



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE FÍSICA



## Mesa de Fuerza

Autor Lic. Enma Zuniga

### Objetivos

1. Visualizar las fuerzas como vectores, que poseen una magnitud y una dirección.
2. Determinar la fuerza necesaria para equilibrar un cuerpo que se encuentra bajo la acción de otras fuerzas, por medio de la mesa de fuerzas.
3. Calcular por métodos geométricos y analíticos la resultante de varias fuerzas concurrentes y comparar estos resultados con los obtenidos en la mesa de fuerza.

### Materiales y equipo

1. Mesa de fuerzas
2. Polea
3. Set de masas y portamasas
4. Hilo

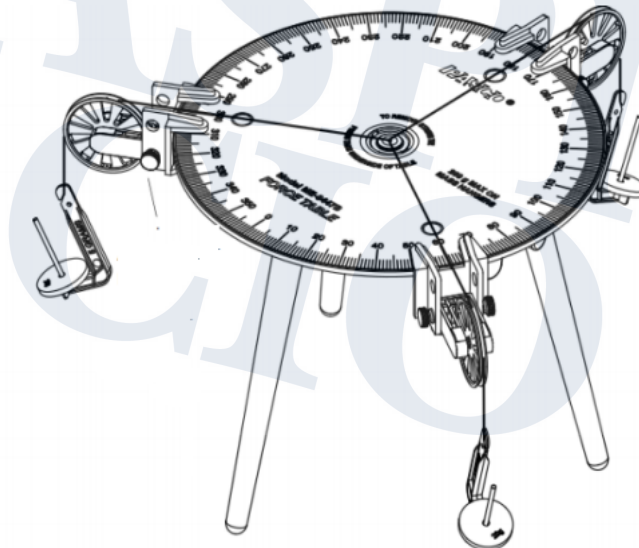


Figura 1: Mesa de fuerzas

## Marco teórico

### Vectores

En el estudio de la física con frecuencia se necesita trabajar con cantidades físicas que tienen propiedades tanto numéricas como direccionales. Habitualmente se habla de dos cantidades:

- vectores
- Escalares

**Una cantidad escalar se especifica por completo mediante un valor único con una unidad adecuada y no tiene dirección.**

Cuando quiere saber la temperatura exterior para saber como vestirse, la única información que necesita es un número y la unidad "grados C.º" "grados F". Así, la temperatura es un ejemplo de cantidad escalar. Otros ejemplos de cantidades escalares son:

- Volumen
- Masa
- Rapidez
- intervalos de tiempo

Las reglas de aritmética ordinaria se usan para manipular cantidades escalares.

**Una cantidad vectorial se especifica por completo mediante un número y unidades apropiadas más una dirección.**

Los vectores son importantes ya que muchas cantidades en la física se pueden modelar usándolos. Algunos ejemplos de cantidades que vectoriales son:

- Desplazamiento
- Velocidad
- Aceleración
- Fuerza

Los vectores no se pueden sumar como números ordinarios. es necesario seguir el procedimiento de suma de vectores.

Los vectores se representan normalmente como segmentos rectilíneos orientados, como OB en el diagrama que se muestra en la figura 2; el punto O es el origen o punto de aplicación del vector y B su extremo. La longitud del segmento es la medida o modulo de la cantidad vectorial, y su dirección es la misma que la del vector.

El uso sencillo de los vectores así como los cálculos utilizando vectores quedan ilustrados en el diagrama anterior, que muestra el movimiento de una barca para atravesar una corriente de agua. El vector a, u OA, indica el movimiento de la barca durante un determinado periodo de tiempo si estuviera navegando en aguas tranquilas; el vector b, o AB, representa la deriva o empuje de la corriente durante el mismo periodo de tiempo. El recorrido real de la barca, bajo la influencia de su propia propulsión y de la corriente, se representa con el vector c, u OB. Utilizando vectores se puede

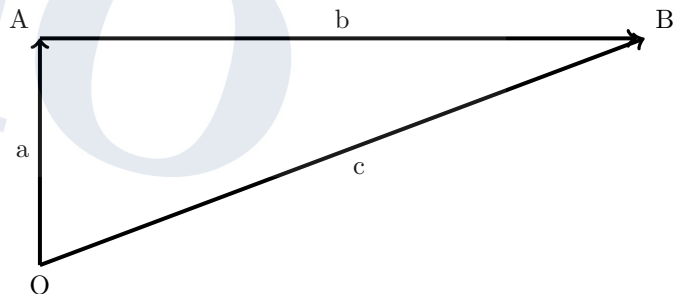


Figura 2: Sistema de vectores

resolver gráficamente cualquier problema relacionado con el movimiento de un objeto bajo la influencia de varias fuerzas.

La resultante de un número de vectores similares, por ejemplo vectores fuerza, es aquel solo vector, que tendrá el mismo efecto que todos los vectores originales tomados juntos.

## Formas de representar un vector

Nos interesa representar al vector de dos formas diferentes:

- Por medio de las coordenadas polares del vector.
- Por medio de las componentes del vector.

