

Laboratorio Nro. 1: Fuerza de Roce

Alam Meza [03709/1], Fernando Méndez [02840/9], Herlan Garnica Guerra [03638/3], José González [02930/0].

Alameza19@alu.ing.unlp.edu.ar, herlanngarnica@gmail.com, mendez.ikell@alu.ing.unlp.edu.ar,
josealejandrogonzalezburga@gmail.com

Física I, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

Experiencia realizada el 21/03/2024

Resumen:

El informe describe el experimento realizado para determinar experimentalmente el coeficiente de roce estático entre dos pares de superficies utilizando un plano inclinado. Se utilizó un bloque de madera con una cara esmerilada y una superficie inclinada para llevar a cabo el experimento. Se siguieron pasos específicos, incluyendo mediciones de la altura y la base del plano, así como el registro de datos durante el experimento. Luego, se calcularon los valores promedio y las incertezas asociadas a las mediciones. Finalmente, se compararon los resultados experimentales con los valores de referencia y se concluyó sobre los hallazgos obtenidos.

Introducción:

Siempre nos preguntamos al ver algunos objetos con cierta inclinación en una superficie del porque no se caen, que es lo que hace que no se deslice hacia abajo, lo cual mediante esta experiencia que realizaremos ponemos más enfoque en esto y estudiar las diferentes fuerzas que actúan sobre el objeto de acuerdo a las leyes de Newton y entender y obtener la respuesta a nuestra pregunta.

El objetivo de esta experiencia es saber los diferentes conceptos de fuerzas, determinar el coeficiente de roce estático del objeto en estudio que sería un bloque de madera con una cara esmerilada en dos pares superficies utilizando un plano.

El problema en estudio se centra en la determinación del coeficiente de roce estático entre dos pares de superficies diferentes utilizando un plano inclinado. Este fenómeno se rige por las leyes del movimiento de Newton y los conceptos de rozamiento

El modelo conceptual utilizado se basa en la comprensión del equilibrio de fuerzas sobre un cuerpo en reposo sobre una superficie inclinada. Cuando un cuerpo se encuentra en reposo sobre una superficie, las fuerzas que actúan sobre él son el peso y la normal. Al inclinar suavemente el plano, se introduce una componente de la fuerza normal que genera una fuerza de roce estático, la cual impide que el cuerpo se deslice sobre la superficie.

Los parámetros que se usaron incluyen la altura y la base del plano inclinado, así como la altura a la que se encuentra el

cuadro en el momento en que está a punto de comenzar a deslizarse sobre la superficie. Estas mediciones son esenciales para calcular el coeficiente de roce estático entre las dos superficies.

Ecuaciones:

De acuerdo al diagrama de fuerzas en el cuadro cuando este empieza a inclinarse, pero no se mueve y de acuerdo a la segunda ley de Newton donde $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$ se obtiene las siguientes ecuaciones

$$\text{Componente } x: \sum F_x = mg \sin(\theta) - F_{re} = 0 \rightarrow F_{re} = mg \sin(\theta) \quad (1)$$

$$\text{Componente } y: \sum F_y = N - mg \cos(\theta) = 0 \rightarrow N = mg \cos(\theta) \quad (2)$$

Donde m es la masa, g es la gravedad, N la normal y F_{re} es la fuerza de roce

Dividiendo la ecuación (1) por la (2) resulta:

$$F_{re}/N = mg \sin(\theta)/mg \cos(\theta) = \tan(\theta) \quad (3)$$

Para el ángulo en el momento en que el cuadro comienza a deslizar respecto de la superficie se cumple que:

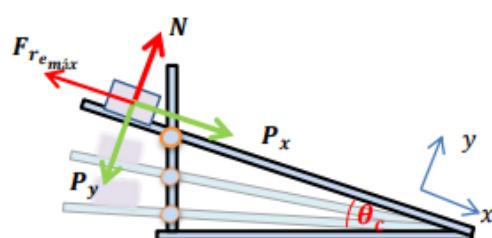
$$F_{re\max} = N\mu_e \rightarrow F_{re\max}/N = \mu_e \quad (4)$$

Igualando las ecuaciones (3) y (4) se obtiene que para este $\theta = \theta_c$: $\mu_e = \tan(\theta_c)$ (5)

Lo cual tenemos que el coeficiente de roce estático se obtiene mediante la siguiente ecuación

$$\mu_e = \tan(\theta_c) = \frac{h}{b}$$

En la figura se muestra en el momento justo donde el cuadro se desliza, el ángulo formado sería (θ_c)



Materiales y método, descripción del experimento

Materiales:

- Plano inclinado de madera
- Cinta métrica
- Bloque de madera con una cara esmerilada

Procedimiento:

Primeramente, se montó el sistema colocando el plano inclinado de madera en una superficie nivelada y estable.

