

CALCULANDO LA FRICCION EN NUESTRO DIA A DIA

Deiner Duran y Lauren Parra
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia

18 de mayo de 2023

Índice

1. Resumen	1
2. Introduccion	1
3. Marco teorico	2
4. Metodologia	3
5. Resultados	4
6. Conclusiones	6
7. Referencias	6

1. Resumen

A lo largo del proyecto, se planeo revelar la importancia de la friccion en un sistema de movimiento y como esta puede variar dependiendo las características del objeto sobre el que se este efectuando la fuerza. Esto debido a que en muchos casos, este factor es ignorado debido a que no tiene magnitudes semejantes a otras fuezas como la gravedad. A traves de un montaje experimental y un analisis computacional basado en formulas fisicas ya existentes, se realizo un estudio en donde se tenia en cuenta principalmente el efecto que la friccion tenia en la caida de una servilleta en dos estados; cerrada y abierta. Con este montaje, se planeo encontrar diferencias entre los datos de cada experimento, que permitiera comparar las consecuencias de la friccion en cada momento, para asi tener conocimiento y perspectiva acerca de la relevancia que cobra esta fuerza en un sistema fisico.

2. Introduccion

La friccion o fuerza de roce es una fuerza que aparece cuando dos superficies entran en contacto y genera que estas pierdan velocidad, es por esto que se considera que tiene direccion contraria al movimiento. Al no tratarse de una fuerza fundamental como lo es la gravedad, a menudo no se toma en cuenta a la hora de analizar ciertos escenarios fisicos y simplemente se ignora. A lo largo de este informe se presenta

detalladamente el comportamiento de la velocidad en función de la fuerza de fricción y como esta última varía dependiendo la forma del objeto que se está analizando. Estos comportamientos han sido dados en forma de gráficas y tablas adecuadamente nombradas y explicadas, que demuestren las conclusiones planteadas.

En este proyecto, se pone en evidencia la importancia de la fuerza de fricción y como esta actúa con un mismo objeto que está configurado en diferente forma y estructura. Para ello, se realizó un montaje de una misma servilleta cayendo en dos configuraciones diferentes; abierta y cerrada. Los datos resultantes del experimento han reproducido y analizado a través de herramientas computacionales que aseguren la veracidad de la información que se presente. Es importante aclarar, que este proyecto ha sido ejecutado y analizado en función de la fricción, por lo que todo el estudio y resultados se centra principalmente en las consecuencias que genera este factor en el montaje. Además, se toman las ecuaciones de movimiento y las leyes de Newton como principio teórico para desarrollar el análisis y conclusiones que se presentan en este informe.

En este estudio se intenta cambiar la perspectiva con la que se analiza usualmente un sistema de caída libre, mostrando lo que a menudo se ignora, como un factor crucial en el movimiento. Aun así, cabe resaltar, el posible margen de error que puedan tener los resultados debido a factores aún más mínimos que la fricción que pueden alterar la integridad del montaje y por ende los resultados expuestos a lo largo del informe.

3. Marco teórico

Mientras miramos nuestro ambiente podemos ver como hay múltiples objetos que están en movimiento, y sabemos que sobre ellos actúan múltiples fuerzas que permiten que estos dejen el estado de reposo, tal como lo dice la primera ley de Newton, que un objeto deja el reposo si hay una fuerza que actúa sobre él. Algunas de las fuerzas que actúan sobre estos objetos son la gravedad y la fricción. Esta última es difícil de observar debido a que en muchos casos y debido a su valor es fácilmente despreciable. A continuación, se analiza dos puntos; el primero, donde la fricción es una magnitud que es despreciable y, el segundo, cuando no es posible ignorar las consecuencias que provoca la fricción en el sistema.

