

FRICCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

I- OBJETIVO:

Verificar experimentalmente el principio de conservación de la energía para fuerzas no conservativas en el caso de un móvil que desciende por un plano inclinado.

II- INTRODUCCIÓN

En la figura 1 se muestra un conjunto "carro + bloque de fricción" ubicado sobre un plano inclinado a un ángulo tal que no desliza por sí mismo. El carro contiene un pistón de resorte, de constante de elasticidad κ , comprimido una distancia x frente a un tope que está fijo a la pista.

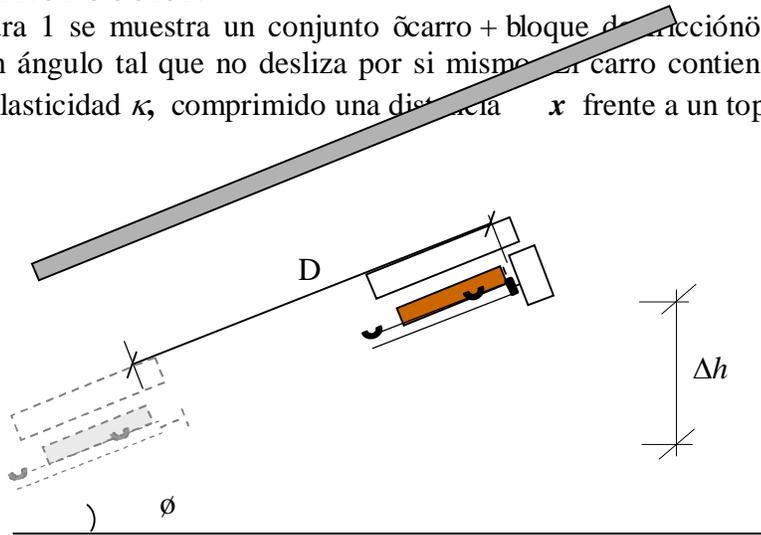


Figura 1. Conjunto "carro + bloque" en un plano inclinado con fricción

Al liberarse el pistón, el conjunto se deslizará una distancia D sobre el plano hasta detenerse. Aplicando el principio de la conservación de la energía para fuerzas no conservativas se tiene que:

$$E = - W_{\text{roce}} \quad (1)$$

Donde la W_{roce} es el trabajo realizado por la fuerza de roce.

Desarrollando término a término de la ecuación (1):

$$E = E_f - E_i \quad (2)$$

$$E = \frac{1}{2} \kappa x^2 + mg \cdot h \quad (3)$$

siendo κ la constante de elasticidad del resorte del pistón, x es la distancia en que se comprime

el pistón, m es la masa del conjunto carro + bloque, y Δh es la altura que desciende dicho conjunto.

Por otra parte,

$$W_{\text{roce}} = - \mu_k mg D \cos(\theta) \tag{4}$$

siendo μ_k el coeficiente de roce entre el bloque y el plano inclinado, D es la distancia que recorre el carro hasta detenerse y θ es el ángulo de inclinación del plano.

Sustituyendo (3) y (4) en (1):

$$\frac{x^2}{2} mg \sin \theta = \mu_k mg D \cos \theta \tag{5}$$

De acuerdo a la ecuación (5), para verificar experimentalmente el principio de conservación de la energía en el caso de un móvil que desciende por un plano inclinado con fricción, es necesario conocer de antemano la constante de elasticidad del resorte del pistón del carro y el coeficiente de roce entre el bloque y la superficie del plano inclinado.

Para determinar la constante de elasticidad del resorte del pistón del carro, simplemente se aplica la Ley de Hooke:

$$F = k \cdot x \tag{6}$$

Para determinar el coeficiente de roce entre el bloque y la superficie del plano inclinado, se puede aumentar la elevación del plano tal que el conjunto (carro + bloque) deslice con una aceleración constante (Figura 2).

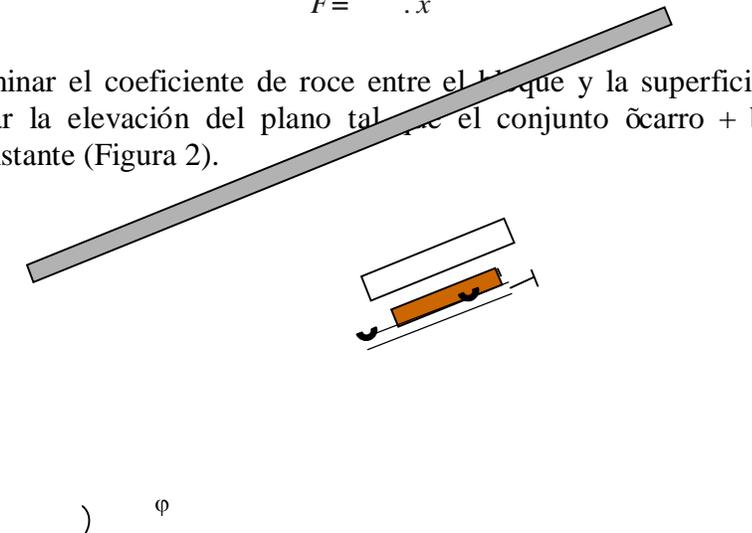


Figura 2. Cálculo del coeficiente de fricción

Para esta nueva situación, al aplicar la Segunda Ley de Newton, la aceleración del conjunto (carro + bloque) se puede expresar como:

$$a = g \sin \phi - \mu_k g \cos \phi \tag{7}$$

De acuerdo a las ecuaciones de cinemática, la aceleración promedio del bloque, partiendo desde el reposo, se puede expresar como:

$$a = \frac{2d}{t^2} \quad (5.2)$$

siendo d la distancia que recorre el bloque sobre el plano inclinado en el tiempo t .