Una vez nivelado se midió la base del plano (b) utilizando la cinta métrica, teniendo en cuenta la incertezza del instrumento de medida (Δb). Luego, se posicionó el bloque de madera sobre la plataforma en posición horizontal, asegurando que una de las caras de madera del cubo estuviera en contacto con la superficie del plano. Se marcó la posición inicial del bloque para repetir las mismas condiciones iniciales durante toda la experiencia.

Una vez posicionado el bloque se elevó uno de los extremos del plano inclinado firmemente y lentamente. En el instante inminente en el que el bloque estuvo por comenzar a deslizarse sobre la superficie, se fijó la plataforma y se registró el valor de la altura h_i , donde el subíndice i indica el número de medida realizada. Se repitió este paso cinco veces.

Con los valores de b y h_i , se completó la tabla y se calculó el valor promedio de la altura (\hat{h}). Después empleando los valores de h_i obtenidos, se calculó la incerteza asociada a las distintas mediciones (Δh).

Finalmente, se expresó el valor de h teniendo en cuenta la incertezza. Para así una vez finalizado se vuelve a repetir el experimento para el contacto madera-esmeril, siguiendo los mismos pasos.

Algunas preocupaciones que surgieron son de asegurarse de que el plano inclinado estuviera nivelado correctamente para obtener mediciones precisas.

Y se encontró dificultad en asegurar que el bloque de madera estuviera en reposo justo antes de comenzar a deslizarse, ya que pequeños movimientos afectan las mediciones.

Las variables que fueron medidas directamente e indirectamente son: la altura del plano inclinado (h) directamente, la base del plano inclinado (b) directamente, la altura del plano en el momento justo donde cae el bloque (h_i) directamente y el coeficiente de roce estático (μ_e) indirectamente a través del cálculo de la ecuación.

Desarrollo y Resultado

A continuación, mostramos la tabla correspondiente a las diferentes mediciones hechas con los respectivos resultados para cada superficie que se realizó durante la experiencia.

Base: $b=b \pm \Delta b = 53,2\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$		
Nº de medida	h_i para madera	h_i para esmeril
1	30,5 cm	25.6 cm
2	32,1 cm	25 cm
3	33,1 cm	24.5 cm
4	33,5 cm	23.5 cm
5	30,4 cm	25.4 cm
Promedio	$\hat{h} = 31.9 \text{ cm}$	$\hat{h} = 24.8 \text{ cm}$
Incógnitas	$\Delta h = 1.55 \text{ cm}$	$\Delta h = 1.05 \text{ cm}$
Coef. De roce estático	$\mu_e = 0.59$	$\mu_e = 0.46$
Incógnitas	$\Delta \mu_e = 0.03$	$\Delta \mu_e = 0.02$
Resultados	$\mu_{emad} = 0.59 \pm 0.03$	$\mu_{emad} = 0.46 \pm 0.02$

Para el par de superficie madera - madera

En donde medimos la base (b) con su respectiva incertidumbre (Δb) donde la incertidumbre es por el material usado para la medición ya que no mide exactamente ya que tiene por diferentes tipos de superficie una parte que no se llega a medir del todo. Donde nos quedó los siguientes valores:

$$b = b \pm \Delta b = 53,2\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$$

Una vez medido cada uno de los h_i calculamos el promedio de la altura (\hat{h}) mediante la siguiente ecuación:

$$\hat{h} = \frac{\sum h_i}{5} = \frac{159.6\text{cm}}{5} = 31.9\text{cm}$$

Luego medimos la incerteza de la altura (Δh) mediante la ecuación:

$$\Delta h = \frac{h_{max} - h_{min}}{2} = \frac{33.5\text{cm} - 30.4\text{cm}}{2} = 1.55\text{cm}$$

Luego el coeficiente de roce estático en el momento en el que bloque comienza a deslizar:

$$\mu_e = \tan(\theta) = \frac{h}{b} = \frac{31.9\text{cm}}{53.2\text{cm}} = 0.59$$

Ahora calculamos la incerteza del coeficiente de roce estático mediante la sgte. ecuación:

$$\Delta \mu_e = \frac{h}{b^2} \cdot \Delta b + \frac{1}{b} \cdot \Delta h = \frac{31.9\text{cm}}{53.2\text{cm}^2} \cdot (0.1\text{cm}) + \frac{1}{53.2\text{cm}} \cdot (1.55\text{cm}) = 0.03$$

Y así tenemos el resultado del coeficiente de roce estático para la superficie madera - madera

$$\mu_e = \mu_e \pm \Delta \mu_e = 0.59 \pm 0.03$$

Para el par de superficie madera – esmeril

Hacemos los mismos cálculos, pero ahora con las mediciones que se realizó cuando usamos la otra cara del bloque.

