MECÁNICA

Según el material estudia el comportamiento de los gases, los fluidos y los sólidos que son nuestro objetivo.

Cinemática:
Estudio del movimiento desde el punto de vista geométrico.

Dinámica:
Estudio del movimiento y su relación con las causas que lo producen.

Estática:
Estudio de los cuerpos y/o sistemas de cuerpos en equilibrio bajo acción de un sistema de fuerzas.

ESTÁTICA

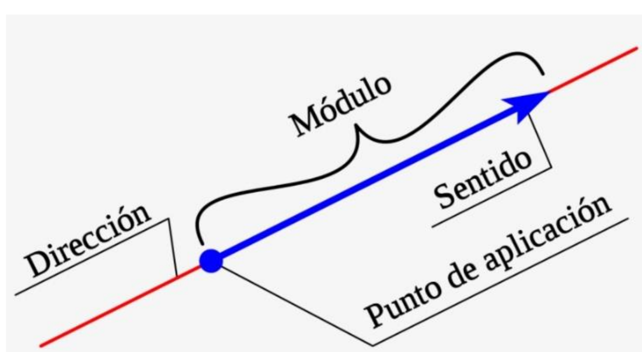
Se llama **"Estática"** al capítulo de la Física, a la parte de la Mecánica, que trata del equilibrio de los sistemas de fuerzas.

Un conjunto de dos o más fuerzas aplicadas a un cuerpo constituye un sistema de fuerzas.

El término **"fuerza"** es un concepto primario. Trataremos de explicarlo como una extensión al mundo físico, de una noción puramente subjetiva. De nuestra experiencia sensorial tenemos una noción intuitiva de fuerza. Sabemos que para sostener un cuerpo debemos efectuar un esfuerzo muscular que llamamos **"fuerza"** y admitimos que esa fuerza tiene por objeto equilibrar la que ejerce el cuerpo como consecuencia de la atracción terrestre. Esta atracción se llama **"fuerza de gravedad"** o **"peso del cuerpo"**. Según una definición clásica, fuerza es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.

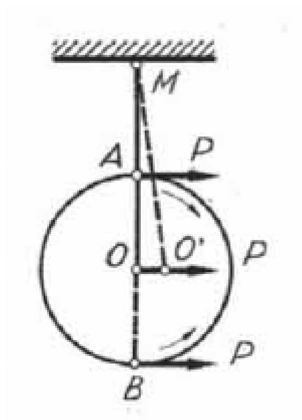
Elementos de una fuerza:

1. *Punto de aplicación*: es el punto en donde esta aplicada una fuerza.
2. *Sentido*: la fuerza es un vector, por tanto, el sentido viene indicado por la punta de la flecha del vector.
3. *Dirección*: es la recta en donde se encuentra el vector de la fuerza.
4. *Modulo*: es el valor escalar que representa la magnitud de la fuerza.



Importancia del punto de aplicación de una fuerza

La fuerza no constituye un vector libre, es importante donde se la aplica, como veremos a continuación. Sea un disco (ver figura), en condiciones de girar alrededor de un eje O, que a su vez se encuentra suspendido de un punto fijo M mediante un hilo inextensible. Si aplicamos en el punto *A* una fuerza horizontal de intensidad *P,* la misma tenderá a hacer girar el disco alrededor de O en el sentido de las agujas del reloj. Si, en cambio, la fuerza *P* actúa con la misma intensidad e igual dirección y sentido, pero aplicada en *B,* el sentido de rotación que imprimirá al disco será el opuesto. Y, finalmente, si la aplicamos en O, el efecto será un desplazamiento del disco alrededor de M. Como vemos, el ***efecto*** de P varía con el punto de aplicación, es decir que una fuerza aplicada a un cuerpo rígido no es un vector libre.



Principio de transmisibilidad

El principio de transmisibilidad establece que las condiciones de equilibrio o movimiento de un sólido rígido permanecerán inalterables si una fuerza F, ejercida sobre un punto dado, se reemplaza por otra fuerza F’ de igual magnitud, dirección y sentido, que actúa sobre un punto diferente, siempre que las fuerzas tengan la misma línea de acción.

Unidad de medida de la fuerza

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de medida de la fuerza es el newton que se representa con el símbolo N, nombrada así en reconocimiento a Isaac Newton por su aportación a la física, especialmente a la mecánica clásica. El newton es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades que se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s² a un objeto de 1 kg de masa.