En el primer caso, tomaremos un objeto en el que su peso es suficiente para despreciar la fuerza de fricción. Con esto en cuenta, se sabe que, gracias a la segunda ley de Newton, la sumatoria de todas las fuerzas es igual a la masa por la aceleración y, al despejar la única fuerza que interviene en este sistema, nos resulta que la sumatoria de las fuerzas es el peso del objeto, es decir, la masa por la gravedad.

$$ma = \sum_i F_{ext} \quad \Rightarrow \quad ma = mg \quad \Rightarrow \quad a = g. \quad (1)$$

Con base en la fórmula 1 se puede ver que la aceleración es constante durante el movimiento, ya que es igual a la única fuerza que interviene en el sistema, la gravedad.

Por otro lado, cuando el peso del objeto no es suficiente para despreciar la fricción entonces cambia la aceleración que interviene en el sistema. Esto es más evidente al analizar la siguiente fórmula que describe el movimiento de un cuerpo cayendo bajo la acción de la gravedad y frenado por una fuerza de fricción en un fluido, y que al despejar la aceleración nos deja como resultado que esta deja de ser constante y empieza a depender de la velocidad y la constante de fricción.

$$ma = \sum_i F_{ext} \quad \Rightarrow \quad ma = mg - \kappa v \quad \Rightarrow \quad a = g - \frac{\kappa}{m}v \quad (2)$$

Según la ecuación 2, la aceleración no va a ser constante hasta que la velocidad sea tal que se pueda anular la constante de fricción y que resulte que la única fuerza que modifique el sistema sea nuevamente la gravedad, es decir, que la aceleración vuelve a ser constante.

4. Metodología

Al momento de empezar a desarrollar nuestro experimento se aseguró un lugar libre de corrientes de aire y alejado de cualquier otro factor que ponga en riesgo la integridad de los resultados obtenidos. Para disminuir el margen de error se desarrolló cada situación 10 veces y mientras se iba desarrollando el ejercicio se grabó cada uno con un celular Galaxy A13 de 1080p y 30fps. El ejercicio se desarrolló con una servilleta blanca y un fondo oscuro para que la servilleta resaltara y no se perdiera con el fondo. En el fondo se usó como referencia una tableta de 16 centímetros para conocer la distancia que recorría la servilleta al caer.

Una vez tomados los videos, se reprodujeron en un software llamado tracker que permite rastrear las coordenadas de la servilleta a través de cada fotograma. Este proceso se realizó con cada video y se analizaron 18 fotogramas del video de la servilleta cerrada y 53 fotogramas de los videos de la servilleta abierta. Los datos que tomamos en tracker fueron el tiempo del objeto al caer dado en segundos (s) y la distancia del objeto cayendo dado en centímetros (cm). Además, los datos se exportaron en formato txt que permite que sean analizados en JupyterLab.

Una vez exportados los datos, se procedió a analizarlos en JupyterLab que usa el lenguaje de python para programar. Se promediaron los 10 datos de la servilleta cerrada y los 10 datos de la servilleta abierta. En este punto del análisis fue necesario separar los datos de cada servilleta y realizar un código independiente debido al comportamiento de la fricción en cada uno.

Por un lado, en los datos de la servilleta cerrada, donde la fricción no es relevante en el sistema, se calculó la desviación estándar de estos y se graficó junto al promedio. Además, como ya se definió anteriormente, en este caso la aceleración es constante por lo que nos sirve una única fórmula para todos los momentos del experimento. Para ello usamos las siguientes ecuaciones y las ajustamos a nuestros datos.

$$v_f = v_0 + gt \quad y \quad d = v_0 t + g \frac{t^2}{2}, \quad (3)$$

Una vez ajustadas las ecuaciones se calculó la gravedad y se comparó nuestro resultado experimental con el resultado teórico. A través de este proceso, nos ayudamos del lenguaje python que nos permitía crear códigos con nuestras ecuaciones y remodelarlas para que fueran acordes al factor que estábamos calculando. En este caso, se pretendía calcular gravedad que interactuaba con la servilleta mientras esta caía.

