

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 2

TEMA: Rozamiento estático y dinámico

OBJETIVOS

- Encontrar los valores de rozamiento estático y dinámico entre diferentes superficies.
- Graficar datos experimentales y aplicar métodos de ajuste a dichos valores.

FUNDAMENTO TEÓRICO

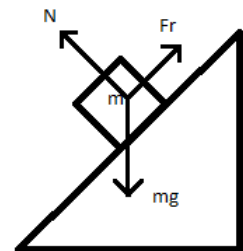
Cuando un cuerpo cae sobre un plano inclinado debido a la fuerza de gravedad, estará sujeto también a la fuerza de rozamiento que actuará en la dirección contraria a la dirección de movimiento. Existen dos estados para la acción del rozamiento sobre las superficies involucradas. En el primer caso, el rozamiento estático es tal que permite que las superficies no tengan movimiento relativo entre sí. Para ello, consideremos el diagrama de cuerpo libre de la figura. En el caso de que los cuerpos no se mueven entre sí, entonces

$$N - mg\cos(\theta) = 0 \quad (1)$$

$$mg\sin(\theta) - F_R = 0 \quad (2)$$

En el caso de que $\vec{a} = 0$, entonces $F_R = \mu_E N = \mu_E mg\cos(\theta)$. Reemplazando la fuerza de rozamiento en la ecuación (2) encontramos que el coeficiente de rozamiento estático es

$$\mu_E = \tan(\theta_{max}) \quad (3)$$



Esta ecuación indica que si comenzamos a elevar el plano en una de sus puntas de tal manera que el ángulo empieza a crecer, entonces habrá un ángulo máximo θ_{max} en el cual la masa ubicada arriba del plano comienza a deslizarse. Esto se debe a que la fuerza de rozamiento depende de la normal N que a su vez depende del ángulo. Ya que esta dependencia es por medio de $\cos(\theta)$, entonces a medida que aumenta, N disminuye al punto de que no puede contrarrestar la proyección del peso en la dirección del plano inclinado.

Para poder determinar el rozamiento dinámico debemos comenzar con las ecuaciones (1) y (2), pero en este caso el cuerpo encima del plano inclinado se moverá con aceleración

$$N - mg\cos(\theta) = 0 \quad (4)$$

$$mg\sin(\theta) - F_R = ma \quad (5)$$

Usando $N = mg\cos(\theta)$ y reemplazando en $F_R = \mu_D mg\cos(\theta)$ encontramos que

$$\mu_D = \tan(\theta) - \frac{a}{g\cos(\theta)} \quad (6)$$

En este caso, podemos elegir cualquier ángulo θ siempre que sea mayor que θ_{max} donde no hay aceleración. Lo único que resta determinar es la aceleración a . Para ello podemos considerar la cinemática. Si consideramos que el carrito parte de la parte más alta del plano inclinado, que llamamos x_0 , y calculamos el tiempo Δt que tarda en caer hasta el final del plano inclinado, que lo llamamos x_F , entonces sabemos que

$$\Delta x = x_F - x_0 = \frac{1}{2} a \Delta t^2 \quad (7)$$

Entonces

$$a = \frac{2\Delta x}{\Delta t^2} \quad (8)$$

De este modo, el rozamiento dinámico se puede determinar por medio de la siguiente ecuación

$$\mu_D = \tan(\theta) - \frac{2\Delta x}{g\Delta t^2 \cos(\theta)} \quad (9)$$

De este modo, conociendo el ángulo, la distancia recorrida y el tiempo transcurrido, se puede obtener el coeficiente de rozamiento dinámico.

Nota complementaria:

Los coeficientes de rozamiento son adimensionales.

MATERIALES

- Plano inclinado, carritos con diferentes superficies.
- Cronómetro, regla o cinta métrica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se obtendrán los coeficientes de rozamiento estático y dinámico mediante dos métodos. En el método estático se utiliza la ecuación (3) y en el método dinámico la ecuación (9).

Método I: Estático.

- Colocar el carrito sobre el plano en uno de sus extremos.
- Comenzar a elevar el plano en el extremo donde se coloca el carrito.
- En el momento en el que el carrito se comienza a mover, determinar el ángulo que forma el plano inclinado con la horizontal.
- Realizar esta medición diez veces para poder determinar el coeficiente de rozamiento estático.

Método II: Dinámico.

- Medir la distancia del plano.
- Elevar uno de los extremos del plano a un ángulo mayor al ángulo determinado en el método estático. Medir el ángulo de elevación.
- Colocar el carrito en el extremo del plano que esta elevado.
- Soltar el carrito y medir el tiempo que transcurre entre el comienzo del movimiento hasta el final del plano.
- Determinar el valor del coeficiente de rozamiento dinámico utilizando la ecuación (9).

RESULTADOS

Datos fijos:

Longitud del plano $\Delta x =$ _____ Constante $g =$ _____

Tabla 1: Método Estático. Datos experimentales tomados en el Laboratorio.

N° de ensayo	Largo (cm)	Alto (cm)	Ángulo
Ensayo 0	$L_0 =$	$Y_0 =$	$\theta_0 =$
Ensayo 1	$L_1 =$	$Y_1 =$	$\theta_1 =$
Ensayo 2	$L_2 =$	$Y_2 =$	$\theta_2 =$
Ensayo 3	$L_3 =$	$Y_3 =$	$\theta_3 =$
Ensayo 4	$L_4 =$	$Y_4 =$	$\theta_4 =$
Ensayo 5	$L_5 =$	$Y_5 =$	$\theta_5 =$
Ensayo 6	$L_6 =$	$Y_6 =$	$\theta_6 =$
Ensayo 7	$L_7 =$	$Y_7 =$	$\theta_7 =$
Ensayo 8	$L_8 =$	$Y_8 =$	$\theta_8 =$

Tabla 2: Método Dinámico. Datos experimentales tomados en el Laboratorio

N° de ensayo	Largo (cm)	Alto (cm)	Ángulo
Ensayo 0	$\theta_0 =$	$\Delta t_0 =$	$\mu_{D0} =$
Ensayo 1	$\theta_1 =$	$\Delta t_1 =$	$\mu_{D1} =$
Ensayo 2	$\theta_2 =$	$\Delta t_2 =$	$\mu_{D2} =$
Ensayo 3	$\theta_3 =$	$\Delta t_3 =$	$\mu_{D3} =$
Ensayo 4	$\theta_4 =$	$\Delta t_4 =$	$\mu_{D4} =$
Ensayo 5	$\theta_5 =$	$\Delta t_5 =$	$\mu_{D5} =$
Ensayo 6	$\theta_6 =$	$\Delta t_6 =$	$\mu_{D6} =$
Ensayo 7	$\theta_7 =$	$\Delta t_7 =$	$\mu_{D7} =$
Ensayo 8	$\theta_8 =$	$\Delta t_8 =$	$\mu_{D8} =$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar los resultados obtenidos para los rozamientos estáticos y dinámicos. Calcular el error en cada uno de ellos a partir de los errores en los elementos utilizados para realizar la medición.

CONCLUSIONES