



Rozamiento de una servilleta cayendo


Andres felipe pabon Orozco
santiago rivera Hernandez *
Universidad Industrial de Santander
Carrera 27 Calle 9 Bucaramanga

17/05/2023

Índice

1. Introducción	2
2. Metodología	2
2.1. La teoría	2
2.2. El experimento	2
2.3. La simulación	2
2.4. Caída con fricción despreciable	3
2.5. Caída con fricción significativa	3
2.6. graficas	5
3. El experimento y los resultados	6
4. Conclusiones y Recomendaciones	7
5. Referencias	7

Resumen

el objetivo de esta investigacion es determinar la constante de rozamiento en la caída de una servilleta de forma experimental tomando los datos con traker de la caída de una, cuando esta comprimida y cuando esta extendida osea cuando hay rozamiento y cuando no y usando pricipio fisicos como lo es la segunda ley de newton y la ayuda de herramientas como paitos para comprar graficamente los casos con distintas constantes de rozamiento  para dar con cual se parece a nuestro caso llegando a la conclusion que la constante de rozamiento deberia ser unos 0.192

* e-mail: andres2230668@correo.uis.edu.co

1. Introducción

en este trabajo investigativo se busca encontrar cual es la fuerza de fricción que experimenta una servilleta al caer, lo cual vamos a averiguar experimentalmente mediante la toma de datos de esta situación tanto cuando la servilleta se encuentra comprimida siendo en este caso la fricción despreciable como cuando se encuentra extendida siendo aquí significativo el rozamiento y como esto afecta su caída, con estos simples datos y la ayuda de algunas herramientas computacionales usaremos un marco teórico para comparar estos dos casos y desifrar a cuánto tendría que equivaler la fuerza de rozamiento para que diera ese resultado

2. Metodología

2.1. La teoría

La ecuación que describe el movimiento de un cuerpo cayendo bajo la acción de la gravedad y frenado por una fuerza de fricción en un fluido es

$$ma = \sum_i F_{ext} \quad \Rightarrow \quad ma = mg - \kappa v, \quad (1)$$

donde m es la masa del cuerpo, a su aceleración y v su velocidad.

La ecuación (1) es la segunda Ley de Newton: sumatoria de fuerzas externas es igual a masa por aceleración. La ecuación de la derecha muestra, en su lado derecho, un primer término que representa el peso, mg (con g la aceleración de gravedad) y el segundo ilustra la fuerza de fricción en un fluido. La constante κ en la fuerza de fricción depende de la forma del cuerpo y su valor es lo que queremos estimar.

Es importante notar que la fuerza de fricción no es constante, porque depende de la velocidad y, cuando la velocidad aumenta en la caída, también aumenta el freno de la fricción. Esta fuerza de fricción es una descripción fenomenológica de complejas interacciones microscópicas. El valor de la constante κ dependerá de la forma del objeto y del fluido en el cual se realice el movimiento.

2.2. El experimento

La idea es realizar primero el experimento con la servilleta comprimida para validar tanto el montaje experimental como el caso en el cual la fuerza de fricción es despreciable. Luego se realiza el experimento con la servilleta extendida (el caso en el cual la fuerza de fricción es significativa) y se compara con la caída de la servilleta comprimida.

Un primer modelo, una primera aproximación al problema sería suponer que la fuerza de fricción es constante. Esa será nuestra primera suposición. Usando podemos estimar la aceleración de caída de ambas formas de servilleta. Esto nos da una primera idea del valor de la fuerza de fricción.

2.3. La simulación

Con la simulación vamos a refinar el modelo, lo comparamos con las mediciones y estimamos el valor de la constante κ . Analizaremos dos casos, el primero con fricción despreciable que nos servirá

para construir el movimiento si la acción de la fuerza de fricción. Seguidamente analizaremos el caso con fricción significativa y, al compararlos, estimaremos el valor de la constante κ .

