

## 1. FUERZAS CONCURRENTES

### 1.1 OBJETIVOS.

Comprobar experimentalmente cálculos teóricos aplicado a las condiciones de equilibrio de un sistema de fuerzas concurrentes.

### 1.2 MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS.

1. Soporte para equilibrio estático (Figura 1.)
2. Tres portapesas y juegos de pesas.
3. Transportador transparente.
4. Hilo para suspender los portapesas.
5. Bandas de cauchos.
6. Calibrador o Pie de rey.
7. Metro o Flexómetro.

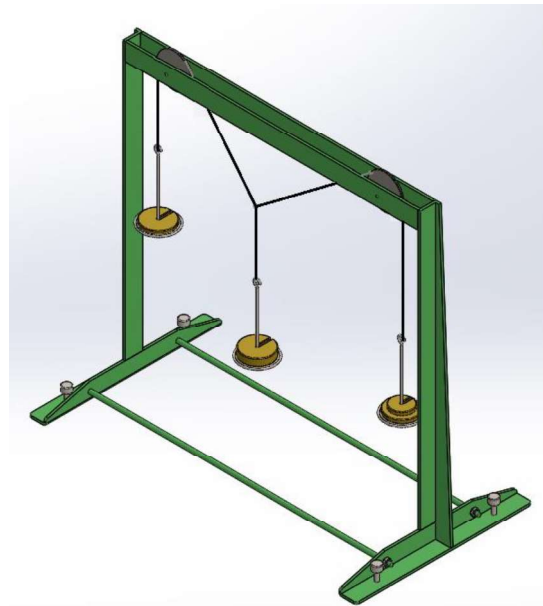


Figura 1. Montaje experimental

### 1.3.1 FUNDAMENTO TEÓRICO:

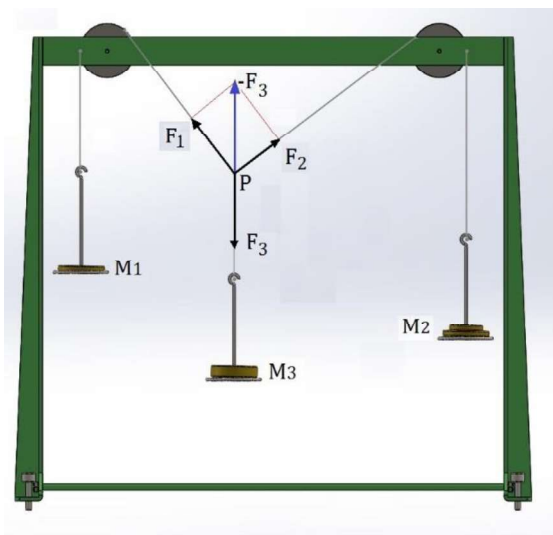


Figura 2: Vista frontal del soporte.

La figura 2 muestra un diagrama de la vista frontal del equipo utilizado para el análisis de equilibrio con fuerzas concurrentes. Estas fuerzas se caracterizan por intersectarse en un punto; en este caso **P**. Teniendo en cuenta la definición de torque:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \quad ec. 3$$

si calculamos los torques respecto al punto de intersección, tendremos que  $r = 0$  para todas las tres fuerzas de la figura 1 y por lo tanto, los tres torques serán nulos y el torque total será cero, cumpliendo así uno de los requisitos para el equilibrio:

$$\sum_{i=1}^N \vec{\tau}_i = 0, \quad ec. 4$$

De esta manera, en este experimento solamente habría que demostrar que la sumatoria de fuerzas es nula:

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = 0, \quad ec. 5$$

Si representamos las fuerzas en el plano  $XY$  y conocemos el ángulo que forma cada fuerza con el eje  $X$  (Figura 3), podemos descomponer las fuerzas en las componentes a lo largo de  $X$  y  $Y$ . La ecuación vectorial ec. 1 se puede escribir en términos de estas componentes:

$$\sum F_{xi} = -F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2 = 0 \quad \text{ec. 6}$$

$$\sum F_{yi} = F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2 - F_3 = 0 \quad \text{ec. 7}$$

Como se puede ver en la figura 1, las magnitudes de las tres fuerzas están dadas por los pesos de las masas correspondientes:

$$F_1 = M_1 g, F_2 = M_2 g, F_3 = M_3 g \quad \text{ec. 8}$$

Donde  $g$  es la gravedad ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ).

