



Física Experimental 1



Práctica 4

Movimiento en un plano inclinado: determinación del coeficiente de fricción cinética.

1. Objetivos

Estudiar el movimiento de deslizamiento de un objeto por un plano inclinado, a partir del cual se determinará el coeficiente de fricción cinética entre las superficies del cuerpo y del plano sobre el cual desliza, aplicando diferentes herramientas de análisis estudiadas en el curso.

2. Fundamento teórico

2.1. Fricción estática y cinética

Desde un punto de vista dinámico, se pueden identificar interacciones que permiten describir el comportamiento de un cuerpo en determinadas condiciones. La interacción que da origen a la denominada fuerza de contacto es debida al contacto entre las superficies de dos cuerpos sólidos. Como se muestra en la figura 1, esta fuerza se suele descomponer en dos direcciones: en la dirección perpendicular (o normal) a la superficie de contacto llamada fuerza normal N y en la dirección paralela a la superficie de contacto llamada fuerza de rozamiento o fricción f . En la figura 1 también se representa una fuerza aplicada sobre la masa, F y la fuerza peso mg .

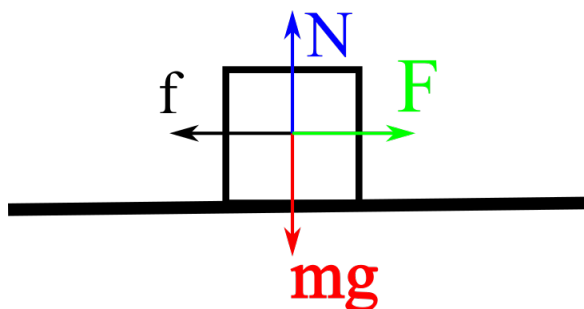


Figura 1: Diagrama de fuerzas sobre un cuerpo en reposo apoyado en un plano horizontal.

La fuerza de rozamiento entre superficies se debe a las irregularidades microscópicas de las superficies como se muestra en la figura 2 y el valor de los coeficientes de rozamiento asociados dependerán del material y de la rugosidad de las superficies.

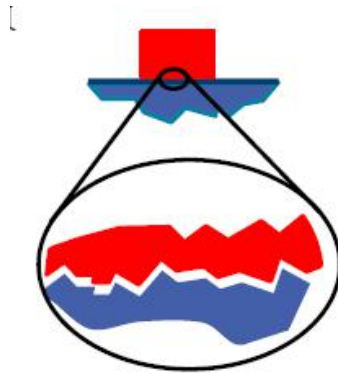


Figura 2: Representación de las irregularidades entre dos superficies en contacto.

Es posible distinguir dos tipos de fricción: estática f_e y cinética f_c . La fricción estática ocurre cuando las dos superficies en contacto se mantienen en reposo relativo entre sí y su valor es menor o igual a la normal por el coeficiente de rozamiento estático μ_e : $f_e \leq \mu_e N$. La fricción cinética ocurre cuando las dos superficies en contacto están en movimiento relativo entre sí y su valor es igual a la normal por el coeficiente de rozamiento cinético μ_c : $f_c = \mu_c N$.

Para ejemplificar lo anterior, considere un bloque de masa m , inicialmente en reposo y apoyado sobre una superficie horizontal, al cual se le aplica una fuerza F paralela a la superficie de apoyo, cuyo módulo aumenta lentamente desde 0 N . En la figura 3 se esquematiza la dependencia entre el módulo de la fuerza de rozamiento f y la fuerza variable F que se le aplica al bloque. A partir del momento en el cual la fuerza F supera a la fuerza de rozamiento estático máximo $f_{e(\text{máx})} = \mu_e N$, el cuerpo empieza a moverse y, por lo tanto, el cuerpo comienza a experimentar la fricción cinética f_c .

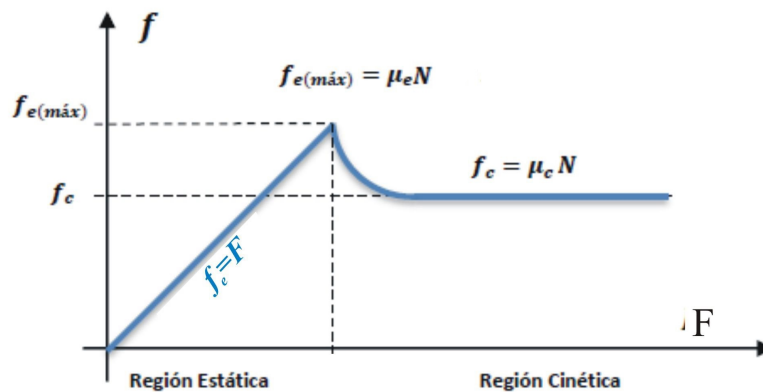


Figura 3: Fuerza de fricción en función de una fuerza F de módulo variable aplicada sobre el cuerpo.

