



## Objetivos

### Objetivo general.

El propósito de esta actividad es estudiar los coeficientes de fricción de algunas superficies deslizantes a lo largo de un plano inclinado.

### Objetivos específicos:

- ❖ Encontrar el coeficiente de fricción estático y el coeficiente de fricción dinámico experimentalmente para tres superficies diferentes.
- ❖ Comparar los resultados obtenidos mediante el método experimental y el método teórico para el coeficiente de fricción dinámico para tres superficies diferentes.

## Esquema del laboratorio y materiales

Equipo Requerido	Cant	Equipo Requerido	Cant
Plataforma de 2 m (ME-9435A)	1	Balanza	1
Súper polea.	1	Masas y portapesas (ME-8967)	1
Smart timer	1	Cuerda (SE-8050)	1
Soporte Pasco	1	Carros con base de diferentes superficies	3

## Marco teórico y Cuestionario

Sobre la Figura 1(a) se observan las fuerzas que actúan sobre un carro considerado como una partícula y que es colocado sobre la superficie de una plataforma horizontal que se inclina suave y lentamente. El carro está inicialmente en reposo, de modo que la segunda ley de Newton da  $\sum F = 0$ . Resolviendo las fuerzas en sus componentes X e Y (a lo largo del plano y normal al plano, respectivamente), obtenemos que:

$$\text{Componente X: } \sum F_x = f_s - mg \sen \theta = 0 \quad \text{ó} \quad f_s = \mu_s N = mg \sen \theta \quad (1)$$

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

Dividiendo la ecuación (1) entre la (2). Se obtiene:

$$\frac{\mu_s N = mg \sen \theta}{N = mg \cos \theta} = \tan \theta_s \quad (3)$$

De tal manera que:

$$\mu_s = \tan \theta_s \quad (4)$$

$$\mu_k = \tan \theta_k \quad (5)$$

Por lo general, el coeficiente de fricción dinámico para el bloque depende solo del tipo de materiales que están en contacto.

En éste laboratorio se hará la práctica con un carro que sube por una plataforma inclinada  $\theta$  grados. De tal forma que con ayuda del diagrama de cuerpo libre para cada una de las masas de la Figura 1 (b), se encuentre el coeficiente de fricción  $\mu_k$  mediante la ecuación:

$$\mu_k = \frac{m_2 g - m_1 g \sin \theta - (m_1 + m_2) a}{m_1 g \cos \theta} \quad (6)$$

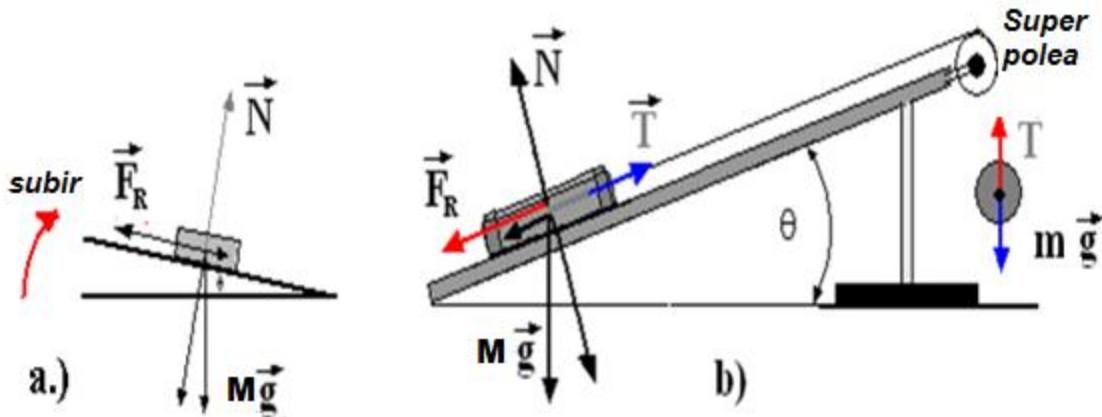


Fig. 1. a.) Diagrama de la partícula colocada sobre una plataforma horizontal, que está siendo inclinada. b.) Diagrama de una partícula subiendo sobre la plataforma inclinada un ángulo  $\theta$  por acción de una masa colgante  $m_2$ .

## Procedimiento

### ***I Parte: Determinación del coeficiente de fricción estático $\mu_s$ para tres superficies (teflón, corcho y felpa)***

1. Realice el montaje de la Figura 1(a). Mida la masa del carro y regístrela en la Tabla 1 como  $M_1$ .
2. disponga el carro con teflón sobre la superficie de la plataforma inicialmente horizontal y comience a levantar lenta y firmemente la plataforma de un extremo, hasta que el carro empiece a deslizar.
3. Mida y registre el ángulo en la tabla 1. Repita este procedimiento tres veces. Realice el promedio de los tres ángulos medidos ( $\theta_1, \theta_2$  y  $\theta_3$ ) y regístrelo en la tabla 1 como  $\theta_{prom}$ . La tangente de este ángulo  $\theta_{prom}$  es igual al coeficiente de fricción estático según la ecuación (4).
4. Repita el paso 1, 2 y 3 aumentando la masa del carro (Colocando dentro de él una barra). Mida la masa del carro y la barra y regístrela en la Tabla 1 como  $M_2$ .
5. Repita el paso 1, 2 y 3 aumentando la masa del carro (Colocando dentro de él dos barras). Mida la masa del carro y las barras y regístrela en la Tabla 1 como  $M_3$ .
6. Repita los pasos 1, 2, 3 y 4 usando los carros con superficie de corcho y con superficie de felpa.
7. Encuentre el valor promedio del coeficiente de fricción estático y regístrelo en la tabla de datos 1.

