

EXPLORANDO LA FRICCIÓN ESTÁTICA: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ENTRE SUPERFICIES EN CONTACTO ³

Cuando un cuerpo en reposo intenta desplazarse sobre una superficie, encuentra una resistencia inicial al movimiento como resultado de la interacción entre ambos materiales. Esta resistencia es explicada por la fuerza de fricción, y más específicamente, por el coeficiente de rozamiento estático (μ_e). Este parámetro adimensional permite cuantificar la magnitud de la fuerza necesaria para iniciar el deslizamiento de un objeto.

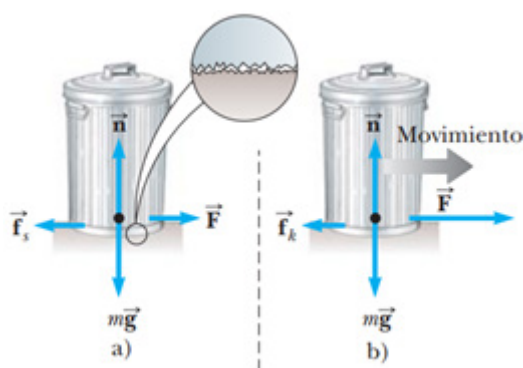


Figura 1. Para desplazar el bote de basura sobre una superficie rugosa, es necesario aplicar una fuerza F que supere la fuerza de fricción estática máxima f_s generada en el contacto entre ambas superficies. Una vez vencida esta resistencia, el objeto puede moverse con mayor facilidad (Serway & Jewett, 2008, p. 120).

La fuerza de fricción estática se origina debido a la rugosidad inherente de las superficies en contacto. Aunque visualmente puedan parecer lisas, a nivel microscópico presentan irregularidades que generan puntos de contacto reales solo en ciertas zonas. En estos puntos, las asperezas de ambos materiales interactúan, creando un bloqueo mecánico que dificulta el inicio del movimiento, como se muestra en la vista ampliada de la Figura 1a.

El coeficiente de rozamiento estático es una magnitud fundamental para analizar la interacción entre superficies bajo distintas

condiciones: cuando los objetos están en reposo o al iniciar el movimiento. Su estudio permite comprender fenómenos prácticos como el funcionamiento de los sistemas de frenado en los automóviles o el diseño de neumáticos. Según Serway y Jewett (2008, p. 120), este coeficiente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\mu_e = \frac{f_s}{n}$$

Donde f_s es la fuerza de fricción estática máxima — la que evita que el cuerpo se mueva — y n es la fuerza normal ejercida por la superficie de apoyo.

En este contexto, el experimento presentado a continuación, tiene como objetivo determinar el coeficiente de fricción estático μ_e entre diferentes combinaciones de materiales mediante métodos de plano inclinado y superficie horizontal. Además, se analiza la dependencia de μ_e con la masa del sistema. Se plantea como hipótesis que μ_e depende exclusivamente de las características de las superficies en contacto y no de la masa del cuerpo.

Referencias:

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para ciencias e ingeniería (7.ª ed., Vol. 1). Cengage Learning. Recuperado de <http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisgenI/T/Libros/Serway-7Ed.pdf>

³ Autores:

- MSc. Diego Tipán
- MSc. Ricardo Defas
- Tnlgo. Fernando Siza

TEMA: COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN

OBJETIVOS

1. Determinar experimentalmente el coeficiente de rozamiento estático (μ_e) entre distintas combinaciones de superficies en contacto.
2. Verificar experimental si el coeficiente de rozamiento estático varía con la masa del cuerpo de prueba.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN

1. Pista de rozamiento de acero con tornillo de regulación
2. Taco de rozamiento de cuatro caras: Cartón, corosil, formica y aluminio
3. Portamasas y masas calibradas
4. Balanza digital
 $A \pm \text{----}()$.
5. Transportador
 $A \pm \text{----}()$.
6. Seis esferas de diferente material

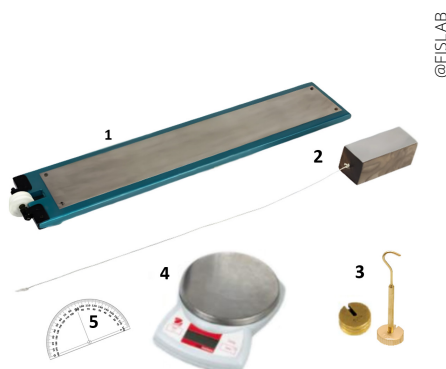


Figura 2. Equipos para determinar el coeficiente de rozamiento estático

LECTURAS RECOMENDADAS

- Fuerza de fricción: Definición general y tipos. Factores que afectan la fuerza de fricción.
- Coeficiente de rozamiento estático: Definición y significado físico.

PROCEDIMIENTO

Método 1. Plano inclinado

REGISTRE TODAS LAS MEDICIONES SOLICITADAS EN LA TABLA 2.