2.4. Caída con fricción despreciable

Como siempre, simplificamos el problema para entenderlo mejor. Suponemos que la fuerza de fricción es despreciable. Entonces la ecuación de movimiento será

$$ma = \sum_i F_{ext} \quad \Rightarrow \quad ma = mg \quad \Rightarrow \quad a = g. \quad (2)$$

Como la aceleración es constante, este problema lo resolvimos en el colegio. Encontrábamos que la velocidad final v_f y la distancia recorrida en ese tiempo venían dadas por

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

respectivamente.



Este modelo debiera ajustarse a la caída de la servilleta comprimida. Compruebe cuan cerca está el modelo teórico de las mediciones de la caída de la servilleta comprimida. Adicionalmente, este modelo servirá para calibrar el experimento de la servilleta extendida y estimar el valor de la constante de fricción κ .

2.5. Caída con fricción significativa

En la caída de la servilleta extendida la fricción es importante y no la podemos despreciar. Para este caso las “formulitas” (3) no son válidas porque la aceleración $a = g - \frac{\kappa}{m}v$ no es constante. Lo más probable es que nuestros profesores nos repitieran hasta el cansancio que la sumatoria de fuerzas externas $\sum F_{ext}$ era constante, y lo más seguro fue que nosotros, en aquellos momentos, no comprendiéramos la trascendencia de esa suposición.

Las “formulitas” (3) no son válidas, pero vamos a mostrar como el conocimiento del movimiento bajo la acción de una fuerza constante, –es decir, el movimiento de una partícula con aceleración constante– puede resultar muy útil para resolver, de forma aproximada, nuestro caso más general.

Veamos con detenimiento que significan estas afirmaciones. Es claro que el tiempo de evolución está comprendido entre el tiempo inicial, t_0 , y el tiempo final, t_f , es decir: $t_0 \leq t \leq t_f$. Supongamos que dividimos ese intervalo de tiempo en N subintervalos

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

de tal modo que, en cada uno de esos N subintervalos la aceleración es constante. En esta situación, nuestras “formulitas” (3) son válidas. La velocidad final v_{i+1} de un intervalo de tiempo $[t_i, t_{i+1}]$ será

la velocidad inicial del próximo intervalo $[t_{i+1}, t_{i+2}]$ Esto es:

$$[t_0, t_1] : \left. \begin{array}{l} v(t_0) = v_0 \\ x(t_0) = x_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} v(t_1) = v_1 = v_0 + a(x_0, v_0, t_0) [t_1 - t_0] \\ x(t_1) = x_1 = v_0 [t_1 - t_0] + a(x_0, v_0, t_0) \frac{[t_1 - t_0]^2}{2}, \end{array} \quad (4)$$

$$[t_1, t_2] : \left. \begin{array}{l} v(t_1) = v_1 \\ x(t_1) = x_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} v_2 = v_1 + a(x_1, v_1, t_1) [t_2 - t_1] \\ x_2 = x_1 + v_1 [t_2 - t_1] + a(x_1, v_1, t_1) \frac{[t_2 - t_1]^2}{2}. \end{array}$$

Si continuamos con este procedimiento, para un tiempo n-ésimo se tiene:

$$[t_i, t_{i+1}] : \left. \begin{array}{l} v(t_i) = v_i \\ x(t_i) = x_i \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} v_{i+1} = v_i + a(x_i, v_i, t_i) [t_{i+1} - t_i] \\ x_{i+1} = x_i + v_i [t_{i+1} - t_i] + a(x_i, v_i, t_i) \frac{[t_{i+1} - t_i]^2}{2}; \end{array}$$

hasta $i = N - 1$:

$$[t_{N-1}, t_N] : \left. \begin{array}{l} v(t_{N-1}) = v_{N-1} \\ x(t_{N-1}) = x_{N-1} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} v_N = v_{N-1} + a(x_{N-1}, v_{N-1}, t_{N-1}) [t_N - t_{N-1}] \\ x_N = x_{N-1} + v_{N-1} [t_N - t_{N-1}] + a(x_{N-1}, v_{N-1}, t_{N-1}) \frac{[t_N - t_{N-1}]^2}{2}. \end{array}$$

