

## Práctica de laboratorio No. 5. Estática, rozamiento

### I. Objetivo general

Determinar la fuerza de fricción en un sistema de plano inclinado.

### II. Objetivos específicos

- Aplicar la primera ley de Newton para determinar la fuerza de fricción en un sistema en equilibrio dinámico.
- Obtener el coeficiente de fricción estático para superficies de diferentes materiales.

### III. Introducción

Cuando a un objeto que descansa sobre una superficie lisa se le aplica una única fuerza paralela a dicha superficie para empujarlo, el objeto se desliza de forma acelerada según la segunda ley de Newton ( $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ); ahora bien, si la superficie donde está el objeto es rugosa, esta le hace una **fuerza de fricción<sup>1</sup>** al objeto, paralela a la superficie y en sentido opuesto al movimiento (ver figura 5.1).

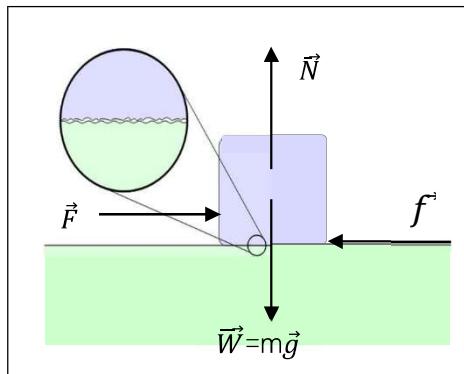


Figura 5.1 Superficie rugosa ejerce una fuerza de fricción paralela a la superficie y en sentido opuesto al movimiento.

Imagine que hay una caja pesada sobre el piso rugoso y que usted quiere empujarla para llevarla arrastrada a otra habitación; si comienza haciendo una pequeña fuerza es posible que no logre moverla, por tanto, se aplica la primera ley de Newton ( $\sum \vec{F} = 0$ ), lo que quiere decir que la fuerza  $F$  que usted aplica y la fricción  $f$  son de igual magnitud y apuntan en sentido opuesto.

Ahora, si incrementa ligeramente la fuerza aplicada  $F$ , puede que aún no logre mover la caja, por tanto,  $F$  sigue siendo igual a  $f$  para seguir cumpliendo la primera ley de Newton; puede continuar haciendo el ejercicio de incrementar poco a poco la fuerza aplicada  $F$  hasta llegar a un momento en

<sup>1</sup> La fuerza de fricción también es llamada fuerza retardadora o de rozamiento.

que si aplica una fuerza ligeramente más grande, la caja comienza a moverse, a esta condición se le llama **momento inminente**, y en este momento la fricción tiene el valor máximo posible. Toda esta experiencia corresponde a la región de fricción estática mostrada en el gráfico de la figura 5.2. Una vez superado el momento inminente, resulta más fácil desplazar el objeto, lo que corresponde a la región de fricción cinética del gráfico de la figura 5.2.