De las tres ecuaciones anteriores y haciendo uso de la identidad trigonométrica  $\text{Sen}^2 \theta + \text{Cos}^2 \theta = 1$ , podemos expresar los ángulos en términos de las masas así:

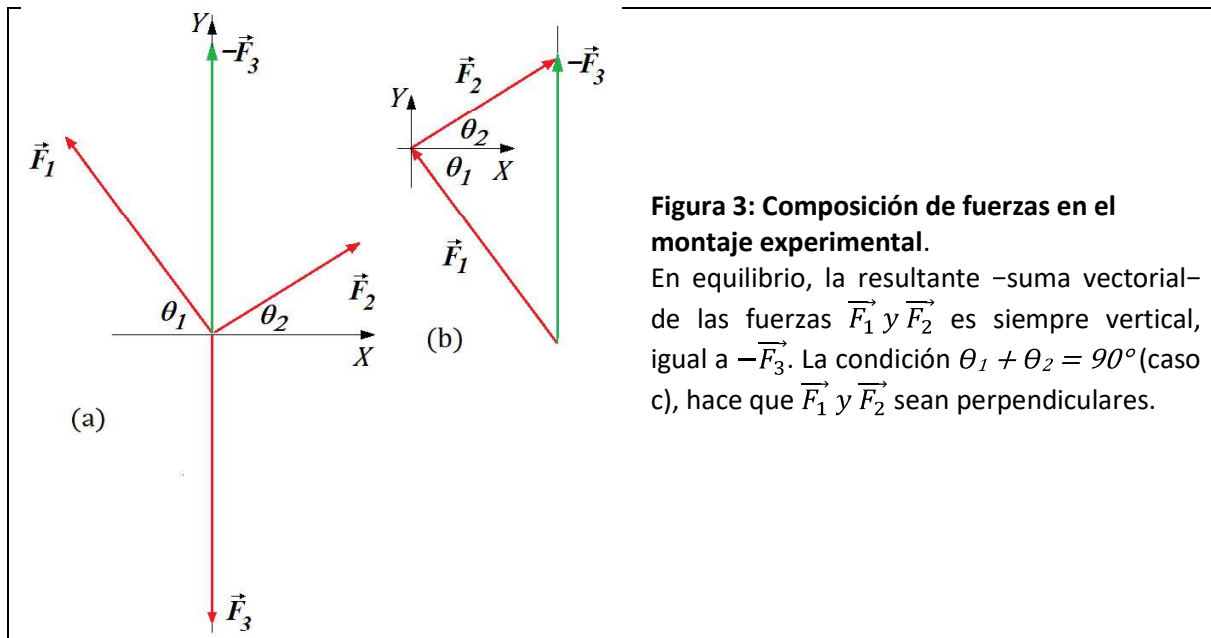
$$\theta_1 = \text{ArcSen} \left( \frac{M_3^2 + M_1^2 - M_2^2}{2M_1 M_3} \right) \quad \text{ec. 9}$$

$$\theta_2 = \text{ArcSen} \left( \frac{M_3^2 + M_2^2 - M_1^2}{2M_2 M_3} \right) \quad \text{ec. 10}$$

### 1.3.2 CASO ESPECIAL: $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

De la Figura 3 y haciendo uso de la ecuación 8 se deduce que:

$$M_3^2 = M_1^2 + M_2^2 \quad \text{ec. 11}$$



#### 1.4 MONTAJE EXPERIMENTAL:

El montaje experimental es similar al mostrado en las figuras 1 y 2. Dos masas  $M_1$  y  $M_2$  unidas por un hilo se cuelgan a través de dos poleas, y una tercera masa,  $M_3$ , cuelga del hilo entre las dos primeras. Se deja libre el sistema para que llegue al estado de equilibrio.

#### 1.5 TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS:

(Organice sus datos en forma ordenada y clara)

- En esta práctica estudiaremos los siguientes casos:
  - a.  $M_1 = M_2 \neq M_3$ ,
  - b.  $M_1 \neq M_2 \neq M_3$ ,
  - c.  $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ .
- Para sus cálculos en la tarea de preparación y la correspondiente confirmación experimental escoja, según su criterio, masas entre 100 g y 250 g para cada M. Tenga en cuenta la masa de los portapesas que es aproximadamente de 50 g.
- Con un transportador transparente mida experimentalmente los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$ , los cuales irán a ser comparados con los valores esperados según la tarea de preparación.
- Repita los casos a, b y c para otros valores de las masas de tal manera que los nuevos ángulos sean apreciablemente diferentes de la primera medida. Calcule previamente el valor de los nuevos ángulos y mídalos experimentalmente.

#### 1.6 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

A medida que vaya obteniendo resultados preséntelos y discútalos con el profesor.

- ¿Hay coincidencia entre los valores de los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$  calculados y los medidos?
- Si es así, ¿qué se puede concluir?
- Para el caso c, ¿se cumple además que la masa calculada es igual a la experimental?

#### 1.7 TAREA DE PREPARACIÓN PARA PRESENTAR AL INICIO DE LA CLASE:

La tarea debe llegar a resultados numéricos para ser corroborados en el experimento.

Consigne en su cuaderno de laboratorio:

1. La deducción de las ecuaciones 9, 10 y 11.
2. Elija valores para las masas para los casos a y b propuestos en el numeral 1.5 y con las ecuaciones 9 y 10 calcule los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$  correspondientes.
3. Para el caso c elija las masas  $M_1$  y  $M_2$  y con la ecuación 11 calcule la masa  $M_3$ . Con estos valores calcule los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$  para este caso.
4. ¿Describa una manera adecuada para medir experimentalmente los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$ ?

Presente esta tarea al profesor en el momento de iniciar la práctica.