1. Ensamble el equipo experimental según el esquema mostrado en la Figura 3a. Coloque la cara del taco de rozamiento recubierta con fórmica en contacto directo con la superficie de acero. Asegúrese de que todas las superficies estén completamente limpias, eliminando polvo, grasa o cualquier impureza que pueda afectar las condiciones de fricción.
2. Incremente gradualmente la inclinación de uno de los extremos del plano hasta observar el momento exacto en que el taco inicia su movimiento sin intervención externa. Se considera que el taco inicia su movimiento cuando se observa desplazamiento continuo tras un instante de quietud sin vibración previa.
3. Usando un transportador mida y registre en la Tabla 1 el ángulo de inclinación (θ) correspondiente al inicio del deslizamiento. Este ángulo se denomina "ángulo crítico".
4. Repita los pasos 2 y 3 por dos ocasiones más.
5. Repita los pasos 2 a 4 para las otras caras del taco de rozamiento.

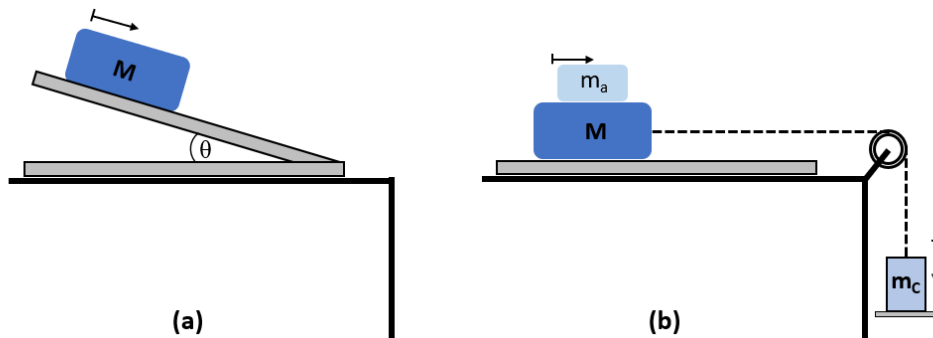


Figura 3. Montajes experimentales para determinar el coeficiente de rozamiento estático: (a) plano inclinado; (b) superficie horizontal con masa variable sobre el

Método 2. Superficie horizontal

REGISTRE TODAS LAS MEDICIONES SOLICITADAS EN LA TABLA 2.

1. Determine la masa del taco de rozamiento (M) utilizando la balanza digital.
2. Ensamble el equipo experimental siguiendo el esquema de la Figura 3b. Coloque la cara del taco recubierta con fórmica sobre la superficie de acero. Considere que:
3. El portamasas no contiene masa alguna
4. La masa añadida sobre el taco m_a es cero
5. Por tres veces consecutivas, incremente progresivamente la masa del portamasas (m_c) utilizando masas calibradas, hasta identificar el instante preciso en que el taco inicia su movimiento.
6. Repita el paso 3 para valores de masa añadida sobre el taco de rozamiento (m_a) de 100g y 200g

REGISTRO DE DATOS

Tabla 1. Plano inclinado

Nº	Superficies	θ_1	θ_2	θ_3	$\mu_e = \bar{\mu}_e \pm \Delta\mu_e$
		(°)	(°)	(°)	-
1	Formica – Acero				
2	Cartón – Acero				
3	Corosil – Acero				
4	Aluminio – Acero				

Tabla 2. Superficie horizontal

Superficie: M = (Kg)					
Nº	m_a	m_{c1}	m_{c2}	m_{c3}	$\mu_e = \bar{\mu}_e \pm \Delta\mu_e$
1	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	-
2	0.000				
3	0.100				
4	0.200				
Promedio					

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

Con los datos obtenidos en la Tabla 1:

1. A partir de la Segunda Ley de Newton y con base en el diagrama de la Figura 3a, derive la expresión para determinar el coeficiente de fricción estático:

$$\mu_e = \tan(\theta)$$

2. Para cada superficie, determine el valor experimental del coeficiente de fricción estático y su incertidumbre asociada $\mu_e = \bar{\mu}_e \pm \Delta\mu_e$, considerando la propagación de errores a partir de las variables medidas experimentalmente.

Con los datos obtenidos en la Tabla 2:

3. Aplicando la Segunda Ley de Newton y con base en el diagrama de la Figura 3b, derive la expresión:

$$\mu_e = \frac{m_c}{M + m_a}$$

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

4. Para cada masa adicional m_a , determine el valor experimental del coeficiente de fricción estático y su incertidumbre asociada $\mu_e = \overline{\mu_e} \pm \Delta\mu_e$, considerando la propagación de errores a partir de las variables medidas experimentalmente. Finalmente, calcule un solo valor para de μ_e .
5. ¿El valor del μ_e varió significativamente al modificar la masa sobre el taco?

Comparación de los métodos:

6. ¿Cuál de los dos métodos experimentales (plano inclinado o superficie horizontal) considera más adecuado para determinar el coeficiente de rozamiento estático? Justifique su respuesta en términos de facilidad de medición y fuentes de error.
7. Calcule la diferencia porcentual entre los valores de μ_e obtenidos con ambos métodos para Formica –Acero. ¿A qué puede deberse esta diferencia?

BIBLIOGRAFÍA

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para ciencias e ingeniería (7.^a ed., Vol. 1). Cengage Learning. Recuperado de <http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisgenI/T/Libros/Serway-7Ed.pdf> (consultado el 10 de julio de 2025)

Contribuciones de los autores (según CRediT):

- **MSc. Diego Tipán:** Conceptualización, metodología, supervisión, redacción – revisión y edición
- **MSc. Ricardo Defas:** Metodología, investigación, validación, redacción – borrador original
- **Tnlgo. Fernando Siza:** Validación, recursos