Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

División de Ciencias Básicas

LABORATORIO DE MECÁNICA

Práctica 2: Determinación del coeficiente de fricción estática

Profesor(a): López Téllez Edgar R.

Semestre 2018-2

Brigada: 5

Integrantes:

Bárcenas Avelar Jorge Octavio

Monsalvo Bolaños Melissa Monserrat

Murrieta Villegas Alfonso

Pérez Martinez Víctor Hugo

Reza Chavarría Sergio Gabriel

Valdespino Mendieta Joaquín

Grupo: 8

Cd. Universitaria

Práctica 2: Determinación del coeficiente de fricción estática

INTRODUCCIÓN

La fuerza de fricción o rozamiento es comúnmente conocida como la fuerza que se opone a un movimiento, en la cual entran en contacto dos superficies, en muchos casos es necesario conocer dicha magnitud (hablando de la fuerza de fricción estática) para saber la magnitud de la fuerza que se necesita para contrarrestar dicha fricción y se pueda producir un movimiento.

Para conocer el valor de la fuerza de fricción es necesario conocer el coeficiente de fricción y la normal, para esta práctica se realizarán mediciones para calcular dicho coeficiente de fricción estática entre dos cuerpos (en este caso un bloque de madera y dos diferentes superficies), en condiciones de movimiento inminente, a partir del modelado de cuerpos y el uso de ecuaciones de equilibrio.

OBJETIVOS

- Determinar el valor numérico del coeficiente de fricción estática entre dos superficies en contacto secas, en condiciones de movimiento inminente, a partir de un modelo de cuerpos conectados y mediante el empleo de las ecuaciones de equilibrio.

MATERIALES

- Bastidor con base de madera y accesorios
- Un bloque de madera
- Juego de masas (1 de 0.1 kg y 1 de 0.2 kg)
- Dos placas, una de madera y otra de acrílico
- Hilo de cáñamo
- Dos poleas con elementos de sujeción

Equipo para medir

- Dinamómetro de 10 N.
- Flexómetro

DESARROLLO

EXPERIMENTO I – PLACA DE MADERA

1] OBTENCIÓN DE DATOS

Armamos la configuración inicial de los elementos mecánicos con la placa de madera, como se muestra en la imagen 1.

Donde el elemento C es una placa de madera y el único elemento que se cambiará a lo largo de la práctica, ya que los demás elementos se mantendrán constantes, es decir, las poleas de los puntos E-F y la pesa B se mantendrán sin movimiento alguno.

NOTA: En el caso de las pesas A y D tendrán un movimiento relativo.

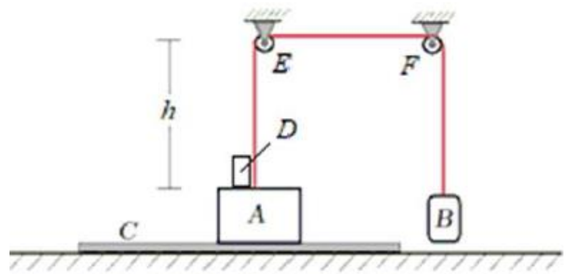

Imagen 1: Configuración inicial del experimento

Una vez armada nuestra configuración inicial determinamos nuestro sistema de referencia donde a través de una pequeña marca en la superficie de la mesa establecimos nuestro punto de origen.

Posteriormente y a través de la tabla de madera (Elemento C) desplazamos las pesas A y D hasta el punto en que la pesa A se detuviera (Véase en imagen 2).

De esta forma una vez que se detuviera la pesa A, mediamos la distancia entre el punto en que se detuvo y nuestro punto de origen, repetimos estos pasos 5 veces para poder hacer un promedio de nuestras medidas.

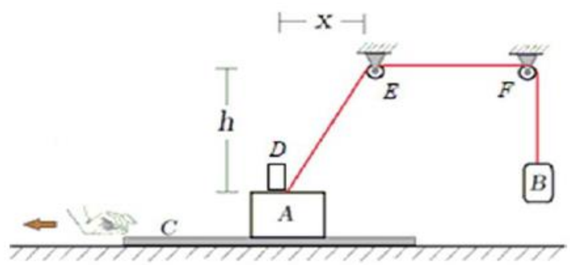

Imagen 2: Desplazamiento de la placa de madera con respecto a la superficie de la mesa.