Supongamos que tenemos un sistema de referencia y queremos representar al vector  $F$  que tiene coordenadas  $(x,y)$  como se muestra en la figura 3. La distancia que existe entre el origen y el punto  $(x,y)$  se denomina magnitud del vector. Si conocemos la magnitud de un vector y el ángulo que subtiende podemos representar al vector de manera sencilla, a esta manera de representar al vector se le conoce como representación en coordenadas polares.

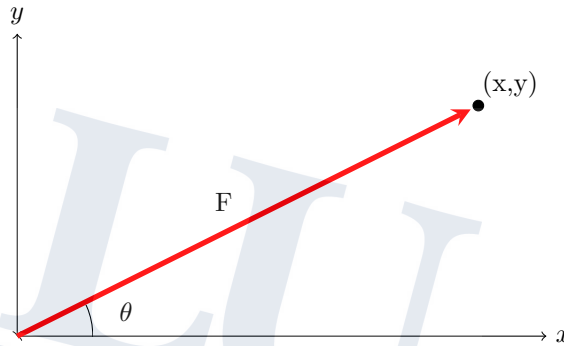


Figura 3: Representación de un vector

Ahora consideremos el vector  $F$  representado en la figura. Tracemos a partir del origen  $O$  del vector, los ejes perpendiculares  $OX$  y  $OY$ . Desde la extremidad de  $F$ , se traza una normal a  $OX$ . Es decir se proyecta el vector  $F$  sobre el eje  $OX$ , así obtenemos el vector  $F_x$  mostrado en la figura. Este vector  $F_x$  se denomina componente del vector  $F$  en la dirección de  $X$  (o del eje  $OX$ ). Por tanto: La componente de un vector en una cierta dirección, es la proyección (ortogonal) del vector sobre la recta que define aquella dirección a manera podemos obtener la componente de  $F$  según el eje  $OY$ , proyectándolo sobre este eje. Esta componente,  $F_y$ , también se observa en la figura. De este modo  $F_x$  y  $F_y$  se denominan componentes rectangulares del vector  $F$ .

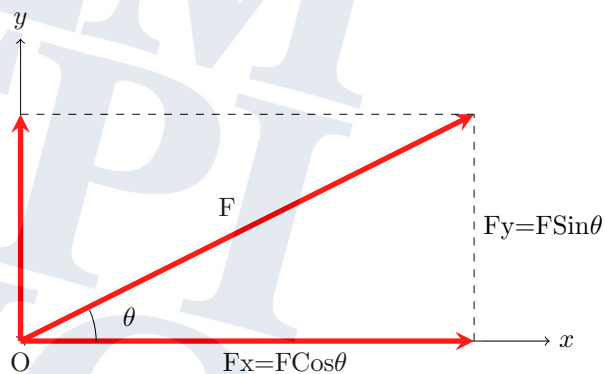


Figura 4: Representación de un vector

Observamos que  $F$  es la resultante de  $F_x$  y  $F_y$  y por tanto, el vector  $F$  se podría sustituir por sus componentes rectangulares.

Para evaluar matemáticamente estas componentes, volvemos a la figura (3), recordando que para un triángulo rectángulo se tienen las relaciones:

$$\sin \theta = \frac{\text{Cateto opuesto a } \theta}{\text{Hipotenusa}} \quad (1)$$

$$\cos \theta = \frac{\text{Cateto adyacente a } \theta}{\text{Hipotenusa}} \quad (2)$$

$$\tan \theta = \frac{\text{Cateto opuesto a } \theta}{\text{Cateto adyacente a } \theta} \quad (3)$$

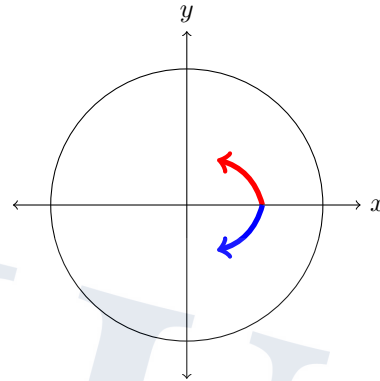
Si se requiere encontrar el ángulo que subtiende el vector solo despejamos para  $\theta$  del argumento de la tangente obteniendo la siguiente ecuación:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{Fy}{Fx} \right) \quad (4)$$

Al obtener el ángulo es necesario recordar como se miden los ángulos para poder interpretar los resultados de forma correcta.

Los ángulos se miden de forma positiva si se miden en sentido anti-horario, y negativos en sentido horario. en la figura se muestra de color rojo la forma de medir ángulos de forma positiva y azul la forma negativa.

Así el ángulo  $270^\circ$  y  $-90^\circ$  representan la misma medición.