III ó EQUIPO:

- Carro marca Pasco Modelo ME-9430
- Pista de aluminio marca Pasco Mod. SE-8731
- Transportador
- Cronometro
- Bloque rectangular de madera de fricción

IV ó PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

1. PARTE 1. Constante de elasticidad del pistón del carro.

1.1. Realice el montaje mostrado en la figura 5.3.

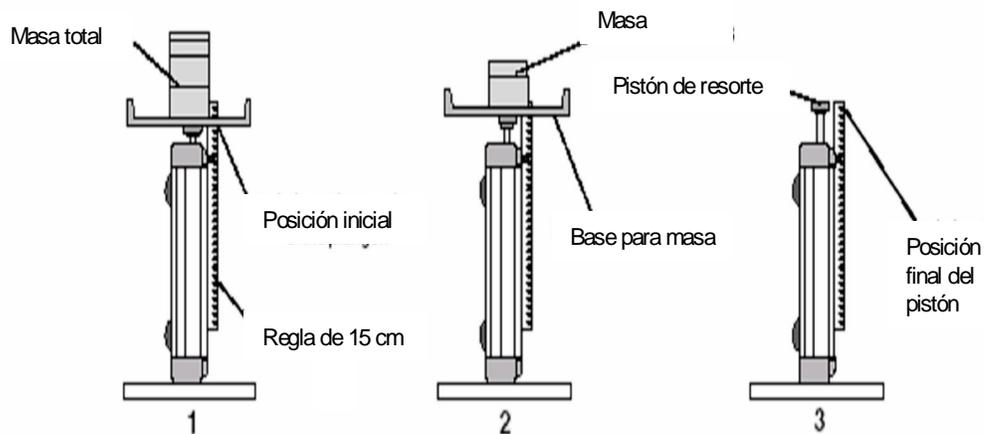


Fig. 5.3 Calibración del pistón de resorte del carro

1.2. Coloque pesas sobre el pistón hasta que se comprima completamente, determine la masa total (m_{total}) que soporta el resorte y divida el valor de m_{total} en 12 o 15 sub-intervalos.

1.3. Divida el valor de m_{total} en 12 o 15 sub-intervalos.

2 - Registre con el vernier o una regla graduada la distancia comprimida del pistón.

3 ó Retire cierta cantidad de masa y mida la distancia comprimida para la masa que queda sobre la base. Tabule su data experimental y realice un grafico de F_{res} vs. distancia comprimida para determinar la constante de elasticidad del resorte del pistón.

PARTE 2. Coeficiente de roce.

- 2.1. Utilizando el arreglo experimental de la Fig. 5.2, seleccione un ángulo de la rampa tal que el conjunto òcarro-bloqueò no deslice por su propio peso.

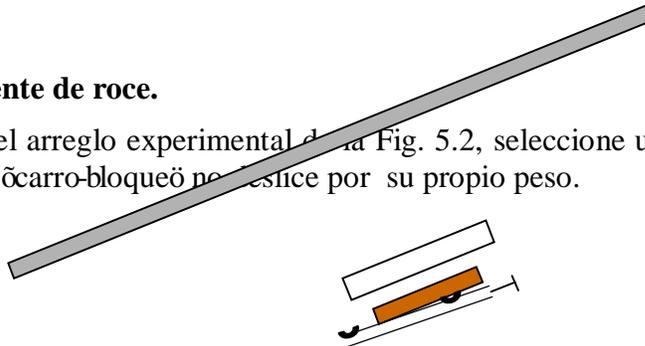


Figura 5.2. Disposición del sistema para el cálculo del coeficiente de fricción

- 2.2. Eleve progresivamente el extremo superior de la pista hasta que el conjunto òcarro-bloqueò comience a deslizar sólo cuando se le aplique ligero toque sobre la pista. Calcule este ángulo.
- 2.3. Aumente significativamente el ángulo de inclinación de la pista hasta que el conjunto òcarro-bloqueò deslice plano abajo con una aceleración constante (es decir, que el móvil aumente gradualmente su velocidad sin que se frene durante su trayectoria).
- 2.4. Mida la distancia d que recorre el carro sobre la rampa y el tiempo que tarda en recorrerla. Determine la aceleración del móvil y luego calcule el coeficiente de roce cinético. Compárelo con el valor del coeficiente roce estático calculado.

3. PARTE 3. Fricción y conservación de la energía.

- 3.1. Utilizando el mismo arreglo experimental de la Fig. 5.2, seleccione un ángulo de la rampa tal que el conjunto òcarro-bloqueò no deslice por su propio peso.
- 3.2. Coloque un tope de madera en el extremo superior de la pista y ubique el conjunto òcarro-bloqueò con el pistón comprimido en su máxima posición frente a dicho tope. Mida la elongación del resorte.
- 3.3. Libere el pistón del carro dándole un ligero toque con una regla a la clavija sujetadora y mida la distancia que recorre el òconjunto carro-bloqueò hasta detenerse.

3.4. Repita unas diez veces el procedimiento anterior y compruebe la ecuación (5) con su respectiva incertidumbre.

V ó CALCULOS Y ANALISIS DE RESULTADOS:

- 1 - Determine el coeficiente de roce cinético del bloque de fricción.
- 2 - Determine la aceleración del carro.
- 3.- Compruebe la ec. (1) basándose en sus mediciones y las ecs. (3) y (4).