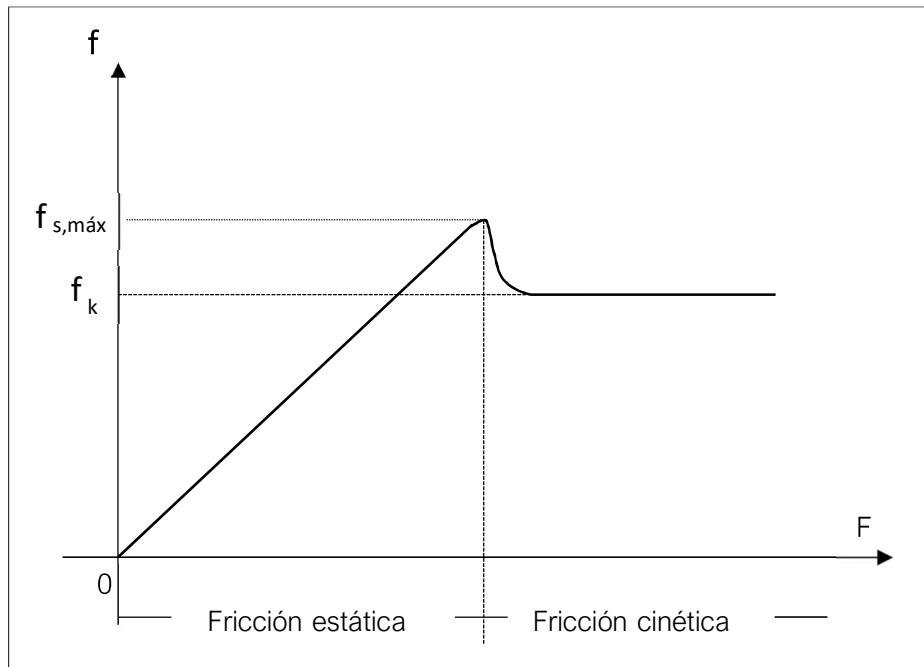


Figura 5.2 Variación de la fuerza de fricción  $f$  según la fuerza externa  $F$  aplicada paralela con la superficie.

Cuando el objeto se encuentra en su movimiento inminente, la fuerza de fricción estática es máxima y puede calcularse a partir de la ecuación 5.1, donde  $f_{s,\text{max}}$  es la magnitud de la fuerza de fricción estática máxima,  $N$  es la magnitud de la fuerza normal, y  $\mu_s$  es el coeficiente de fricción estático que depende de las superficies que se encuentran en contacto, es adimensional y se determina experimentalmente.

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s N \quad \text{Ec. 5.1}$$

En el caso en que el cuerpo se encuentre en movimiento, como puede observarse en el gráfico de la figura 5.2, la fuerza de fricción cinética es constante y se puede calcular a partir de la ecuación 5.2 donde  $f_k$  es la magnitud de la fuerza de fricción cinética,  $N$  es la magnitud de la fuerza normal, y  $\mu_k$  es el coeficiente de fricción cinético que depende de las superficies que se encuentran en contacto, es adimensional y se determina experimentalmente.

$$f_k = \mu_k N \quad \text{Ec. 5.2}$$

En esta práctica de laboratorio, se colocará en reposo un objeto en un plano inclinado y por sumatoria de fuerzas se determinará la fuerza de fricción estática máxima, para finalmente determinar el coeficiente de fricción que hay entre dicho objeto y la superficie inclinada.

#### IV. Material y equipo

- Plano inclinado
- Cuerda
- Taco de madera
- Taco de madera con base metálica
- Dinamómetro de 2 N
- Cinco Pesas de 50 g
- Una polea

#### V. Procedimiento

1. Montar el equipo tal como se muestra en la siguiente figura 5.3, esto consiste en cortar un trozo de cuerda de aproximadamente 30 cm de largo, hacer a cada extremo de la cuerda un nudo tipo orca para sujetar el dinamómetro desde la polea.
2. Observar que el dinamómetro se encuentre en reposo.



Figura 5.3 Disposición del equipo.

3. Cambiar la inclinación del plano desde ángulo  $0^\circ$  hasta graduar la inclinación de  $\theta = 20^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $40^\circ$ ; medir la fuerza  $F_D$  del dinamómetro. Anotar los valores en la tabla 5.1 de las hojas del reporte.
4. En el extremo inferior del dinamómetro sujetar un tajo de madera. Observar y anotar si el dinamómetro le presenta alguna lectura.
5. Colocar las pesas de una a la vez de 50g en 50g hasta colocarle los 250g. Tomar nota de las observaciones en la tabla 5.1 de las hojas de reporte.
6. Repetir procedimiento con un tajo de madera con base metálica.

