

LABORATORIO 1 B

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

GUÍA 6

Fuerza de Rozamiento

Determinación del coeficiente de rozamiento estático

OBJETIVO GENERAL

En esta práctica se busca familiarizarse con la medición de fuerzas involucradas en un sistema experimental a partir de la 2^{da} Ley de Newton. Para ello, se propone determinar el coeficiente de rozamiento estático entre la superficie de dos objetos en un plano inclinado. Se espera además, considerar nuevas herramientas de medición y evaluar posibles incertezas involucradas en la experiencia debido al instrumento y al método.

MATERIALES

- **MONEDA** (ELIJAN LA MISMA TODOS LOS INTEGRANTES DEL GRUPO).
- TABLA, CARTÓN DURO, CUADERNO TAPA DURA, ETC., PARA UTILIZAR COMO **PLANO INCLINADO**. SE PIDE QUE EL PLANO TENGA **AL MENOS 50 CM** DE LARGO YA QUE SE NECESITARÁ PARA LA SIGUIENTE CLASE.
- **HOJA A4** (PARA MODIFICAR LA SUPERFICIE DEL PLANO Y UN TROZO PARA COLOCAR EN LA SUPERFICIE DE LA MONEDA).
- OPCIONAL: ALGÚN MATERIALES CUYA RUGOSIDAD SEA MUY DIFERENTE A LA DE LA HOJA, COMO POR EJEMPLO LIJA, FILM DE COCINA, GOMA EVA, ENTRE OTRAS POSIBILIDADES.

SE UTILIZARÁ EL PROGRAMA **PHYPHOX** (<https://phyphox.org/>) QUE SE BAJA EN CUALQUIER CELULAR SMARTPHONE. SI NO TIENE UN CELULAR, PUEDE USAR TRANSPORTADOR O REGLA.

Se estudiarán al menos dos **Sistemas por integrante**:

- ✓ **Sistema 1**: Hoja-Superficie del material que use como plano inclinado
- ✓ **Sistema 2**: Hoja-Hoja
- ✓ **Sistema 3 (opcional)**: Hoja-Material de elección del integrante (*puede o no coincidir con el de otro compañero*)

INTRODUCCIÓN

A partir de la 2^{da} Ley de Newton, el coeficiente de rozamiento estático entre dos superficies en un plano inclinado puede determinarse a partir de la siguiente ecuación:

$$\mu_e = \tan\alpha \quad (1)$$

Se propone determinar el coeficiente de rozamiento estático (μ_e) entre diferentes superficies calculando el valor del ángulo de inclinación (α) para el cual el objeto de superficie 1 que se encuentre sobre el plano de superficie 2 comience a intentar deslizarse.

ACTIVIDADES

Para determinar α se utilizará el programa *Phyphox* (*Herramientas, Inclinación, Plano Inclinado*).

LABORATORIO 1 B

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

ACTIVIDAD 1. CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO: PHYPHOX

Familiarícese con el instrumento de medición, verá que mide valores de ángulo en el tiempo. *¿Puede determinar la frecuencia de adquisición de datos del instrumento?*

1. Coloque el celular sobre el plano que utilizará para el experimento. No incline el plano. Tome con el Phyphox al menos $N = 100$ datos *¿Cuál es el error de cada ángulo medido por el PhyPhox? (ya que estamos practicamos estadística!!)*. Realice un histograma con los datos.
2. Incline el plano con un ángulo cualquiera. Tome al menos $N = 100$ datos *¿Cuál es el error de cada ángulo en este caso?* Realice un histograma con los datos y compárelo con el anterior. *¿La incerteza depende del ángulo?*

Para pensar más adelante para el informe: *¿Qué ángulo mide el Phyphox? ¿Cómo sabemos si mide bien?*

ACTIVIDAD 2. EL EXPERIMENTO

Se desea determinar μ_e de los diferentes sistemas utilizando la Eq. 1. Para ello, se pide obtener $\alpha = (\bar{\alpha} \pm \Delta\alpha)$ Ud. a partir de repetir el experimento 20 veces, en cada caso, siempre utilizando el mismo diseño experimental e instrumento de medición.

Se sugiere que para el armado del **Sistema 1**, adhiera lo mejor posible un trozo de hoja A4 en la superficie de la moneda (de esa manera, tendrá el contacto entre las superficies hoja-material de su plano). Para el **Sistema 2**, se propone dejar el papel colocado en la moneda y una hoja blanca A4 a la superficie del plano inclinado (asegúrese de que no queden rugosidades al pegarla).

1. Coloque una moneda en la parte superior del plano (haga una marca para poder repetir el experimento bajo las mismas condiciones) y comience a inclinar el plano hasta que observe que la moneda empieza a intentar deslizar. Determine el ángulo de inclinación en dicha posición con el Phyphox. *¿Cuánto tiempo dejarían el Phyphox midiendo el ángulo? NO automaticé sin pensar. ¿Es relevante medir $N=100$ datos? ¿Qué ocurre si repite tal cual el experimento?*
2. Obtenga el ángulo de inclinación realizando 20 veces el experimento (volviendo a inclinar el plano cada vez y colocando la moneda exactamente en el mismo lugar, y el celular siempre de la misma manera) *¿Cómo obtendrá la incerteza del ángulo?* Recuerde que si coloca la moneda siempre en el mismo lugar está determinando la misma MF (ya que no modifica las superficies en contacto). A este ángulo lo denominaré $\alpha_A = (\bar{\alpha}_A \pm \Delta\alpha_A)$ Ud.
3. Determine $\mu_e = (\bar{\mu}_e \pm \Delta\mu_e)$ Ud. utilizando α_A y la Eq. (1).

Y ahora, **volviendo a la pregunta de la Actividad 1**: *¿Qué ángulo mide el Phyphox? ¿Cómo sabemos si mide bien?*

4. Incline el plano hasta tener un ángulo α_A y determine el ángulo pero colocando el celular a 180° respecto de cómo siempre lo ubicaba (a este ángulo lo denominaré α_B) *¿Presentan diferencias significativas α_A y α_B ? Esta diferencia podría considerarse como sistemática si siempre ocurrieran para diferentes ángulos (puede observar qué ocurre si gira 360° su*

LABORATORIO 1 B

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

celular para ese ángulo y para otro muy diferente, ¿depende la amplitud de la curva en función de la rotación con el ángulo de inclinación?).

Entonces, cómo obtendría un valor de α más confiable. Piénselo!! y discuta con el grupo cómo lo haría en ese caso, y calcule $\alpha = (\bar{\alpha} \pm \Delta\alpha)$ Ud. contemplando esa diferencia.

5. Determine nuevamente μ_e utilizando el resultado de α del ítem 4.
6. **Sistema 2.** Repita el experimento (sólo los puntos 2, 4 y 5) para obtener μ_e el Sistema 2.
7. El Sistema 3 es opcional.

Comparar los resultados de μ_e de los diferentes Sistemas de todo los integrantes del grupo utilizando un gráfico.