**II Parte: Determinación del coeficiente de fricción dinámico  $\mu_k$  para tres superficies (teflón, corcho y felpa).**

8. Realizar el mismo procedimiento anterior pero cada vez que se levante la plataforma se le debe dar un pequeño empujón al carro, esta labor se debe realizar hasta encontrar el ángulo que permita que el carro deslice con velocidad constante. Mida la masa del carro y regístrela en la Tabla 2 como  $M_1$ .
9. Mida y registre el ángulo en la tabla 2. Repita este procedimiento tres veces. Realice el promedio de los tres ángulos medidos ( $\theta_1, \theta_2$  y  $\theta_3$ ) y regístrelo en la tabla 2 como  $\theta_{prom}$ . La tangente de este ángulo  $\theta_{prom}$  es igual al coeficiente de fricción dinámico según la ecuación (5).
10. Repita el paso 6, 7 y 8 aumentando la masa del carro (Colocando dentro de él una barra). Mida la masa del carro y la barra y regístrela en la Tabla 2 como  $M_2$ .
11. Repita el paso 6, 7 y 8 aumentando la masa del carro (Colocando dentro de él dos barras). Mida la masa del carro y las barras y regístrela en la Tabla 2 como  $M_3$ .
12. Repita los pasos 6, 7,8 y 9 usando los carros con superficie de corcho y superficie de felpa.
13. Encuentre el valor promedio del coeficiente de fricción dinámico y regístrelo en la tabla de datos 2.

**III Parte: Determinación del coeficiente de fricción dinámico  $\mu_k$  para tres superficies (teflón, corcho y felpa) que suben por un plano inclinado a causa de una masa colgante  $m$ .**

14. Realice el montaje de la Figura 1(b).
15. Elija un ángulo adecuado  $\theta$  de inclinación de la plataforma, y regístrelo en la tabla de datos 3.
16. Disponga el carro de teflón sobre la superficie de la plataforma inclinada sujeto a una cuerda que pasa sobre una polea y está conectada a un porta pesas al cual se le colocan masas  $m$  colgantes con el objeto de que el carro suba por la plataforma inclinada.
17. Mida y registre las masas del carro  $M$  y la masa colgante  $m$ .
18. Disponga el carro en el extremo contrario al de la polea. Mantenga siempre la misma posición inicial del carro.
19. Libere el carro. Mida y registre en la tabla de datos la aceleración del carro tres veces haciendo uso de la súper polea. Para ello conecte el cable en la súper polea y coloque el **smart timer** en la opción **aceleración linear pulley**.
20. Calcule el coeficiente de fricción cinético  $\mu_k$  para cada superficie haciendo uso de la ecuación (6). Regístrelo en la tabla de datos 3.
21. Calcule la aceleración promedio y regístrela en la tabla de datos 3.
22. Calcule el error relativo entre el coeficiente de fricción cinético obtenido a partir del montaje II (valor experimental  $V_{exp}$ ) y el obtenido en el montaje III (valor teórico  $V_{teo}$ ). Regístrelo en la tabla de datos 3.

$$E_{rel} = \left| \frac{V_{exp} - V_{Teo}}{V_{Teo}} \right| \times 100\% \quad (10)$$

**Tabla 1. Datos Montaje I.**

Datos Montaje I							
Carros con Superficies	Masas M (Kg)	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_{prom}$ $\theta_{mejor} \pm \partial\theta$	$\mu_s = \tan \theta_{prom}$	$\mu_s prom$ $\mu_{smejor} \pm \partial\mu_s$
Teflon	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						
Corcho	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						
Felpa	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						

**Tabla 2. Datos Montaje II.**

Datos Montaje II							
Carros con Superficies	Masas M (Kg)	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_{prom}$ $\theta_{mejor} \pm \partial\theta$	$\mu_k = \tan \theta_{prom}$	$\mu_k prom$ $\mu_{kmejor} \pm \partial\mu_k$
Teflon	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						
Corcho	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						
Felpa	$M_1=$						
	$M_2=$						
	$M_3=$						

**Tabla 3. Datos del montaje III.**

Carro con Superficie de:	Masa del Carro M (Kg)	Masa Colgante m (Kg)	Aceleración a (m/s <sup>2</sup> )			Aceleración promedio (m/s <sup>2</sup> )	$\mu_k$	% Error
			$a_1$	$a_2$	$a_3$			
Teflon								
Corcho								
Felpa								

## Preguntas de control

1. En relación con la dirección del movimiento, en qué dirección actúa la fuerza de fricción cinética?
2. Cuales podrían ser las posibles fuentes de error?
3. Cómo varía el coeficiente de fricción con respecto a la masa del carro?
4. Cómo varía el coeficiente de fricción con respecto al tipo de material del carro y de la superficie de la plataforma?
5. Porque la sumatoria de fuerzas en la primera figura es cero?

## Conclusiones

***En este espacio el estudiante debe anotar las conclusiones de lo observado en la práctica, de manera sencilla y coherente.***

## BIBLIOGRAFÍA

- Serway R (1997). Física, Vol. I Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana: México
- Tipler, P (1985). Física, Vol. I. segunda edición. Editorial Reverte: España.
- Sears, Z. Young y Feedman (1996) Física Universitaria, Vol. I Novena Edición. Editorial Adison Wesley Longman: México.
- Resnick, R. Halliday, D y Krane K. (2000). Física Vol. I, Cuarta Edición. Compañía Editorial continental. S.A: México.
- Física con ordenador <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- Física Recreativa. <http://www.fisicarecreativa.com>