

# Guía de Laboratorio de Física Mecánica. ITM, Institución universitaria.

## Práctica 6. Equilibrio de fuerzas.

### Implementos

Mesa de fuerzas, juego de masas, hilos, portapesas.

### Objetivos

Verificar experimentalmente que se cumplen los principios físicos propuestos por Newton en las condiciones de equilibrio estático entre tres fuerzas coplanarias. También se espera que se repasen los conceptos de suma de vectores y de transformaciones de coordenadas.

### Teoría

Cuando tenemos dos fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  en el plano y queremos encontrar una tercera fuerza  $\vec{F}_3$  que se equilibre con las dos anteriores, es decir que la suma de las tres sea cero, podemos solucionar el problema teóricamente haciendo la suma de las componentes igual a cero en cada dirección:

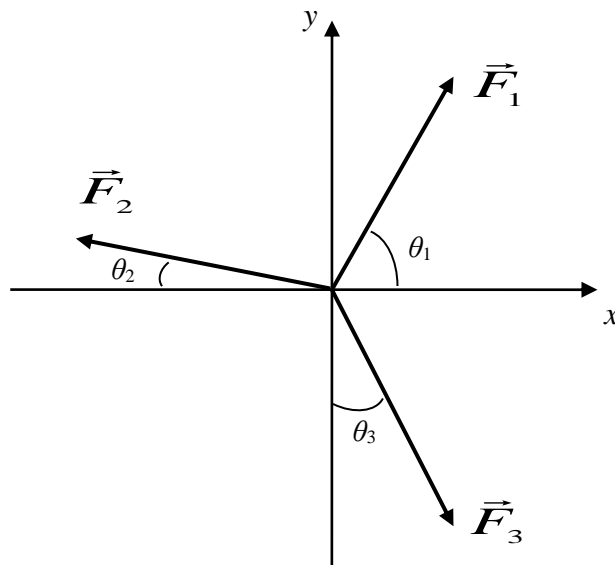


Figura 1. Tres fuerzas coplanarias en equilibrio.

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \quad \text{y} \quad \sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \quad (1)$$

De tal forma que para hallar la fuerza equilibrante  $\vec{F}_3$  basta con despejar las componentes escalares  $F_{3X}$  y  $F_{3Y}$  de las ecuaciones 1, donde se debe tener en cuenta el signo según el cuadrante en que se encuentren, es decir que, por ejemplo para la configuración ilustrada en la figura 1, las componentes cartesianas se obtienen de las ecuaciones:

$$F_{1X} - F_{2X} + F_{3X} = 0 \quad \text{y} \quad F_{1Y} + F_{2Y} - F_{3Y} = 0 \quad (2)$$

Si se conocen las magnitudes de las fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  y los ángulos respecto al eje X más cercano, como se ilustra en la figura 1, entonces las ecuaciones 2 se escriben:

$$F_1 \cos \theta_1 - F_2 \cos \theta_2 + F_{3X} = 0 \quad \text{y} \quad F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2 - F_{3Y} = 0 \quad (3)$$

Para hallar las componentes polares hay que recordar las reglas de transformación de coordenadas conocidas para vectores, obteniéndose:

$$F_3 = \sqrt{F_{3X}^2 + F_{3Y}^2} \quad \text{y} \quad \theta_3 = \tan^{-1} \left( \frac{F_{3Y}}{F_{3X}} \right) \quad (4)$$

Para resolver el problema de hallar la fuerza equilibrante experimentalmente se utiliza una mesa de fuerzas (ver figura 2), o un dispositivo similar, en el que se ubican las dos primeras fuerzas en el plano orientando cada cuerda y su guía de portapesas según el ángulo indicado y usando las masas apropiadas para simular cada fuerza. Luego se busca la fuerza equilibrante comenzando por tomar la cuerda correspondiente a la tercera fuerza con la mano y orientándola hasta que la argolla quede bien ubicada en el centro de la mesa de fuerzas, con lo cual se habrá hallado solamente el ángulo de la fuerza equilibrante, mientras la fuerza se hace con la mano.