Por su parte, en los datos de la servilleta abierta si importaba la fricción que había en el sistema, puesto que debido a las condiciones en que se encontraba la servilleta, no era posible despreciar esta fuerza. En este caso, como la aceleración no es constante, es necesario dividir el experimento en pequeños intervalos de tiempo que permita saber como funciona la fricción mientras se desarrolla el montaje. Por esto, se usa el siguiente código que cumple plenamente esta función.

$$[t_0, t_f] = [t_0, t_1] \cup [t_1, t_2] \cup [t_2, t_3] \cup \dots \cup [t_i, t_{i+1}] \cup \dots \cup [t_{N-2}, t_{N-1}] \cup [t_{N-1}, t_N = t_f],$$

Para calcular el coeficiente de fricción se usó cada intervalo y fue analizado uno a uno a través de la siguiente función:

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{a_0 * dt^2}{2} + v_0 * dt + y_0 \\ v_1 &= a_0 * dt + v_0 \\ a_1 &= g - B * v_1 \\ B &= \frac{k}{m} \end{aligned}$$

La ventaja de esta función es que nos da el valor de B, la cual es la relación de la constante de fricción y la masa de la servilleta.

5. Resultados

Una vez terminados y ejecutados los códigos con nuestros datos, se graficaron para poder tener plena perspectiva sobre el comportamiento de la servilleta mientras entra en movimiento y vuelve al estado de reposo. Los datos y graficas estan presentados las unidades de tiempo en segundos y las unidades de distancia en cm. En este punto del proyecto ya es el momento de analizar nuestros resultados y compararlos con los datos teoricos.

En primer lugar, vamos a empezar a analizar la gravedad mediante el experimento de la servilleta cerrada.

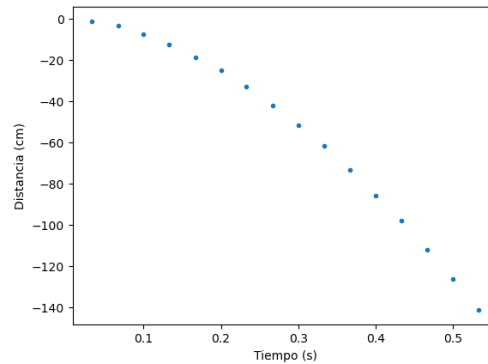


Figura 1: Gráfica caída libre

En la figura 1, se puede ver el comportamiento durante la caída del objeto, y se puede inferir que a medida que el tiempo avanza, el objeto va perdiendo distancia con respecto al punto de inicio de la medida.

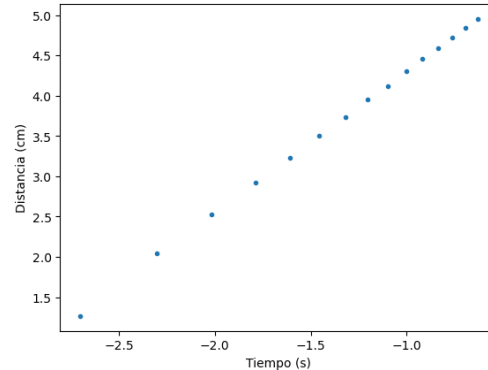


Figura 2: Aceleración

Por su parte en la figura 2, se muestra claramente la constancia de la aceleración mientras se va desarrollando el montaje. Esto es una prueba, de lo que se planteó a través de ecuaciones durante el marco teórico que la aceleración dependía únicamente de la gravedad y, por ende, era una constante como se ve en la gráfica.

Todos estos datos presentados nos muestra el comportamiento de la servilleta cerrada y gracias a los análisis que realizamos en los códigos de python nos da que la gravedad es alrededor de 6 metros por

segundo al cuadrado, lo cual está un poco alejado de los datos teóricos debido al margen de error que se presenta al inicio de este informe.

Por otro lado, se va a analizar el valor de la constante de fricción dada en el experimento de la servilleta abierta. En primer lugar, se presenta el margen de error que se va a manejar con estos datos debido a la variabilidad que hay en este sistema.

