

Estudio de la relación entre las energías cinética y potencial

Bryan A. Berbesí - 2210701

Nicolas Mantilla - 2210707

Santiago A. Montes - 2210718

Universidad Industrial de Santander - Escuela de física

9 de junio de 2022

Resumen

La presente práctica experimental fue realizada teniendo en cuenta los objetivos planteados, en cuyo propósito esencial destaca el cálculo de la velocidad media, aproximándose a una velocidad instantánea. Esto se llevó a cabo midiendo los tiempos empleados por el cuerpo en movimiento para desplazarse un intervalo de posición Δx cada vez más reducido, centrado en el mismo punto.

Se obtuvieron valores más cercanos entre sí para las velocidades de aquellos intervalos de posición donde el tiempo se midió con dos fotosensores, mientras que se presenta mayor variación al hacer uso de un sólo fotosensor.

La velocidad teórica obtenida fue $\bar{v} = 0.5608 \frac{m}{s}$, y la velocidad media resultante en el intervalo de tiempo $\overline{\Delta t}$ más corto fue $\bar{v} = 0.4935 \pm 0.0011 \frac{m}{s}$, sin embargo, su error porcentual es de 12.01 %, siendo el mayor de las velocidades medias calculadas. En adición, la velocidad media correspondiente a $\Delta x = 0.0610m$, $\bar{v} = 0.5561 \pm 0.0012 \frac{m}{s}$, mantiene un error porcentual de 0.84 %.

1. Tratamiento de datos

Durante la práctica experimental fueron registradas diez mediciones de tiempo para ocho intervalos Δx de distancia diferentes, tomando un desplazamiento total de $0.6[m]$ (desde $x_0 = 0.4[m]$ hasta $x = 1[m]$), los cuales fueron organizados mediante una tabla de datos (ver *Anexo A*) haciendo uso del entorno de programación *Jupyter Notebook*. En este sentido, se llevó a cabo el cálculo del valor promedio de las mediciones, así como de su desviación estándar para conocer la precisión de estos.

Una vez obtenido un tiempo representativo $\overline{\Delta t}$ para un desplazamiento Δx concreto a través de su media, se halló la razón

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\overline{\Delta t}} \quad (1)$$

con el fin de obtener la velocidad media \bar{v} del deslizador para cada una de las distancias registradas. Asimismo, para conocer su error debe tenerse en

cuenta que, al depender de dos magnitudes previamente medidas experimentalmente, va a estar sujeto al error de estas en mayor o menor medida según el método de derivadas parciales [1]:

$$\delta \bar{v} = \left| \frac{1}{\overline{\Delta t}} \right| \delta \Delta x + \left| -\frac{\Delta x}{\overline{\Delta t}^2} \right| \delta \overline{\Delta t}, \quad (2)$$

con lo cual obtenemos el valor de error para cada velocidad promedio de cada distancia recorrida (ver *Anexo B*).

De igual manera, al haberse realizado la práctica sobre un plano inclinado, la altura de elevación h es una magnitud conocida, en cuyo caso depende del bloque de madera empleado. También es mensurada la distancia del riel recorrida por el deslizador d , por lo que el ángulo de inclinación θ es calculable analizando el sistema como un triángulo rectángulo en el cual participa la razón trigonométrica de interés, esto es:

$$\sin \theta = \frac{h}{d}, \quad (3)$$

$$\theta = \arcsin\left(\frac{h}{d}\right).$$

En este orden de ideas, es posible llevar a cabo el cálculo de la velocidad instantánea de manera teórica, con el fin de comprobar la exactitud de los resultados obtenidos experimentalmente. Esto puede efectuarse conociendo la longitud entre el punto de partida del deslizador y el valor medido del Δx en cuestión, el cual es el mismo para cada una de las mediciones. En tal caso, dicha distancia correspondería al desplazamiento realizado por el objeto hasta el punto en el que se desea conocer la velocidad instantánea, cuyo cuadrado corresponde a:

$$v_f^2 = v_0^2 + 2gd \sin \theta, \quad (4)$$

según leyes de cinemática [2], donde v_f corresponde a la velocidad final o instantánea en el punto final, v_0 a la velocidad inicial, la cual es cero, g la aceleración de la gravedad, d la distancia recorrida y θ el ángulo de inclinación del plano. Por ende:

$$v_f = \sqrt{2gd \sin \theta}. \quad (5)$$

2. Análisis de resultados

En primer lugar, es evidente la relación directa entre las distancias y los tiempos de desplazamiento. Esto se debe claramente a que el deslizador necesita más tiempo para recorrer mayores distancias, esta relación puede apreciarse en la figura 1. Cabe resaltar que para este caso, el tiempo actúa como una variable dependiente, ya que va a variar según el Δx , el cual es el parámetro inicial.