2] DESARROLLO Y CÁLCULOS

Todas las mediciones pertinentes del primer experimento se registraron en la siguiente tabla:

Evento/Posición	x_{max}, en cm	μ_s
1	15.2 [cm]	0.26
2	13.2 [cm]	0.23
3	12.2 [cm]	0.22
4	16.0 [cm]	0.27
5	14.0 [cm]	0.24
h= 35 cm		

Tabla 1: Mediciones para la tabla de madera

Posteriormente y a través de la siguiente formula sacamos los coeficientes de fricción en cada una de las medidas anteriores.

$$\mu_s = \frac{w_B x_{\max}}{\left(w_A + w_D\right)\sqrt{\left(x_{\max}^2 + h^2\right)} - w_B h}$$

Cálculos de coeficientes de fricción:

$$\mu_{s1} = \frac{(1.4)(15.2)}{(1.5+1.9)\sqrt{(15.2^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.26$$

$$\mu_{s2} = \frac{(1.4)(13.2)}{(1.5+1.9)\sqrt{(13.2^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.23$$

$$\mu_{s3} = \frac{(1.4)(12.2)}{(1.5+1.9)\sqrt{(12.2^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.22$$

$$\mu_{s4} = \frac{(1.4)(16)}{(1.5+1.9)\sqrt{(16^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.27$$

$$\mu_{s5} = \frac{(1.4)(14)}{(1.5+1.9)\sqrt{(14^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.24$$

Por último, sacamos el promedio de los coeficientes de fricción obtenidos.

Promedio μ_s=0.24

EXPERIMENTO II – PLACA DE ACRÍLICO

1] OBTENCIÓN DE DATOS

Una vez que terminamos de registrar las medidas del experimento, cambiamos la placa de madera por una placa de acrílico. Volvimos a marcar nuestro punto de referencia y repetimos el mimo procedimiento que hicimos con la placa de madera.

NOTA: Cabe destacar que las alturas h variaron de una placa a otra, ya que el grosor de las placas era distinto.

Altura h (Placa de Madera) = 35 [cm] **Altura h (Placa de acrílico) = 37 [cm]**

2] DESARROLLO Y CÁLCULOS

Todas las mediciones pertinentes del primer experimento se registraron en la siguiente tabla:

Evento/Posición	x_{max}, en cm	μ_s
1	30.5 [cm]	0.3744
2	31.0 [cm]	0.377
3	30.5 [cm]	0.3744
4	30.0 [cm]	0.3812
5	33.0 [cm]	0.3956
	h= 37 cm	

Tabla 2, Mediciones para la tabla de acrílico

Posteriormente y a través de la siguiente formula sacamos los coeficientes de fricción en cada una de las medidas anteriores.

$$\mu_s = \frac{w_B x_{\max}}{\left(w_A + w_D\right)\sqrt{\left(x_{\max}^2 + h^2\right)} - w_B h}$$

Cálculos de coeficientes de fricción:

$$\mu_{s1} = \frac{(1.4)(30.5)}{(1.5+1.9)\sqrt{(30.5^2+37^2)}-(1.4*35)} = 0.3744$$

$$\mu_{s2} = \frac{(1.4)(31)}{(1.5+1.9)\sqrt{(31^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.377$$

$$\mu_{s3} = \frac{(1.4)(30.5)}{(1.5+1.9)\sqrt{(30.5^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.3744$$

$$\mu_{s4} = \frac{(1.4)(30)}{(1.5+1.9)\sqrt{(30^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.3718$$

$$\mu_{s5} = \frac{(1.4)(33)}{(1.5+1.9)\sqrt{(33^2+35^2)}-(1.4*35)} = 0.3863$$

Por último, sacamos el promedio de los coeficientes de fricción obtenidos.