2.6. graficas

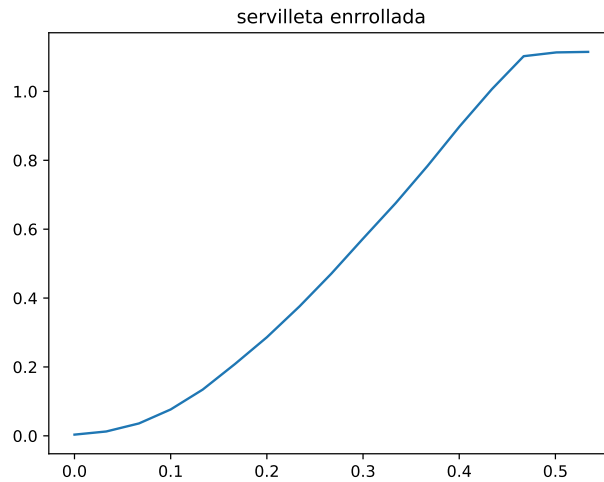


Figura 1: caída de la servillete en bolita, como se puede notar la velocidad de la servilleta va aumentando exponencialmente hasta que toca el piso esto se debe a la haceleracion ´por la gravedad

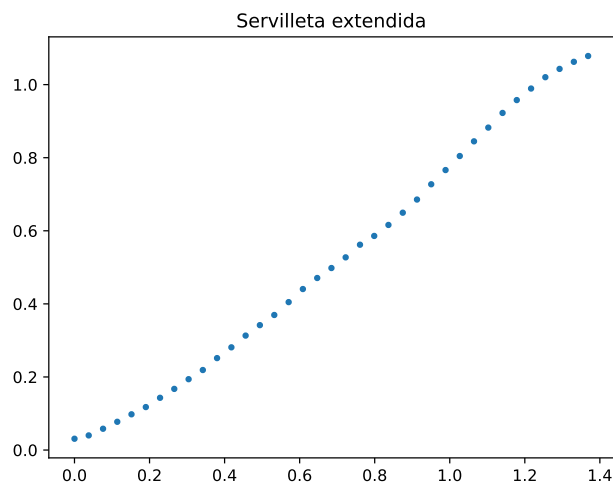


Figura 2: grafica de la caída de la servilleta extendida, como podemos observar a diferencia de la anterior, esta si bien comienza igual comienza poco a poco a linalizarse hasta que toca el suelo debido al rozamiento con el aire

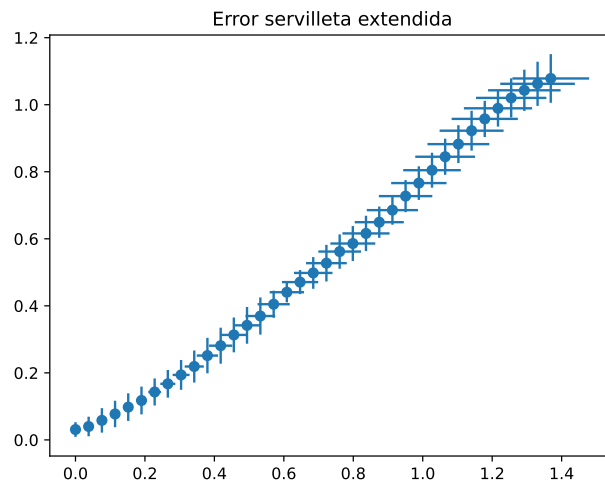


Figura 3: esta grafica es como la segunda, pero con la diferencia que esta marca el margen de error de la servilleta