### Teorema de Pitágoras: Magnitud de un vector

Por otra parte, si se conocen los valores de las componentes  $F_x$  y  $F_y$ , la magnitud del vector  $F$  se podrá obtener por el Teorema de Pitágoras. En realidad, en el triángulo OAB de la figura (3), tenemos:

- OA= Cateto Adyacente
- AB= Cateto Opuesto
- OB= Hipotenusa

La hipotenusa al cuadrado de un triángulo rectángulo es igual a la suma del cuadrado de sus catetos. Esto es:

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad (5)$$

En otras palabras si conocemos las componentes de un vector pero no su magnitud la podemos encontrar usando el teorema de Pitágoras:

$$\text{Magnitud} = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} \quad (6)$$

### Mesa de Fuerzas

La mesa de fuerza proporciona un método experimental para determinar una fuerza resultante. Es un equipo muy útil para verificar experimentalmente las leyes de composición y descomposición de fuerzas concurrentes, y demostrar la suma y resta vectorial.

Consiste en un tablero circular graduado, al cual se le pueden prensar poleas y de las cuales pueden suspenderse (colgarse) pesas, a través de cuerdas unidas a un aro central.

Las secuencias de las cuerdas ejercen fuerzas sobre el aro central en diversas direcciones. El experimentador ajusta típicamente la dirección de las tres fuerzas, hace las respectivas mediciones de la fuerza en cada dirección, y determina la suma de dos o tres fuerzas. Esta herramienta se basa en el principio del equilibrio por lo tanto no determina directamente la resultante, sino una fuerza equilibrante llamada antiresultante u opuesta a la resultante.

Este es un método rápido, experimental y comparativo, pero no es muy exacto para el cálculo de la suma de vectores.

## Procedimiento experimental

### ■ Medición de la fuerza equilibrante $\vec{E}$

1. Coloque dos de las poleas en las direcciones de  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  que se indican en la tabla (1), asegurándose que el hilo y la ranura central de la polea coincidan con la dirección indicada.
2. Cuelgue un portamasas en cada una de las poleas y agréguele masas hasta alcanzar la masa indicada por el instructor. Las magnitudes de las fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  con las que se trabajará serán los pesos de las masas que se colgaron (masa de los discos mas la masa del portamasas). Registre en la tabla (1) los pesos respectivos.
3. Ajuste la tercera polea, variando la dirección y la magnitud de la fuerza con que se tira. La dirección se ajusta desplazando la polea alrededor de la mesa, siguiendo los cuidados sugeridos por el instructor, mientras que la magnitud de la fuerza se varía agregando masas al portamasas, hasta conseguir que las cuerdas estén en equilibrio (esta es la fuerza equilibrante para esta configuración). Registre los resultados en la tabla (1).
4. Retire las masas colocadas en todos los portamasas.
5. Repita los pasos anteriores para las demás configuraciones propuestas en la tabla (1)

## Datos experimentales

F	F1		F2		F3 (Equilibrante)	
	Magnitud (N)	Dirección (°)	Magnitud (N)	Dirección	Magnitud (N)	Dirección
1		0°		75°		
2		30°		90°		
3		20°		170°		
4		210°		240°		
5		80°		300°		

Tabla 1: Registro de datos experimentales

## Tratamientos de datos experimentales

1. En base a los datos experimentales registrados, calcule la magnitud de la resultante y su ángulo respectivo, para cada uno de los cinco casos. (**Método Experimental**)
2. Partiendo de las fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  en cada uno de los cinco casos, calcule analíticamente la magnitud y dirección de la resultante. (**Método Analítico**)
3. Partiendo de las fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  en cada uno de los cinco casos, determine gráficamente la magnitud y dirección de la resultante, haciendo uso de papel milimetrado, regla y transportador. (**Método Gráfico**)

## Análisis de resultados

1. En base a los resultados obtenidos, complete la siguiente tabla comparativa. ¿Qué similitudes y diferencias observa en sus resultados?

No.	Fuerza Resultante $\vec{R}$					
	Método Experimental		Método Analítico		Método Gráfico	
	Magnitud $R$	Dirección $\theta_R$	Magnitud $R$	Dirección $\theta_R$	Magnitud $R$	Dirección $\theta_R$
1						
2						
3						
4						
5						

Tabla 2: Tabla Comparativa de Resultados

- ¿Cómo se comparan las resultantes  $\vec{R}$  de los tres métodos usados con la equilibrante obtenida experimentalmente?
- Dos burros se encuentran amarrados a una carreta. Los burros, distraídos por un ruido, empiezan a caminar uno hacia el noreste y el otro hacia el noroeste, halando la carreta. ¿Cuál de los tres métodos vistos utilizaría para determinar en que dirección se moverá la carreta? Justifique su respuesta.

## Conclusiones

## Bibliografía

- Física para Ciencias de la Salud. Wilson, Buffa, Lou, Giancoli. 2da edición. Pearson.
- Física, Serway, R y Faughn, J. 5ta Edición. Prentice Hall. 2001.
- Física para ciencias de la Vida. Jou, D; Llebot, J y Garcia, C. McGraw Hill. 1994.
- Física para ciencias e ingeniería . Cengage. Serway , R., & Jewett, J. (2008).