

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Introducción teórica

### Fuerza de fricción

La fuerza de rozamiento o de fricción puede definirse como la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre otra, debido a su atracción mutua, o a sus irregularidades o a ambas cosas. La dirección de esta fuerza es la del movimiento, pero en sentido opuesto.

### Coeficiente de fricción

El coeficiente de rozamiento o de fricción puede definirse como la relación entre la fuerza de rozamiento y la fuerza normal, que es la fuerza perpendicular que comprime dos superficies entre sí.

$$F_f = \mu N \quad (1)$$

Despejando la ecuación a), tenemos:

$$\mu = \frac{F_f}{N} \quad (2)$$

Donde  $\mu$  representa al coeficiente de fricción que, por ser una relación entre dos fuerzas, es un número sin unidades,  $F_f$  es la fuerza de fricción y  $N$  es la normal .

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Introducción teórica experimental Coeficiente de fricción estático y dinámico

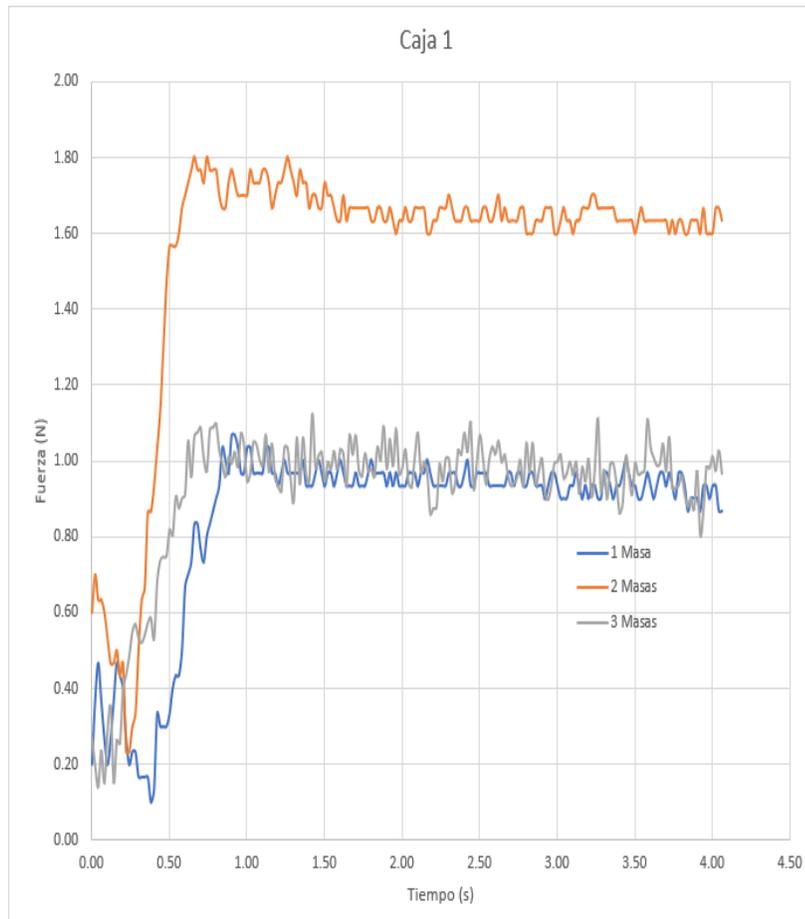


Figura 1

### Fricción estática

Es la que se presenta cuando el cuerpo está en reposo, si no hay tendencia al movimiento, no habrá fuerza de fricción. Su valor aumentara si se empieza a aplicar una fuerza uniformemente hasta llegar a un valor máximo en el instante en el que el cuerpo empezara a moverse. La ecuación que representa a la fricción estática es:

$$F_{fS} = \mu_s N \quad (3)$$

$\mu_s$  es el coeficiente de fricción estático Y  $F_{fS}$  fuerza de fricción estática.

### Fricción cinética.

Es la fricción en movimiento, la fuerza de fricción cinética aparece en el momento en el que el cuerpo empieza a moverse y se considera constante. Su expresión matemática es:

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Introducción teórica experimental

### Coeficiente de fricción estático y dinámico

$$F_{fk} = \mu_k N \quad (4)$$

$\mu_k$  es el coeficiente de fricción estático y  $F_{fk}$  es la fuerza de fricción cinética

Además, cabe mencionar que la fricción estática es mayor que la cinética, como se observa en la figura 1

$$f_s > f_k \quad (5)$$

Podemos decir que:

$$\mu_s > \mu_k \quad (6)$$

Ahora bien, haciendo un análisis de fuerzas para un bloque que se desplaza sobre un plano inclinado, como se observa en la figura 2, podremos determinar los coeficientes de fricción dinámico y estático.

