



Capítulo 3

Equilibrio traslacional de la partícula

3.1. Objetivos

1. Analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en un plano inclinado.
2. Analizar las condiciones de equilibrio de un cuerpo en dicho plano.
3. Determinar el coeficiente de roce estático de un cuerpo en un plano inclinado.
4. Determinar el coeficiente de roce estático entre el cuerpo y un plano horizontal.

3.2. Equipo

- Plano inclinado
- Bloque de madera
- Porta pesas y pesas
- Balanza
- Cuerda

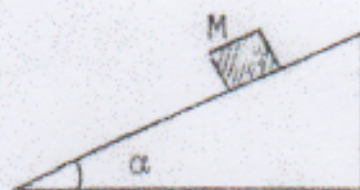


Figura 3.1: Un bloque sobre un plano inclinado, de ángulo de inclinación α .



Figura 3.2: Diagrama de cuerpo libre para el bloque sobre el plano inclinado.

3.3. Teoría

Las leyes de Newton para el movimiento establecen que, *para que un sistema se encuentre en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme es necesario que la resultante del sistema de fuerzas sea igual a cero*

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad (3.1)$$

Para estudiar esta condición consideremos en primer término un cuerpo en reposo en un plano inclinado, como se muestra en la figura 3.1.

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo M son: el peso $\vec{P}$, la normal $\vec{N}$ y la fuerza de roce $\vec{f}_r$ entre el cuerpo y el plano.

Realizando el diagrama de cuerpo aislado (libre), ver figura 3.2, aplicando la ecuación de equilibrio de traslación (ecuación 3.1), se tiene:

Eje x

$$P_x - f_r = 0 \quad (3.2)$$

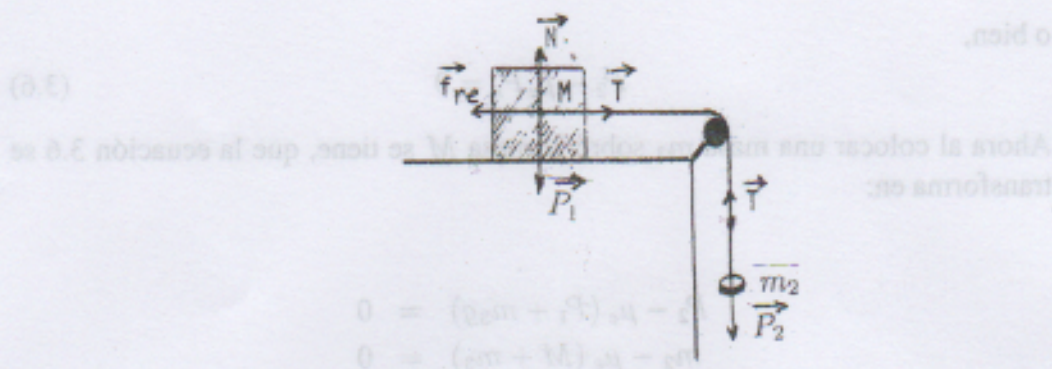


Figura 3.3: Sistema de dos bloques, uno de ellos sobre la superficie horizontal de una mesa con roce.

Eje y

$$N - P_y = 0 \quad (3.3)$$

y considerando que, el módulo de la fuerza de roce estático está dado por:

$$f_{re} \leq \mu_e N \quad (3.4)$$

se obtendrá de las ecuaciones 3.2 y 3.3 la siguiente expresión:

$$P_x - \mu_e P_y \leq 0$$

o bien,

$$P \sin \alpha - \mu_e P \cos \alpha \leq 0$$

o sea,

$$\mu_e \leq \tan \alpha \quad (3.5)$$

expresión que permite determinar el coeficiente de roce entre la superficie del cuerpo y el plano inclinado.

Consideremos ahora el sistema de la figura 3.3, en donde los dos cuerpos unidos mediante una cuerda, que se supone inextensible, se encuentran en reposo pero en movimiento inminente, es decir $f_{re(max)} = \mu_e N$ (fuerza de roce estático máxima).

Las condiciones de equilibrio ahora están dadas por:

$$\begin{aligned} T - P_2 &= 0 \\ N - P_1 &= 0 \\ T - f_{re} &= 0 \end{aligned}$$

o bien,

$$P_2 - \mu_e P_1 = 0 \quad (3.6)$$

Ahora al colocar una masa m_3 sobre la masa M se tiene, que la ecuación 3.6 se transforma en:

$$\begin{aligned} P_2 - \mu_e (P_1 + m_3 g) &= 0 \\ m_2 - \mu_e (M + m_3) &= 0 \end{aligned}$$

$$m_2 - \mu_e m_3 - \mu_e M = 0 \quad (3.7)$$

3.4. Método

La determinación del coeficiente de roce estático puede ser lograda mediante los dos métodos siguientes:

3.4.1. Método angular

Para ello se monta el sistema de la figura 3.1 con un ángulo α pequeño del orden de 10 *grados*, enseguida se levanta suavemente el plano inclinándolo hasta lograr que el cuerpo deslice sin acelerar. Para iniciar el movimiento se recomienda tocar levemente el cuerpo. Cuando ello se logre, anote el ángulo del plano inclinado y el coeficiente de roce se calcula mediante la ecuación 3.5.

3.4.2. Método gráfico

Para ello se monta el sistema de la figura 3.3, colocando en el platillo masas hasta lograr que el cuerpo deslice suavemente (movimiento uniforme). Anote la masa total m_2 .

Enseguida coloque sobre el cuerpo de masa M , otros cuerpos de masas conocidas, m_3 , y repita la operación anterior colocando masas en el platillo hasta lograr el movimiento uniforme. No olvide de ayudar al cuerpo empujándolo suavemente. Anote la nueva masa m_2 .

3.5. Trabajo práctico

1. Realice unas cinco veces lo indicado en el método angular y promedie los resultados.
2. Realice unas seis veces lo indicado en el método gráfico, colocando para ello diferentes masas sobre el cuerpo de masa M y sobre el platillo.
3. Realice un gráfico adecuado de la expresión 3.7 y determine de éste el coeficiente de roce estático μ_e y la masa M del bloque.