Promedio μ_s= 0.3767

3] DIAGRAMA CUERPO LIBRE DEL EXPERIMENTO II

Debido a que en ambos experimentos se utilizaron los mismos elementos, ambos se demostrarán mediante los mismos diagramas de cuerpo libre. A continuación, se muestras los diagramas de cuerpo libre de los experimentos (Véase en imagen 3):

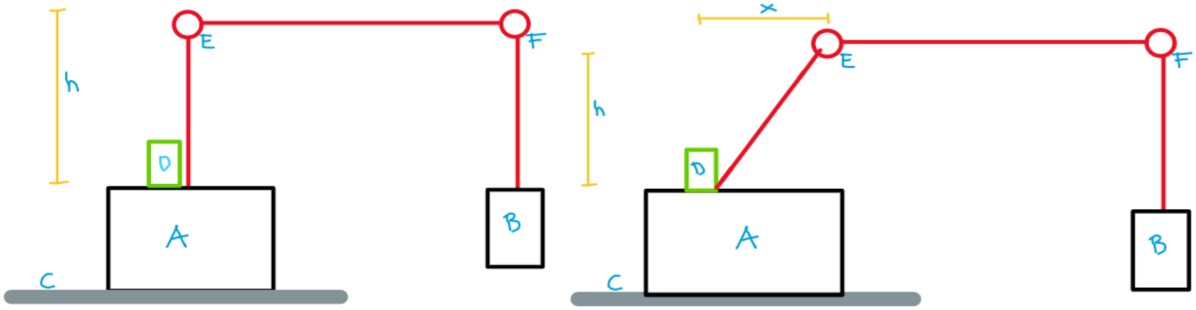

Imagen 3: Del lado izquierdo el diagrama del experimento sin aplicar una fuerza sobre c, del lado derecho el diagrama del experimento una vez que fue aplicada la fuerza en C

Sin embargo, para una mayor comprensión de los fenómenos implicados en el experimento se decidió separar en cada uno de sus componen el diagrama del lado derecho, a continuación, se muestra cada una de las fuerzas que afecta a cada elemento del experimento (Véase en imagen 4).

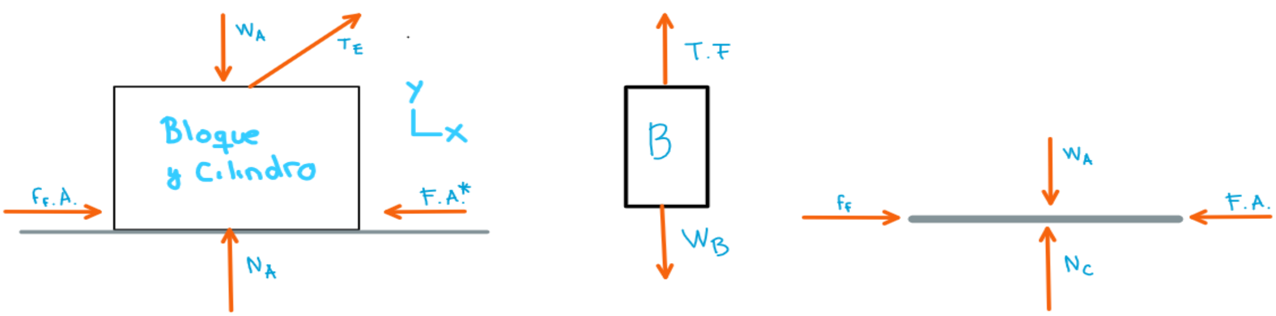

Imagen 4: Del lado izquierdo el diagrama de cuerpo libre del bloque A y su pesa, en el centro el diagrama de cuerpo libre de la pesa B, y del lado derecho el diagrama de cuerpo libre de la tabla C.

NOTAS:

Debido a que la masa del hilo o cuerda es despreciable se puede omitir al momento de realizar los cálculos por ello es que no se realizó el diagrama de cuerpo libre de este. Por otro lado, las poleas al solo tener la función de cargar el sistema implicado podemos de igual forma omitir al momento de realizar operaciones.

NOTACIÓN EMPLEADA:

La notación empleada para nombrar a las fuerzas en los diagramas de cuerpo libre es la siguiente:

N = Normal. **T** = Tensión. **F** = Fuerza.