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Introducción teórica experimental

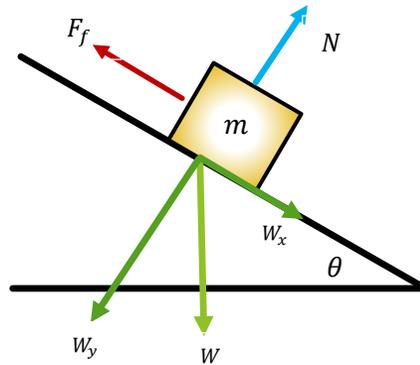


Figura 2

### Coeficiente de fricción estático

Haciendo un análisis de fuerzas, obtenemos lo siguiente:

$$\sum F_x = ma_x = 0$$

$$-F_{fs} + W \operatorname{sen} \theta = 0$$

$$F_{fs} = W \operatorname{sen} \theta \quad (7)$$

$$\sum F_y = ma_y = 0$$

$$N - W \operatorname{cos} \theta = 0$$

$$N = W \operatorname{cos} \theta \quad (8)$$

Con

$$F_{fs} = \mu_s N \quad (9)$$

Despejando  $\mu_s$  después de sustituir la ecuación (9) y (8) en (7)

$$\mu_s = \frac{\operatorname{sen} \theta}{\operatorname{cos} \theta} = \operatorname{tan} \theta \quad (10)$$

(10) Es el coeficiente de fricción estática

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Introducción teórica experimental

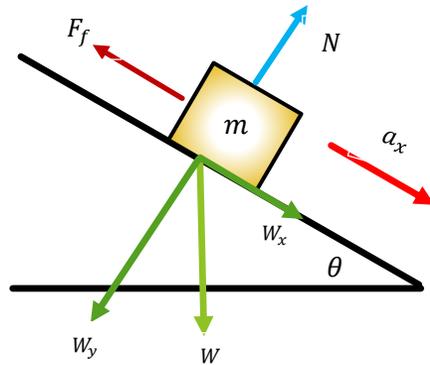


Figura 3

### Coeficiente de fricción estático

Haciendo un análisis de fuerzas, obtenemos lo siguiente:

$$\begin{array}{l|l} \sum F_y = ma_y = 0 & \sum F_x = ma_x \\ N - W \cos \theta = 0 & -F_{fk} + \text{sen } \theta = ma_x \quad (12) \\ N = mg \cos \theta \quad (11) & \text{Con} \\ & F_{fk} = \mu_k N \quad (13) \end{array}$$

Despejando  $\mu_k$  después de sustituir la ecuación (11) en (13), y después sustituir en  $F_{fk}$  en (12)

$$\mu_k = \tan \theta - \frac{ax}{g \cos \theta} \quad (14)$$

Donde  $\tan \theta = \mu_s$

Podemos notar que (14) es el coeficiente de fricción dinámico y que efectivamente el coeficiente de fricción estático es mayor que el cinético.

## Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

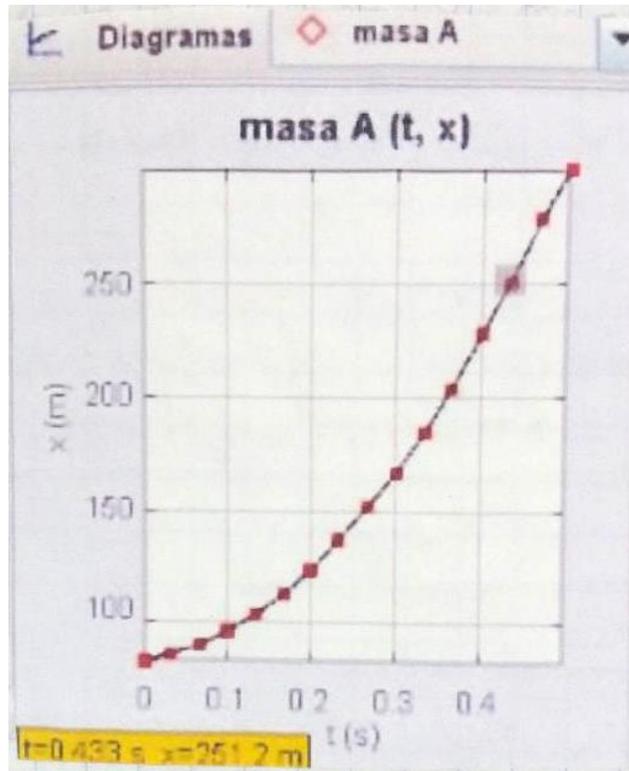


Figura 4

$a_x$  es la aceleración con la que se va a desplazar cada bloque sobre el plano, esta aceleración se obtendrá mediante el análisis de video, recordando que es un movimiento uniformemente acelerado, si graficamos el tiempo vs la posición del bloque, obtendríamos una grafica como se observa en la figura 4. Si a esta grafica hacemos un ajuste cuadrático (herramienta en Excel o Tracker), obtendremos una ecuación del tipo:

$$x = At^2 + Bt + C \quad (15)$$

(15) es la ecuación de movimiento asociada al bloque recordemos que  $a_x = \frac{d^2x}{dt^2}$ , por lo tanto si derivamos dos veces (15) obtendremos  $a_x$  que se describe en (14), entonces

$$a_x = x'' = 2A \quad (17)$$

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

**Objetivo:** Obtener de manera experimental el coeficiente de fricción estático y cinético para diferentes superficies

## **Material:**

- Tabla
- Cubo de madera con superficies diferentes en cada cara (punto verde y superficie azul)
- Celular

## **Desarrollo experimental:**

Se tomaron videos para dos superficies diferentes, un plano que se inclina, sobre el plano se encuentra un cubo de madera con diferente superficie de contacto.

El plano se inclina y se detiene justo cuando el bloque sobre el plano se comienza a desplazar.

Son dos videos, sin embargo, en cada video se hacen al menos diez pruebas, en el que se observan justo los momentos antes de que se comienza a desplazar el bloque (se consideran dos superficies, es por eso que son dos videos).

# Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

## Desarrollo experimental:

1.- Para cada video se deben de obtener los ángulos justo antes de que el bloque se comience a desplazar.

2.-Para el primer video (video en el que se observa un punto verde) al menos se deben de obtener 10 ángulos y hacer un promedio para poder determinar mediante la ecuación (10) el coeficiente de fricción estático.

3.-Para el segundo video (video en el que se observa el cubo con superficie azul) al menos se deben de obtener 10 ángulos y hacer un promedio para poder determinar mediante la ecuación (10) el coeficiente de fricción estático.

**NOTA:** Para obtener el ángulo en tracker dar clic en “Trayectoria” después ”nuevo ” posteriormente ”herramienta de medida” y al final ”transportador”

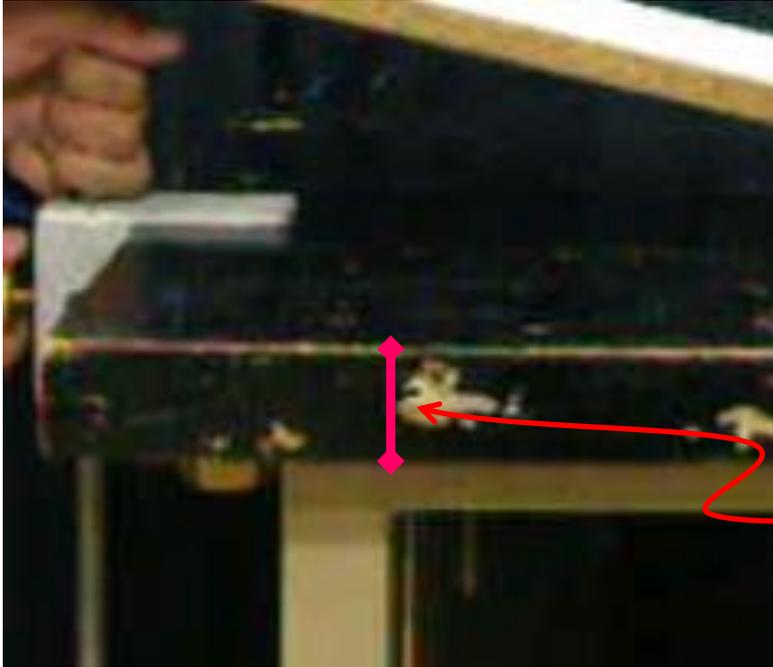
4.- Una vez más, para cada video, se debe de analizar el movimiento del cubo con Tracker, (justo después de que se comienza a desplazar el cubo y para los mismos ángulos que se obtuvieron en los pasos 2 y 3) y obtener la aceleración en  $x$ , como se indica en la diapositiva 6, recuerden que en cada video se obtendrán al menos 10 aceleraciones.

## Experimento 4: Obtener el coeficiente de fricción estático y dinámico

### Desarrollo experimental:

5.- Ahora que se tienen las 10 aceleraciones para cada video, se hace un promedio según cada superficie y se obtiene el coeficiente de fricción cinético con respecto a la ecuación (14).

## Consideraciones:



Como barra de calibración en Tracker se debe colocar el ancho de la mesa.

*Barra de calibración*  
 $(3.7 \pm 0.1)cm$