Por otra parte, el cálculo de las desviaciones estándar para los tiempos correspondientes a las dos aletas de menor longitud Δx no presentan dispersión, mientras que aquellos tiempos resultantes de la medición con el mayor desplazamiento Δx presentan la mayor desviación estándar, siendo esta de $0.0007[s]$. Esto puede explicarse a partir de la sensibilidad del sistema al parámetro inicial x_0

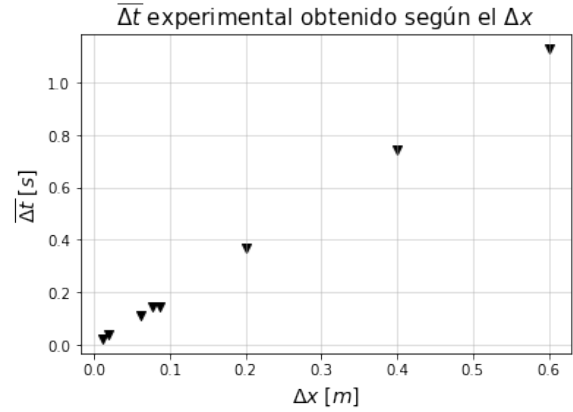


Figura 1: Tiempo promedio experimental según el desplazamiento del deslizador.

según el Δx medido, despreciando el cambio de la aceleración y la fricción durante su recorrido.

De igual manera, fueron calculados los resultados de las velocidades medias para cada uno de los intervalos de posición Δx (ver Anexo B). Estos pueden visualizarse a través de la figura 2:

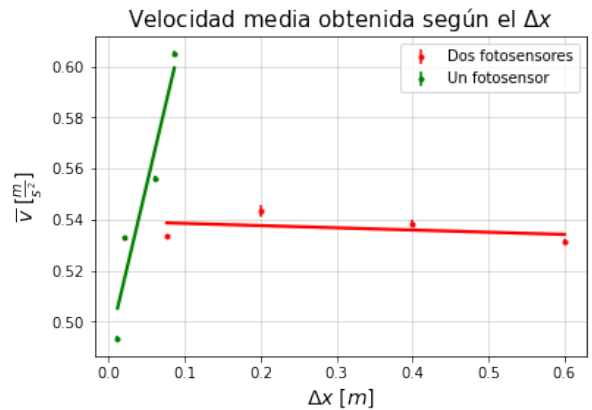


Figura 2: Velocidades medias obtenidas con uno y dos sensores junto a su regresión lineal que permite visualizar la tendencia de los puntos.

En este sentido, puede apreciarse una notoria cercanía para aquellas velocidades correspondientes a dos fotosensores, presentando una tendencia casi constante. Por otro lado, las de un sólo fotosensor difieren de manera tal que no presentan este efecto.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la altura del bloque de madera empleado fue de $0.0268[m]$, y

la longitud del riel medida $1m$, puede hacerse uso de la ecuación 3, obteniendo así un ángulo $\theta = 1.535^\circ$. Asimismo, se emplea este valor para calcular la velocidad instantánea teórica mediante la ecuación 5, con lo cual se obtiene: $v_f = 0.5608[\frac{m}{s}]$.

Teniendo este resultado presente, se lleva a cabo su comparación con las velocidades obtenidas experimentalmente. En este sentido, sería acertado considerar un valor de \bar{v} más próximo al predicho por el cálculo teórico, para aquella en la cual Δt es menor, sin embargo se aprecia un efecto muy diferente, como puede apreciarse en la tabla 1.

$\Delta x[m]$	$\bar{v}[\frac{m}{s}]$	Error porcentual [%]
0.6000	0.5314	5.25
0.4000	0.5384	4.00
0.2000	0.5432	3.14
0.0763	0.5336	4.86
0.0862	0.6053	7.93
0.0610	0.5561	0.84
0.0194	0.5330	4.96
0.0114	0.4935	12.01

Cuadro 1: Errores porcentuales en el valor de la velocidad media para cada desplazamiento.

A su vez, puede evidenciarse una mayor exactitud para $\Delta x = 0.0610[m]$, debido a que presenta menor error porcentual, mientras que la menor exactitud corresponde a $\Delta x = 0.0114[m]$, siendo esta la menor longitud utilizada.

3. Conclusiones

Una vez llevado a cabo el análisis de los resultados obtenidos, es oportuno evaluar los diferentes aspectos que pueden destacarse en cuanto al movimiento estudiado, como lo es el hecho que, al caracterizarse por mantener aceleración constante, se presenta una relación directamente proporcional entre la distancia recorrida Δx y el tiempo que tarda el cuerpo en recorrerlo.

