m)	Error Distancia
0.2383	0.0017 ± 0.0017

Fuente: Elaboración Propia, 2022

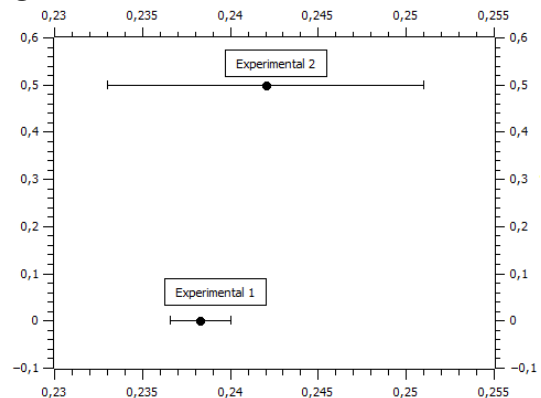
Utilizando la formula No.6, tomando V_{ox} como 0.54 ± 0.02 y como la altura de la mesa la cual es 0.985 ± 0.001 (m), se obtuvo el valor de la distancia experimental 2:

$$L = 0.242 \pm 0.009 \text{ (m)}$$

Tabla No.7 Tabla comparativa de distancias

Distancia Experimental 1 (m)	0.2383 ± 0.0017
Distancia Experimental 2 (m)	0.242 ± 0.009

Fuente: Elaboración Propia, 2022

Figura No.2 Grafica de Incertezas de la tabla No.7

Fuente: Elaboración propia utilizando QtiPlot, 2022

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los datos adquiridos se realiza un análisis del movimiento parabólico de la esfera, cuya velocidad inicial en "Y" no se toma en cuenta al igual que el ángulo. Inicialmente se observa que los tiempos van en aumento con respecto a la distancia (Xi) desde el cual se lanza

(Cuadro I); esto se verifica con el dato $R=0.984$, el cual se obtiene a través del análisis FIT de Qtiplot, lo cual demuestra que los datos se relacionan linealmente. Así mismo se recabó el valor de la aceleración a lo cual hace que el objeto parta del reposo, recorra la tabla y luego caiga al suelo (Tabla No.2). Posteriormente se calculó la velocidad inicial en X, utilizando los valores previamente obtenidos, estos datos serán constantes a lo largo de toda la caída, esto es evidente por los principios del MRUV. La velocidad final que se obtiene al derivar la posición en función del tiempo, por ende, al calcularla y con la aceleración en el eje X se sabe que la velocidad es 0.54 m/s , al momento de salir de la tabla. Esta velocidad será la única que tendrá el eje X. Teniendo los datos de la aceleración y la velocidad inicial se procede a calcular la longitud del desplazamiento de la mesa al punto de caída de la esfera. Se obtuvieron los valores experimentales por medio de la medición con una cinta métrica en donde cae y un valor teórico, el cual surgió por medio de las fórmulas correspondientes del MRUV, combinando ambos ejes. Los cálculos demostraron un desplazamiento experimental con mayor precisión que el teórico, aun así, se demostró y queda evidenciado que la similitud que existe entre ambas dimensiones en un solo movimiento y como estas medidas afectaron el resultado final.

VI. CONCLUSIONES

1. Se demostró por medio de un análisis FIT que el coeficiente de correlación se acerca bastante a 1, por lo tanto se concluye que los valores de distancia vs tiempo presentan una relación lineal.
2. Al realizar la comparación entre las longitudes experimentales y teóricas se observó que los valores tenían bastante similitud, así mismo demostrando que la longitud experimental contiene mayor precisión.
3. Se determinó en los cálculos obtenidos que la distancia horizontal teórica que recorre la esfera es mayor a la experimental.
4. Se encontró de forma indirecta el resultado del desplazamiento de la esfera, sobre un cuerpo inclinado en todo el trayecto horizontal y en un movimiento parabólico.

VII. MUESTRA DE CÁLCULOS

Figura No.3 Cálculo Tiempo 1

```
IN[2]:= DATOS = List[1.76, 1.34, 1.57, 1.43, 1.43, 1.34, 1.40, 1.46, 1.54, 1.27]
Out[2]:= {1.76, 1.34, 1.57, 1.43, 1.43, 1.34, 1.4, 1.46, 1.54, 1.27}

IN[3]:= PROMEDIO = Mean[DATOS]
Out[3]:= 1.454

IN[4]:= DESVIACIÓN = Sqrt[(1 / (Length[DATOS])) * Sum[ ((Part[DATOS, i] - PROMEDIO)^2), {i, 1, 10}]]
Out[4]:= 0.133581

IN[5]:= DESVIACIÓNESTADAROM = DESVIACIÓN / (Sqrt[Length[DATOS]])
Out[5]:= 0.0422422

T = 1.45 +/- 0.04
```

Fuente: Elaboración propia empleando wolfram, 2022

Figura No.4 Cálculo Tiempo 2

```
IN[8]:= DATOS = List[2.06, 2.12, 1.98, 2.13, 2.09, 2.12, 1.92, 1.76, 2.09, 2.11]
Out[8]:= {2.06, 2.12, 1.98, 2.13, 2.09, 2.12, 1.92, 1.76, 2.09, 2.11}

IN[9]:= PROMEDIO = Mean[DATOS]
Out[9]:= 2.038

IN[10]:= DESVIACIÓN = Sqrt[(1 / (Length[DATOS])) * Sum[ ((Part[DATOS, i] - PROMEDIO)^2), {i, 1, 10}]]
Out[10]:= 0.112942

IN[12]:= DESVIACIÓNESTADAROM = DESVIACIÓN / (Sqrt[Length[DATOS]])
Out[12]:= 0.0357155

T = 2.04 +/- 0.04
```