Como es la misma plataforma la base (b) será el mismo que el de madera – madera

Calculamos el promedio de la altura (\hat{h}):

$$\hat{h} = \frac{\sum h_i}{5} = \frac{124\text{cm}}{5} = 24.8\text{cm}$$

Ahora calculamos la incertezza asociada a las diferentes alturas (Δh):

$$\Delta h = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{2} = \frac{25.6\text{cm} - 23.5\text{cm}}{2} = 1.05\text{cm}$$

Luego con h y la base calculamos el coeficiente de roce estático

$$\mu_e = \tan(\theta) = \frac{h}{b} = \frac{24.8\text{cm}}{53.2\text{cm}} = 0.46$$

Después calculamos la incertezza asociada al coeficiente de roce estático.

$$\Delta \mu_e = \frac{h}{b^2} \cdot \Delta b + \frac{1}{b} \cdot \Delta h = \frac{24.8\text{cm}}{53.2\text{cm}^2} \cdot (0.1\text{cm}) + \frac{1}{53.2\text{cm}} \cdot (1.05\text{cm}) = 0.02$$

Así tenemos el resultado del coeficiente de roce estático

$$\mu_e = \mu_e \pm \Delta \mu_e = 0.46 \pm 0.02$$

En la siguiente tabla podemos observar algunas referencias con respecto a diferentes superficies para determinar el coeficiente de roce estático.

TABLA 5.1

Coefficientes de fricción

	μ_s	μ_k
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25–0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	—	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.003

Nota: Todos los valores son aproximados. En algunos casos el coeficiente de fricción puede superar 1.0.

Nota: Como el esmeril es un material abrasivo utilizado en herramientas como piedras de afilar y discos de corte. Su

coeficiente de fricción puede variar según la composición y la rugosidad de la superficie.

Discusiones y conclusiones

En este experimento, se determinó el coeficiente de roce estático entre dos pares de superficies diferentes utilizando un plano inclinado. Los resultados obtenidos para el coeficiente de roce estático fueron $\mu_e = 0.59 \pm 0.03$ para el par de superficies madera-madera y $\mu_e = 0.46 \pm 0.02$ para el par de superficies madera-esmeril.

La comparación de nuestros resultados con los valores de referencia obtenidos de la tabla anteriormente mencionada reveló que los valores experimentales son ligeramente superiores con respecto los valores teóricos aceptados para el coeficiente de roce estático entre madera y madera, lo que respalda la precisión y confiabilidad de nuestros resultados a pesar de algunas dificultades y ciertas observaciones que se menciona más abajo. Sin embargo, en el par de superficies madera-esmeril debido a que no contamos con un valor de referencia para realizar la comparación con nuestro valor experimental, consideramos que nuestro experimento es confiable y preciso en las mediciones, el valor del coeficiente de roce obtenido podría ser un valor razonable.

Durante la realización del experimento, se enfrentaron algunas dificultades, como asegurar que el bloque estuviera en reposo justo antes de comenzar a deslizarse sobre la superficie del plano inclinado. Pequeños movimientos o imperfecciones en la superficie podrían haber afectado ligeramente nuestras mediciones, lo que puede explicar las pequeñas discrepancias observadas en los resultados.

Para mejorar las mediciones para futuras experiencias se recomienda que la superficie de madera sea la correcta y que no esté interferida por humedad o algunas raspaduras mínimas, lo mismo ocurre con el esmeril debido a que es un material que tiende a gastarse con el tiempo se recomienda utilizar un material nuevo para asegurar la mejor precisión.

Referencias

R. A. Serway y J. W. Jewett Jr., Física I, (7ma edición)
Thomson, México (2016)

Guía de trabajos prácticos, Física I, (edición 2024),
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

Materiales extras otorgado por la catedra, Prof. Lic. Susana Conconi y Prof. Ing. Juana Gallego, UNLP (2024).