

TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO N° 3

Rozamiento estático y dinámico

Objetivos generales

- Caracterización de las fuerzas de rozamiento estática y dinámica.
- Expresar de forma correcta los resultados de mediciones directas e indirectas.

1. Introducción y marco teórico

Cuando un cuerpo cae a lo largo de un plano inclinado a causa de la fuerza de gravedad, experimenta una fuerza de rozamiento que se opone al movimiento relativo de las superficies. Existen varios casos especiales que pueden estudiarse:

- 1) **Movimiento inminente:** el sistema se encuentra en un estado inminente de movimiento relativo. La fuerza de rozamiento se cuantifica mediante el coeficiente de rozamiento estático μ_e . Esta situación es única.
- 2) **Movimiento relativo a velocidad constante:** la aceleración del objeto es nula porque la sumatoria de fuerzas sobre el objeto es nula. El cuerpo se mueve en un MRU. La fuerza de rozamiento se calcula mediante el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d . Esta situación es única.
- 3) **Movimiento relativo a velocidad no constante:** la aceleración del objeto no es nula, por lo que la sumatoria de fuerzas es distinta de cero. El cuerpo describe un MRUV. Nuevamente la fuerza de rozamiento se calcula utilizando el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d . Para este caso, existen infinitas posibilidades.

El caso 1 es el caso estático, mientras que los casos 2 y 3 son casos dinámicos.

2. Objetivos específicos

En este laboratorio, se estudiará el comportamiento de un objeto en un sistema plano inclinado-móvil típico, en el cual un objeto de masa m puede moverse libremente desde la parte superior de un plano inclinado de ángulo θ hacia abajo. Ya que entre el objeto y el plano existirá rozamiento, se determinarán los coeficientes de rozamiento estático y dinámico μ_e y μ_d , respectivamente. Para hacerlo, se replicarán en el laboratorio los casos 1 y 3 descriptos anteriormente.

3. Ecuaciones generales de movimiento

Teniendo en cuenta el diagrama del cuerpo libre del móvil (Figura 1), es posible plantear las ecuaciones de movimiento del móvil.

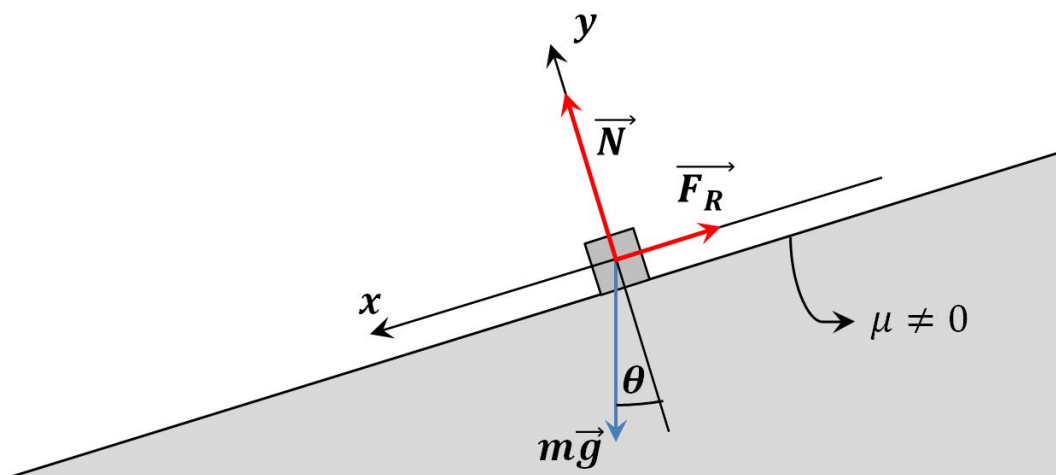


Figura 1. Diagrama de cuerpo libre de un móvil en un plano inclinado con rozamiento

$$\sum F_x: mg\text{sen}(\theta) - F_R = m a_x \quad (1)$$

$$\sum F_y: N - mg\text{cos}(\theta) = m a_y = 0 \Rightarrow N = mg\text{cos}(\theta) \quad (2)$$

Donde se ha supuesto que no existe movimiento en la dirección del eje y.

4. Caso estático

En el caso estático, la aceleración del móvil es nula, mientras que $F_R = \mu_e N = \mu_e mg\text{cos}(\theta)$. Puede obtenerse una expresión para el coeficiente de rozamiento estático sustituyendo en la ecuación (1):

$$\mu_e = \text{tg}(\theta_{max}) \quad (3)$$

Donde se ha sustituido θ por θ_{max} , ya que es el mayor ángulo posible antes de que el móvil comience a deslizar.

5. Caso dinámico

En el caso dinámico, la aceleración del móvil tiene valor distinto de cero (caso 3), mientras que $F_R = \mu_d N = \mu_d mg\text{cos}(\theta)$. Puede obtenerse una expresión para el coeficiente de rozamiento dinámico sustituyendo en la ecuación (1):

$$\mu_d = \frac{g\text{sen}(\theta) - a_x}{g\text{cos}(\theta)} \quad (4)$$

La dificultad que se plantea es que se desconoce la aceleración del móvil. Sin embargo, es posible obtenerla teniendo en cuenta que el móvil recorrerá el plano siguiendo un MRUV, cuya ecuación de posición es:

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 \Rightarrow a_x = \frac{2x}{t^2} \quad (5)$$

Donde se ha establecido que tanto la posición como la velocidad iniciales son nulas.