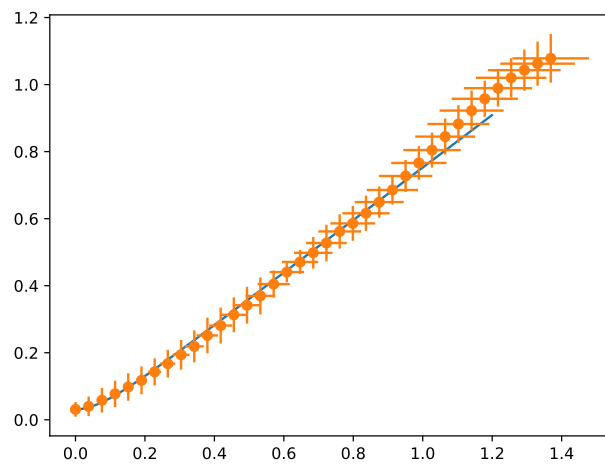


Figura 4: esta figura esta comparando la grafica de error con lo que seria la caida con cierto coeficiente de rozamiento finalmente este era el que mas se le parecia

3. El experimento y los resultados

para el montaje experimental de caida de la servilleta primero estamos utilizando un metro de medir y estamos tomando una altura inicial de un metro respecto al suelo y estamos usando el cronometro del celular para tomar el tiempo y porsupuesto una camara para gravar la caida de la servilleta en nuestro caso usamos la del celular .

para mayor precision de las mediciones vamos a repetir este procedimiento varias veces unas 10

y vamos a promediar los resultados, esto debido a que puede haber un pequeño margen de error en las medidas del experimento lo que puede generar cambios leves en los resultados haci que para corregir estos detalles minimos se hace esto para comparar el margen de error y corregirlo lo mejor posible para hacer acercanos lo maximo posible al valor debido.

para tomar los datos de este esperimento lo mejor es utilizar traker ya que nos permitira tomas mejor y con mayor precision los datos en cada instante del tiempo y como evoluciona la caida del cuerpo por lo que sera una herramienta muy util ademas y gracias a jupiter podremos tomar eso datos y analizarlos en graficas y compararlas con python

lo mas tedioso de todo esto definitivamente fue la toma de los datos y sacarlos con traken ya que la camara del celular no es la mejor y en algunos fotogramas apenas se veia la servilleta, ademas de que en el caso de la servilleta extendida fue dificil obtener datos similares con cada medicion ya que habia muchas variables en juego que afectaban la caida de la servilleta por lo que su trayectoria solia variar pero tras muchas tomas e intentos logramos tomarlos y exportarlos.

de todos estos datos que tomamos sacamos los promedios de sus datos como se ve en 1 en caso de la servilleta en bolita y en 2 en caso de la servilleta extendida y ya co eso calculamos el margen de error en caso de la servilleta extendida³. finalmente mediante el metodo mencionado antes experimentalmente logramos encontral que $B = 12.8$ ya que alcomparar las graficas del margen de error con la que daria teoricamente con este valor de B en este valor es en donde mas separecen ⁴ y puesto que el peso de la servilleta que usamos de unos 0.0015 Kilos y $B = k/m$ tenemos que $k = 0.192$

4. Conclusiones y Recomendaciones

finalmente al gracias a todo esto finalmente logramos calcular el coeficiente de rozamiento que fue de 0.192 y en el proceso aprendimos bastante sobre el uso de herramientas de tipo computacional y como usarlas para abordar ploblemas y trabajos de tipo cientifico e investigativo .

con todo esto podemos concluir la fuerza de rozamiento depende de la superficie de contaccto del odjeto por eso en la servilleta comprimida esta era desperciabre, pero en caso de la extendida esta tenia la superficie de contacto suficiente para que esta le afectara, ademas el rozamiento depende tambien de la velocidad por eso ambas empiezan cayendo igual pero a medida que la servilleta estendida aumentaba su velocidad por la aceleracion de la gravedad esta aumentaba llegando a un punto en el que se igualan y cae a velocidad constante de hay que la grafica de la servilleta extendida se linealiza despues de un punto.

~~finalmente gracias por leer este trabajo con sus defectos y todo, pero es parte de aprender y en el proceso de hacer este trabajo y aprendimos bastante tanto de fisica como de las herramientas computacionales y lo mucho que nos ayudan y facilitan resolver problemas fisicos~~

5. Referencias

<https://www.overleaf.com/read/hfqvjnjwngnp>

<https://www.overleaf.com/read/tqxvkvkjzbzf>