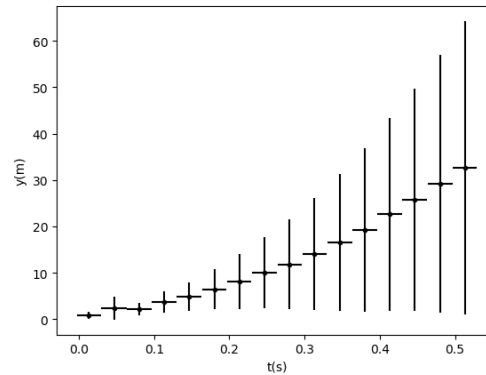


Figura 3: Barra de error

Esta gráfica muestra el rango de variabilidad que hay en cada punto en que se analiza el montaje, y se concluye fácilmente, que a medida que el experimento se desarrolla el margen de error se hace más grande. A continuación, graficamos algunas curvas experimentales con los datos divididos en intervalos pero con diversos valores para B .

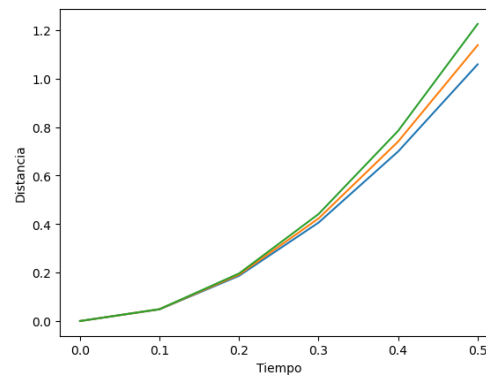


Figura 4: Curvas experimentales

En este caso, la función verde es para B igual a 0, la gráfica naranja para B igual a 0.5 y, la función azul para B igual a 1. Con esto en mente, el valor de B más parecido a la anterior barra de error es B igual a 1, y de esto se deduce que la constante de fricción es un valor mayor a 1.

Por último, se comparó el comportamiento del objeto de la forma teórica y de la forma experimental. Este paso fue crucial para revelar el margen de error que había presente en la información anteriormente presentada.

Según la gráfica, se puede evidenciar que el valor experimental está muy alejado de el valor teórico por

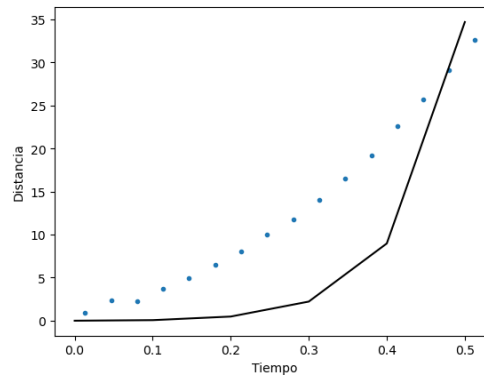


Figura 5: Comparación entre valores experimentales y valores teóricos

lo que el margen de error ha sido alto y, se hace visible que los datos experimentales han sido afectados por otros factores ajenos a los estudiados.

6. Conclusiones

En resumen, a lo largo del proyecto se buscó analizar un movimiento que es sumamente común en el ambiente y descifrar cuáles son las fuerzas y factores que hacen que este ocurra. Esto da una perspectiva diferente a como observamos las cosas a nuestro alrededor e interpretar los movimientos en los que estamos presentes o que observamos.

Además, se pudo observar como a partir de fórmulas básicas, como las leyes de Newton, se pueden inferir y calcular tantos factores que son diversos entre sí mismos y que traen muchas consecuencias con la mínima intervención.

Por último, se aprendió a utilizar los recursos de los que disponemos para descifrar detalladamente los cambios y fenómenos mecánicos que ocurren en nuestro día a día.

7. Referencias

Núñez, L. A., Rago, H. (2020, julio). Estimando la fuerza de fricción en la caída de una servilleta. <https://www.overleaf.com/project/5f0a2a960df1f70001e5adac>