## Reporte de laboratorio No.5. Estática, rozamiento

Nombre del instructor: \_\_\_\_\_ Calificación: \_\_\_\_\_

Grupo de laboratorio No. \_\_\_\_\_ Horario \_\_\_\_\_

Integrantes del grupo de trabajo: \_\_\_\_\_ Mesa de trabajo No.: \_\_\_\_\_

Apellidos	Nombres	Carnet	Firma



Para tener derecho a las ponderaciones descritas en la rúbrica, todos los integrantes del grupo de trabajo deben haber participado activamente tanto en procedimientos como en la elaboración del reporte.

### Rúbrica

Aspectos actitudinales	Ponderación	Ponderación obtenida
Presentación del reporte. (Reporte ordenado, legible, completo y con todas las respuestas a tinta)	5%	
Orden y aseo en mesa de trabajo. (Instrumentos limpios, completos, ordenados, mesa limpia, residuos descartados en el lugar adecuado.)	5%	
Aspectos procedimentales y conceptuales	Ponderación	Ponderación obtenida
<b>Toma de datos.</b> Observaciones reales, completas y con unidades de medida de tablas 5.1a y 5.1b	20%	
<b>Análisis de resultados.</b>		
<b>Prueba con taco de madera</b> Cálculo de fuerza normal. Cálculo de fuerza de fricción Cálculo de coeficiente de fricción estático.	10% 10% 15%	
<b>Prueba con taco de madera con base metálica</b> Cálculo de fuerza normal. Cálculo de fuerza de fricción Cálculo de coeficiente de fricción estático.	10% 10% 15%	

Observaciones (del instructor al equipo de trabajo):

---



---



---

### Toma de datos y análisis de resultados

1. Tomar nota de las masas colocadas sobre la superficie inclinada y la lectura del dinamómetro correspondiente a cada ángulo de inclinación.
2. Calcular la magnitud del peso  $W$  (ver figura 5.4) aplicando la ecuación  $W = mg$ , donde  $m$  es la masa en kilogramos.
3. Realizar una sumatoria de fuerzas en “y” aplicando la primera ley de Newton para determinar la magnitud de la fuerza normal  $N$  (ver figura 5.4) y colocar la respuesta en la tabla 5.1.
4. Realizar una sumatoria de fuerzas en “x” aplicando la primera ley de Newton para determinar la magnitud de la fuerza de fricción  $f_s$  (ver figura 5.4) y colocar la respuesta en la tabla 5.4.
5. Aplicando la ecuación 5.1, determinar el coeficiente de fricción estático y colocar la respuesta en la tabla 5.1.
6. Dejar evidencia de todos los cálculos en hojas anexas.

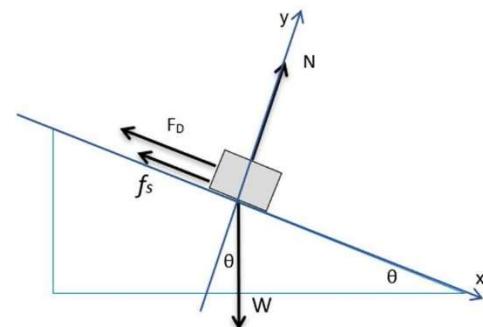


Figura 5.4 Diagrama de cuerpo libre.

Tabla 5.1a Datos y resultados para prueba con taco de madera

Ángulo de inclinación del plano $\theta$	10°	20°	30°	40°
Masa total (taco de madera + pesas)				
$W$ (N)				
Fuerza aplicada por el dinamómetro $F_D$ (N)				
Fuerza normal $N$ (N)				
Fuerza de fricción $f_s$ (N)				
Coeficiente de fricción estático $\mu_s$				

Tabla 5.1b Datos y resultados para prueba con taco de madera con base metálica

Ángulo de inclinación del plano $\theta$	10°	20°	30°	40°
Masa total (taco de madera con base metálica + pesas)				
W (N)				
Fuerza aplicada por el dinamómetro FD (N)				
Fuerza normal N (N)				
Fuerza de fricción $f_s$ (N)				
Coeficiente de fricción estático $\mu_s$				