Asimismo, es importante resaltar que entre mayor sea la separación entre los fotosensores, más dispersos se vuelven los datos de tiempo medidos debido a la sensibilidad a los parámetros

iniciales, en este caso x_0 . En consecuencia a que, a mayor tiempo de movimiento, mayor es el efecto de la aceleración en el cuerpo, por tanto es más notoria la imposibilidad de soltar el deslizador exactamente en el mismo x_0 para cada medida.

Las velocidades calculadas de los datos medidos con dos fotosensores presentan una tendencia hacia algún número constante de velocidad. En contraste, los de un fotosensor ($\Delta x \equiv$ Longitud de la aleta) presentan una variación mayor, a pesar de que la variación de Δx es menor, lo cual podría deberse a algún error en la medición de los datos.

La velocidad instantánea para una distancia recorrida de $0.6[m]$, según un modelo que supone una aceleración uniforme, es decir, sin fricción y con un ángulo de inclinación constante, es igual a $v_f = 0.5608[\frac{m}{s}]$. Igualmente, a partir de estas suposiciones, la velocidad instantánea depende únicamente de la distancia recorrida por el deslizador.

Por otra parte, el valor de \bar{v} de menor exactitud fue aquel correspondiente al de una medición realizada en el Δt más reducido $\bar{v} = 0.4935 \pm 0.0011[\frac{m}{s}]$, a pesar de haberse esperado una mejor proximidad al valor teórico para esta medición, teniendo en cuenta que este se aproxima más a la noción de tiempo diferencial. En adición, la velocidad promedio con mayor exactitud fue la correspondiente a $\Delta x = 0.0610[m]$, es decir, la longitud de la tercera aleta más pequeña, donde $\bar{v} = 0.5561 \pm 0.0012[\frac{m}{s}]$.

Finalmente, cabe resaltar la importancia de la práctica en el laboratorio, con el fin de mejorar las habilidades experimentales al abordar el estudio de la cinemática de un cuerpo, así como la interpretación de las variables físicas que participan en él.

4. Referencias

- [1] Angel Hidalgo Moreno Miguel and Medina Jose. *Laboratorio de fisica*. Pearson Prentice Hall, 2009.
- [2] Wolfgang Bauer and Gary D Westfall. *University physics*. McGraw-Hill New York, NY, 2011.

5. Anexos

5.1. Anexo A

$x_0 = 0.4 \text{ [m]}$						$x = 1 \text{ [m]}$				
$\Delta x \text{ [m]}$	$\Delta t \text{ [s]}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.6000	1.1286	1.1287	1.1300	1.1292	1.1295	1.1292	1.1298	1.1276	1.1289	1.1281
0.4000	0.7429	0.7423	0.7442	0.7434	0.7433	0.7426	0.7424	0.7427	0.7424	0.7427
0.2000	0.3686	0.3684	0.3682	0.3676	0.3685	0.3684	0.3680	0.3682	0.3678	0.3679
0.0763	0.1430	0.1431	0.1431	0.1430	0.1431	0.1430	0.1430	0.1429	0.1431	0.1431
0.0862	0.1425	0.1427	0.1424	0.1425	0.1424	0.1423	0.1423	0.1424	0.1422	0.1423
0.0610	0.1096	0.1098	0.1096	0.1098	0.1095	0.1098	0.1097	0.1099	0.1096	0.1097
0.0194	0.0364	0.0364	0.0364	0.0364	0.0364	0.0364	0.0364	0.0363	0.0364	0.0364
0.0114	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231	0.0231

Cuadro 2: Tabla de datos de los diez intervalos de tiempo Δt medidos con una resolución de 0.0001 [s] , para ocho Δx distintos, mensurados mediante una cinta métrica de resolución 0.001 [m] y un calibrador con resolución de 0.00005 [m] . x_0 consiste en la posición inicial del movimiento y x la distancia a la cuál se mide la velocidad media \bar{v} .

5.2. Anexo B

$\Delta x \text{ [m]}$	$\bar{\Delta t} \text{ [s]}$	$S_{\Delta t} \text{ [s]}$	$\bar{v} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$	$\delta \bar{v} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
0.6000	1.1290	0.0007	0.5314	0.0011
0.4000	0.7429	0.0006	0.5384	0.0015
0.2000	0.3682	0.0003	0.5432	0.0023
0.0763	0.1430	0.0001	0.5336	0.0009
0.0862	0.1424	0.0001	0.6053	0.0009
0.0610	0.1097	0.0001	0.5561	0.0012
0.0194	0.0364	0.0000	0.5330	0.0007
0.0114	0.0231	0.0000	0.4935	0.0011

Cuadro 3: Valores de los Δx medidos con el calibrador y cinta métrica, así como los Δt obtenidos con los fotosensores. S_t corresponde a las desviaciones estándar los tiempos obtenidos y $\delta \bar{v}$ la propagación de errores resultantes para la velocidad.