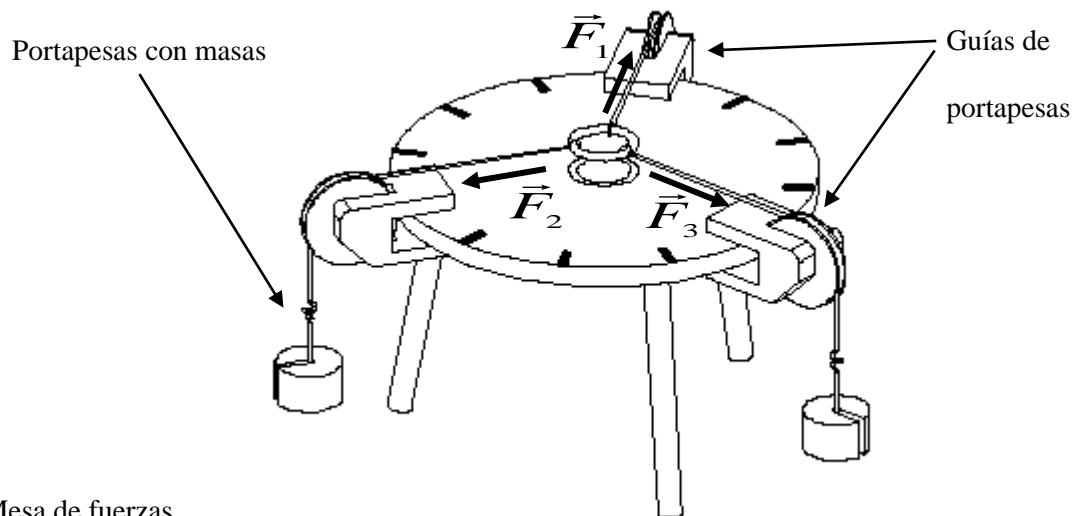


Figura 2. Mesa de fuerzas.

La guía de portapesas que va a corresponder a la fuerza equilibrante se ubica en el ángulo encontrado con la mano y sólo falta encontrar la magnitud de la fuerza equilibrante. Lo que sigue es buscar la magnitud de esta

fuerza adicionando masas al portapesas hasta que se alcance el equilibrio, es decir hasta que la argolla quede bien centrada en la mesa y el sistema esté estable. Recuerde que las fuerzas horizontales sobre la mesa están dadas por las tensiones en las cuerdas. Para cada cuerda la tensión estará dada para una masa en equilibrio según la figura 3 por la ecuación

$$\sum F_y = T - mg = 0 \Rightarrow T = mg \quad (5)$$

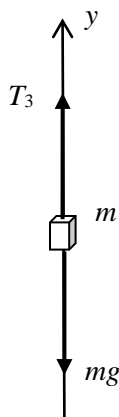


Figura 3. Equilibrio de una masa colgada de una cuerda

**Procedimiento e Informe:**

1. Ubique la mesa de fuerzas sobre la mesa de trabajo usando los tornillos de las patas para nivelarla.
2. Usando el juego de masas, las guías de portapesas y los portapesas, ubique dos fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  arbitrariamente, es decir, escoja dos magnitudes y dos ángulos como se ve en la figura 2. Consigne los valores de las magnitudes y ángulos escogidos en la tabla 1. Tenga en cuenta las unidades.

$F_1(N)$	$\theta_1(^{\circ})$	$F_2(N)$	$\theta_2(^{\circ})$

Tabla 1.

3. Determine experimentalmente la magnitud y el ángulo de la fuerza equilibrante, usando la técnica explicada en la parte final de la sección de teoría. Consigne los valores experimentales obtenidos en la tabla 2.
4. Plantee el problema teórico de hallar la fuerza equilibrante para las dos fuerzas que usted escogió y resuélvalo, hallando las componentes cartesianas usando al ecuación 3, y usando luego las ecuaciones 4 para hallar magnitud y ángulo. Consigne los valores teóricos de magnitud y ángulo equilibrantes en la tabla 2.

$F_3(\text{N})$ Experimental	$\theta_3(^{\circ})$ Experimental	$F_3(\text{N})$ Teórica	$\theta_3(^{\circ})$ Teórica

Tabla 2.

5. Calcule el porcentaje de error tanto para la magnitud como para el ángulo de la fuerza equilibrante.
6. Escriba sus propias conclusiones de la práctica, así como las causas de error en los resultados.

**Recuerde que el informe escrito de esta práctica debe hacerse en el formato de revista entregado por el docente: debe desarrollarse con todos los datos y operaciones correspondientes a cada numeral, relatorio detallado de todos los procesos, cálculos detallados de los valores pedidos en el desarrollo de la práctica, incluir causas de error y conclusiones.**