ANÁLISIS Y DEDUCCIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS

Con la siguiente expresión matemática y considerando **$x = x_{max}$** se calculó los valores de la fuerza de fricción entre la superficie de contacto de la mesa y la placa.

$$Fr_s = \frac{w_B x}{\sqrt{\left(x^2 + h^2\right)}}$$

EXPERIMENTO I

$$Fr_{s1} = \frac{(1.4)(0.152)}{\sqrt{\left((0.152)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.5576[N]$$

$$Fr_{s2} = \frac{(1.4)(0.132)}{\sqrt{\left((0.132)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.4940[N]$$

$$Fr_{s3} = \frac{(1.4)(0.122)}{\sqrt{\left((0.122)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.4608[N]$$

$$Fr_{s4} = \frac{(1.4)(0.160)}{\sqrt{\left((0.160)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.5820[N]$$

$$Fr_{s5} = \frac{(1.4)(0.140)}{\sqrt{\left((0.140)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.5199[N]$$

Promedio Fuerzas de fricción con la placa de madera: 0.52286 [N]

EXPERIMENTO II

$$Fr_{s1} = \frac{(1.4)(0.305)}{\sqrt{\left((0.305)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.9197[N]$$

$$Fr_{s2} = \frac{(1.4)(0.31)}{\sqrt{\left((0.310)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.9282[N]$$

$$Fr_{s3} = \frac{(1.4)(0.305)}{\sqrt{\left((0.305)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.9197[N]$$

$$Fr_{s4} = \frac{(1.4)(0.30)}{\sqrt{\left((0.3)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.9111[N]$$

$$Fr_{s5} = \frac{(1.4)(0.330)}{\sqrt{\left((0.330)^2 + (0.35)^2\right)}} = 0.9604[N]$$

Promedio Fuerzas de fricción con la placa de acrílico: 0.9278[N]

Posteriormente se calcularon las magnitudes de las componentes verticales y horizontales con respecto a la Polea E, y la magnitud de reacción en la polea F, para ello se utilizaron las siguientes expresiones matemáticas

$$R_{EH} = w_B\left(1-\frac{x_{max}}{\sqrt{x_{max}^2+h^2}}\right) \qquad R_{Ev} = \frac{w_B h}{\sqrt{x_{max}^2+h^2}} \qquad R_F = \sqrt{2}w_B$$

EXPERIMENTO I

$$R_{EH1} = (1.4)\left(1-\frac{0.152}{\sqrt{(0.152)^2+(0.35)^2}}\right) = 0.8423[N] \qquad R_{EH2} = (1.4)\left(1-\frac{0.132}{\sqrt{(0.132)^2+(0.35)^2}}\right) = 0.9059[N]$$

$$R_{EH3} = (1.4)\left(1-\frac{0.122}{\sqrt{(0.122)^2+(0.35)^2}}\right) = 0.9391[N] \qquad R_{EH4} = (1.4)\left(1-\frac{0.16}{\sqrt{(0.16)^2+(0.35)^2}}\right) = 0.8179[N]$$

$$R_{EH2} = (1.4)\left(1-\frac{0.14}{\sqrt{(0.14)^2+(0.35)^2}}\right) = 0.88[N]$$

Promedio Reacción Horizontal en la polea E: 0.87704 [N]

$$R_{EV1} = \frac{(1.4)(0.35)}{\sqrt{(0.152)^2+(0.35)^2}} = 1.2841[N] \qquad R_{EV2} = \frac{(1.4)(0.35)}{\sqrt{(0.132)^2+(0.35)^2}} = 1.3099[N]$$

$$R_{EV3} = \frac{(1.4)(0.35)}{\sqrt{(0.122)^2+(0.35)^2}} = 1.3219[N] \qquad R_{EV4} = \frac{(1.4)(0.35)}{\sqrt{(0.16)^2+(0.35)^2}} = 1.2732[N]$$

$$R_{EV5} = \frac{(1.4)(0.35)}{\sqrt{(0.14)^2+(0.35)^2}} = 1.2998[N]$$

Promedio Reacción Vertical en la polea E: 1.2977 [N]