Fuente: Elaboración propia empleando wolfram, 2022

Figura No.5 Cálculo Tiempo 3

```
IN[13]:= DATOS = List[2.49, 2.44, 2.46, 2.84, 2.69, 2.62, 2.27, 2.81, 2.43, 2.72]
Out[13]:= {2.49, 2.44, 2.46, 2.84, 2.69, 2.62, 2.27, 2.81, 2.43, 2.72}

IN[14]:= PROMEDIO = Mean[DATOS]
Out[14]:= 2.577

IN[15]:= DESVIACIÓN = Sqrt[(1 / (Length[DATOS])) * Sum[ ((Part[DATOS, i] - PROMEDIO)^2), {i, 1, 10}]]
Out[15]:= 0.177316

IN[16]:= DESVIACIÓNESTADAROM = DESVIACIÓN / (Sqrt[Length[DATOS]])
Out[16]:= 0.0560723

T = 2.58 +/- 0.06
```

Fuente: Elaboración propia empleando wolfram, 2022

Figura No.6 Cálculo Tiempo 4

```
IN[21]:= DATOS = List[2.89, 2.73, 2.79, 2.80, 2.93, 2.84, 2.73, 2.86, 2.72, 2.85]
Out[21]:= {2.89, 2.73, 2.79, 2.8, 2.93, 2.84, 2.73, 2.86, 2.72, 2.85}

IN[22]:= PROMEDIO = Mean[DATOS]
Out[22]:= 2.814

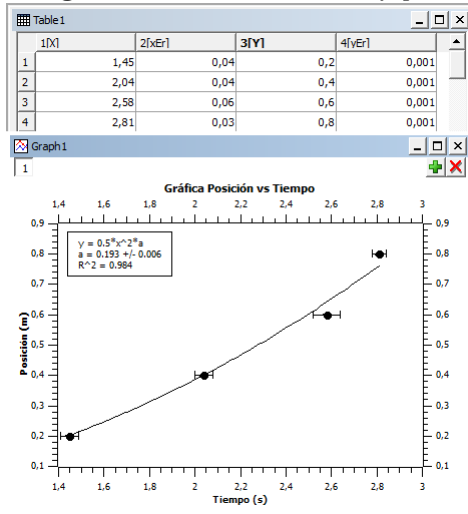
IN[23]:= DESVIACIÓN = Sqrt[(1 / (Length[DATOS])) * Sum[ ((Part[DATOS, i] - PROMEDIO)^2), {i, 1, 10}]]
Out[23]:= 0.0685857

IN[24]:= DESVIACIÓNESTADAROM = DESVIACIÓN / (Sqrt[Length[DATOS]])
Out[24]:= 0.0216887

T = 2.81 +/- 0.02
```

Fuente: Elaboración propia empleando wolfram, 2022

Figura No.7 Análisis FIT en Qtiplot



Fuente: Elaboración propia, obtenida con Qtiplot 2022

Figura No.8 Calculo del recorrido Promedio

```

In[31]= DATOS = List[{0.24, 0.247, 0.233, 0.25, 0.235, 0.237, 0.235, 0.233, 0.236, 0.237}]
Out[31]= {0.24, 0.247, 0.233, 0.25, 0.235, 0.237, 0.235, 0.233, 0.236, 0.237}

In[32]= PROMEDIO = Mean[DATOS]
Out[32]= 0.2383

In[33]= DESVIACIÓN = Sqrt[(1 / (Length[DATOS])) * Sum[(Part[DATOS, 1] - PROMEDIO)^2], {1, 1, 10}]]
Out[33]= 0.00549636

In[34]= DESVIACIÓNESTADARM = DESVIACIÓN / (Sqrt[Length[DATOS]])
Out[34]= 0.0017381

T = 0.2383 +/- 0.0017

```

Elaboración propia empleando wolfram, 2022

Figura No.9 Log Qtiplot

[28/09/2022 10:10:19 Plot: "Graph1"]
 Non-linear Fit of dataset: Table1_3, using function: $0.5x^2 + a$
 Weighting Method: No weighting
 Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0,0001
 From x = 1,450000000000000e+00 to x = 2,810000000000000e+00
 $a = 1,930887333526590e-01 \pm 5,809061429595421e-03$

Fuente: Elaboración propia, obtenida Log Qtiplot 2022

*Uso formula número (7) "Vf"

$$v_f = (0.193)(2.81) = 0.54 \frac{m}{s} \quad (9)$$

*Desviacion estandar de la media

$$y = (0.193)(2.81) \left(\frac{0.006}{0.193} + \frac{0.02}{2.81} \right) = 0.02 \quad (10)$$

$$V_f = 0.54 \pm 0.02$$

*Distancia experimental 2

$$L = 0.54 \sqrt{\frac{2(0.985)}{0.80}} = 0.242m \quad (11)$$

*Error de la Distancia experimental 2

$$L = (0.242) \left(\frac{0.002}{0.52} + \frac{0.001}{0.985} \right) = 0.009 \quad (12)$$

$$y = 0.242 \pm 0.009$$

[1] Ing. Walter Giovanni Alvarez Marroquin . (2016.): MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA.

Índice de comentarios

- 1.1 Este no es el objetivo general-
- 1.2 Un verbo por objetivo
- 3.1 Redondeo.
- 4.1 No es una relación lineal