2.2. Deslizamiento por un plano inclinado

Considere un objeto apoyado sobre un plano inclinado, formando un ángulo α con la horizontal. El objeto se mantendrá en reposo sobre el plano hasta que se alcance cierto ángulo α_1 , a partir del cual el cuerpo comienza a deslizarse. En la figura 4 se muestra el digrama de fuerzas sobre el cuerpo de masa m al variar el ángulo de inclinación hasta llegar a α_1 .

Una vez superado el ángulo crítico α_1 , la fuerza que actúa es la fricción cinética y el cuerpo estará deslizando con una cierta aceleración. Para obtener el coeficiente de rozamiento cinético entre las superficies en contacto, podríamos determinar la aceleración a que experimenta el cuerpo para un cierto ángulo $\alpha > \alpha_1$ y a partir de ella calcular μ_c .

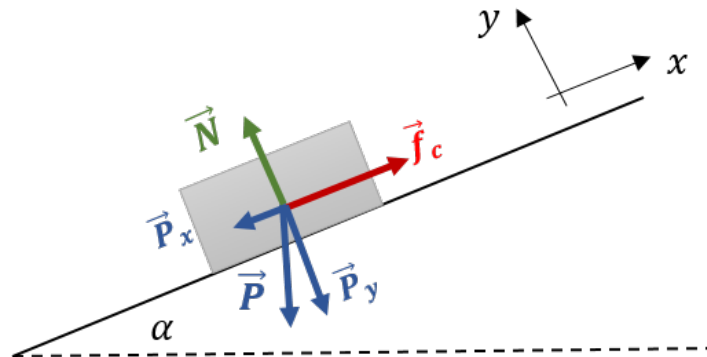


Figura 4: Diagramas de fuerzas para un objeto sobre un plano inclinado un ángulo α

- **Ejercicio 1:** Deducir la expresión del coeficiente de rozamiento cinético aplicando la 2ª ley de Newton.
- **Ejercicio 2:** Escribir la expresión para el desplazamiento $x(t)$ del cuerpo sobre el plano inclinado.

3. Procedimiento experimental

Diseñar un dispositivo que permita estudiar el movimiento de un cuerpo por un plano inclinado (ejemplo ilustrativo en la figura 5). Se determinará el coeficiente de fricción cinético a partir de la dos herramientas de análisis desarrolladas en el curso (minimos cuadrados y estadística).

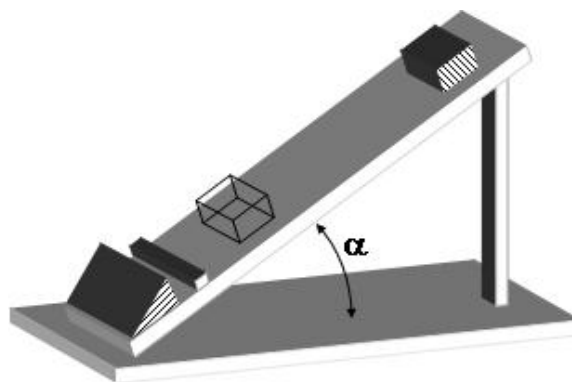


Figura 5: Esquema del dispositivo a utilizar.

1. Medida del coeficiente de rozamiento cinético μ_c .

- a) **Mínimos cuadrados:** A partir de la medida de $x(t)$, aplicar el método de mínimos cuadrados para validar el modelo cuadrático correspondiente a una aceleración constante. Luego de validado el modelo, obtener la aceleración del objeto y de ella el coeficiente de rozamiento cinético.
- b) Para determinar $x(t)$ se utilizará un sensor de posición Vernier, ya implementado en la práctica 3.
- c) **Tratamiento estadístico:** Discutir como debe diseñarse la experiencia para cumplir las hipótesis necesarias para realizar un tratamiento estadístico. ¿Cuál es la variable aleatoria que pueden medir?, y ¿cómo de dicha variable se puede obtener el coeficiente de rozamiento cinético?.
- d) Puede determinar la variable utilizando el mismo sensor que para el caso anterior.

4. Tratamiento de datos

1. Determine el valor del coeficiente de fricción cinético por el método estadístico y mínimos cuadrados.
2. Para el caso de medidas estadísticas: Verificar si las medidas (de la variable elegida, tiempo o aceleración) realizadas con el tratamiento estadístico siguen una distribución Gaussiana. Recordar que para que ambos gráficos puedan ser comparados deben encerrar la misma área.
3. Para el caso de ajuste por método de mínimos cuadrados: ¿Su sistema cumple el modelo físico? Discuta según el coeficiente de correlación.
4. Comparar el valor del coeficiente de fricción cinética determinado con los dos métodos. Discutir cual les parece el método más adecuado para medir μ_c .
5. Realizar una búsqueda bibliográfica de coeficientes de rozamiento obtenidos para materiales similares a los que usaron en la práctica. Comparar, si posible, los valores de μ obtenidos con los reportados para superficies similares.
6. Discutir cuáles serían las principales fuentes de incertidumbre en cada una de las medidas, además de como se podría mejorar el montaje experimental.