EXPERIMENTO II

$$R_{EH1} = (1.4)\left(1 - \frac{0.305}{\sqrt{(0.305)^2 + (0.37)^2}}\right) = 0.5094[\mathrm{N}]$$

$$R_{EH2} = (1.4)\left(1 - \frac{0.31}{\sqrt{(0.31)^2 + (0.37)^2}}\right) = 0.5008[\mathrm{N}]$$

$$R_{EH3} = (1.4)\left(1 - \frac{0.305}{\sqrt{(0.305)^2 + (0.37)^2}}\right) = 0.5094[\mathrm{N}]$$

$$R_{EH4} = (1.4)\left(1 - \frac{0.3}{\sqrt{(0.3)^2 + (0.37)^2}}\right) = 0.5182[\mathrm{N}]$$

$$R_{EH5} = (1.4)\left(1 - \frac{0.33}{\sqrt{(0.33)^2 + (0.37)^2}}\right) = 0.4681[\mathrm{N}]$$

Promedio Reacción Horizontal en la polea E: 0.50118 [N]

$$R_{EV1} = \frac{(1.4)(0.37)}{\sqrt{(0.305)^2 + (0.37)^2}} = 1.0802[\mathrm{N}]$$

$$R_{EV3} = \frac{(1.4)(0.37)}{\sqrt{(0.305)^2 + (0.37)^2}} = 1.0731[\mathrm{N}]$$

$$R_{EV3} = \frac{(1.4)(0.37)}{\sqrt{(0.305)^2 + (0.37)^2}} = 1.0802[\mathrm{N}]$$

$$R_{EV4} = \frac{(1.4)(0.37)}{\sqrt{(0.3)^2 + (0.37)^2}} = 1.0874[\mathrm{N}]$$

$$R_{EV5} = \frac{(1.4)(0.37)}{\sqrt{(0.33)^2 + (0.37)^2}} = 1.0448[\mathrm{N}]$$

Promedio Reacción Vertical en la polea E: 1.07314 [N]

Por último, para ambos experimentos W_B fue el mismo 1.4 [N]

$$R_F = \sqrt{2}(1.4) = 1.9798[\mathrm{N}]$$

CONCLUSIONES

En la presente práctica utilizamos conceptos básicos relacionados con la construcción y planteamiento de diagramas de cuerpo libres, además de un nuevo concepto que es la fuerza de fricción estática donde a través de diversas mediciones obtuvimos los coeficientes de fricción relacionados a dos materiales distintos.

Podemos notar a relevancia de la pesa que se ubica arriba de la caja A, el cual es un elemento agregado para la precisión de medidas, ya que si no se agregara prácticamente no podría ser posible la obtención de distancia máxima, también mientras más se aleje la superficie con el cuerpo del sistema de poleas, aumenta la tensión de la cuerda anclada al cuerpo, originando a una cierta distancia (en su componente horizontal) esa fuerza sobrepase la fuerza de fricción máxima (momento inminente), originando de esta forma el desplazamiento, por ello es que se pudo calcular lo solicitado.

Por otro lado, notamos que se requiere de una componente horizontal para el desplazamiento del cuerpo sobre la superficie, ya que esto genera la fuerza de fricción, si solo hubiera componentes verticales no habría fricción, solo una elevación (Esto le corresponde al sistema de poleas).

Con respecto al coeficiente de fricción, podemos decir que este no puede sobrepasar la unidad, porque de esta forma se diría que la fuerza de fricción máxima siempre sería mayor a las fuerzas aplicadas al cuerpo y, por lo tanto, el sistema nunca tendría un desplazamiento, por otro lado, no puede ser 0 debido a que mientras más se acerque a 0 más lisa es la superficie y por ende se deslizaría sobre la superficie (sin oposición de movimiento) a la mas mínima fuerza aplicada.

Por último, esta práctica es un ejemplo de como en el mundo real intervienen más fuerzas o aspectos al momento de desplazar un objeto pues en este caso podemos notar la gran diferencia que hace la fuerza de fricción sobre 2 distintos materiales a pesar de que se desplazan los objetos de la misma forma y empleando casi los mismos elementos.

BIBLIOGRAFÍA

- Paul E. Thippens. Física conceptos y aplicaciones, 7° edición. México, McGrawHill 2010.
- Gutierrez Aranzeta, Carlos; Introducción a la metodología experimental, 2da. Edición, México, Limusa Noriega, 2006.
- Frederick J. Bueche. Fundamentos de Física 1. México. McGraw Hill