Al sustituir la ecuación (5) en la ecuación (4):

$$\mu_d = \frac{g \operatorname{sen}(\theta) - \frac{2x}{t^2}}{g \operatorname{cos}(\theta)} \quad (6)$$

Así, es posible relacionar el valor del coeficiente de rozamiento dinámico con el ángulo del plano inclinado, la distancia recorrida a través del plano y el tiempo empleado para recorrer dicha distancia.

6. Materiales necesarios

- Pista de aluminio Pasco® ME-6953/4.
- Topes de pista Pasco® ME-8971.
- Carro Pasco® ME-9454.
- Fotodiodos Pasco® ME-9498.
- Adquisidora de datos Pasco® Xplorer GLX PS-2002.
- Cinta métrica.
- Tacos de madera.
- Accesorio para medición de ángulos Pasco® ME-9495A.

7. Procedimiento experimental

Se montará un sistema plano inclinado – móvil, como se muestra en la figura 2:

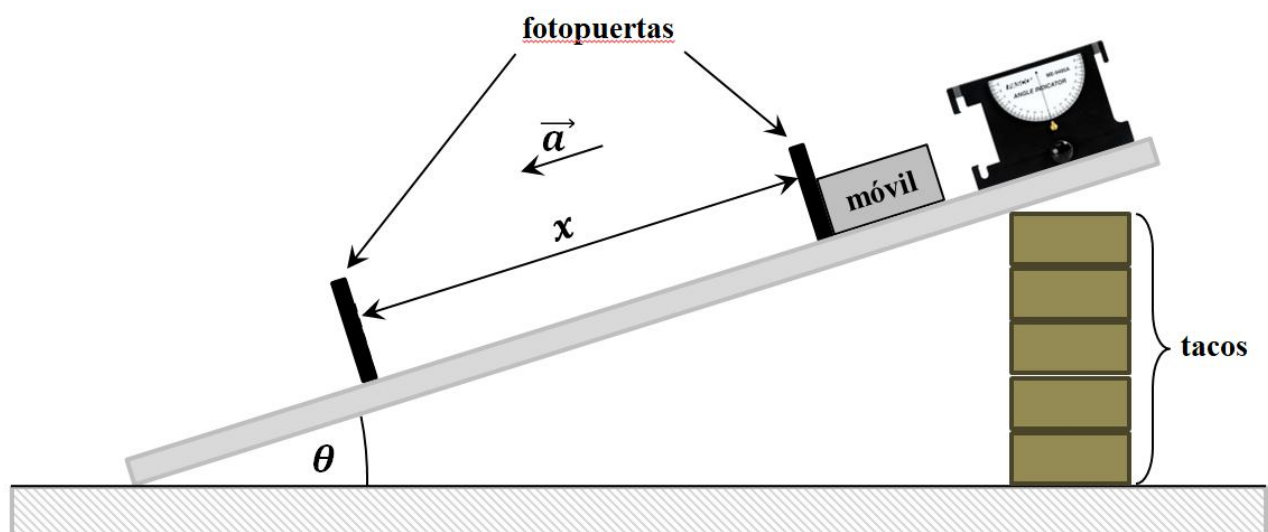


Figura 2. Montaje del plano inclinado

Para el cálculo del coeficiente de rozamiento estático, se ubicará el móvil sobre el plano y se aumentará lenta y paulatinamente el ángulo del plano inclinado de forma manual. En el instante en el que el móvil comience a deslizarse, se registrará el ángulo θ_{max} . Mediante la ecuación (3) se calculará el valor de μ_e con su respectivo error.

Para el cálculo del coeficiente de rozamiento dinámico, se elegirá un ángulo θ mayor a θ_{max} , que permanecerá fijo. Se medirá la distancia entre fotopuertas y se soltará el móvil con velocidad inicial nula, desde la posición más cercana posible de la primera fotopuerta. A partir del dato de tiempo de recorrido medido, de la distancia entre fotopuertas y el ángulo de inclinación del plano inclinado, mediante la ecuación (6) se calculará el valor de μ_d y su respectivo error.

NOTA: expresar de forma correcta los resultados, teniendo en cuenta que el error absoluto debe presentar 2 cifras significativas. Recordar que tanto el valor medido de una magnitud, así como su error asociado deben tener la misma cantidad de decimales.

PLANILLA DE RESULTADOS

Alumnos:

.....

.....

.....

IMPORTANTE

- La fecha límite de entrega es el 23 de octubre sin excepciones.
- Los cálculos realizados deben presentarse en hoja aparte, de forma prolija.
- El trabajo presentado se evaluará, y no habrá corrección posterior. Recordar que sólo puede desaprobarse un laboratorio durante el dictado de la materia (se recuperará en fecha a confirmar).

Tabla 1. Caracterización de instrumentos

	Apreciación	Unidades
Cinta métrica		
Fotopuertas		
Medidor de ángulo		

Tabla 2. Resultados de mediciones directas

		Valor medido	Error absoluto	Unidades
Caso estático	θ_{max}			
Caso dinámico	x			
	t			
	θ			

Tabla 3. Resultados de mediciones indirectas.

		Valor medido	Error
Caso estático	μ_e		
Caso dinámico	μ_d		