Sistemas de Fuerzas

Rara vez sobre un cuerpo actúa una única fuerza. Se dice que cuando sobre un cuerpo actúan dos o más fuerzas, el mismo está sometido a un sistema de fuerzas. Los sistemas de fuerzas se clasifican de la siguiente manera:

- SISTEMA DE FUERZAS
  - CONCURRENTES
    - COPLANARES
    - NO COPLANARES
  - NO CONCURRENTES
    - COPLANARES
    - NO COPLANARES

Los sistemas de fuerzas concurrentes están constituidos por un conjunto de fuerzas que concurren a un único punto.

Aquel conjunto de fuerzas que no concurran a un mismo punto se clasifican como sistema de fuerzas no concurrentes.

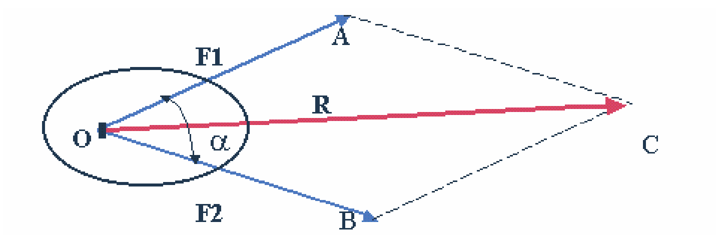
Las fuerzas coplanares, se encuentran en un mismo plano y en 2 ejes (Sistema de dos dimiensiones), a diferencia de las no coplanares que se encuentran en más de un plano, es decir en 3 ejes (Sistema espacial o 3D).

Durante el cursado de la materia estudiaremos Estática Plana, o sea estudiaremos sistemas de fuerzas, tanto concurrentes como no concurrentes, contenidos en un plano (Coplanares).

FUERZAS CONCURRENTES COPLANARES

Principio del Paralelogramo

La suma de dos fuerzas concurrentes a un punto y que forman un ángulo es la diagonal del paralelogramo que tiene por lados a las fuerzas, y es llamada su resultante.

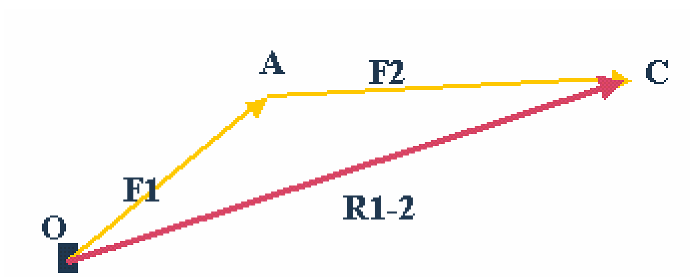


La **resultante** reemplaza a F1 y F2 con el mismo efecto externo.

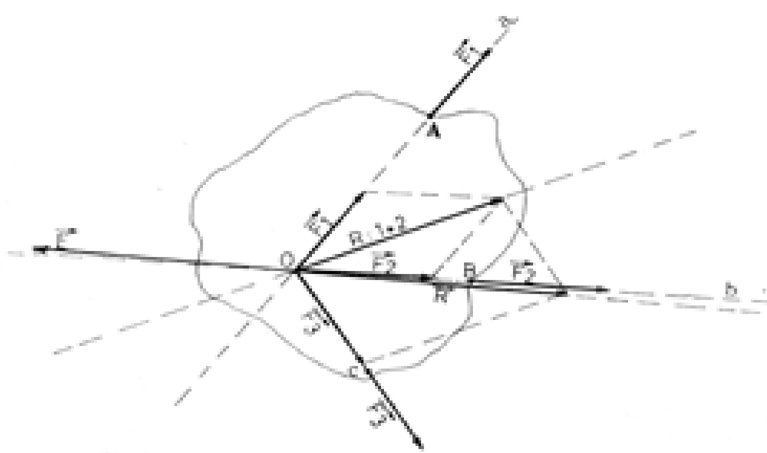
Triángulo abierto de fuerzas

La traslación del origen de una de las fuerzas dadas al extremo de la otra dará lugar a la formación de un triángulo de fuerzas donde el lado que cierra el mismo es la **resultante** de las dos fuerzas**.**

Decimos que este triángulo es **abierto** por que los sentidos de las fuerzas concurren a un extremo del triángulo. Este principio resuelve el problema de la **suma o composición** de fuerzas concurrentes.



Extensión del Principio del Paralelogramo a "n" fuerzas concurrentes en el plano



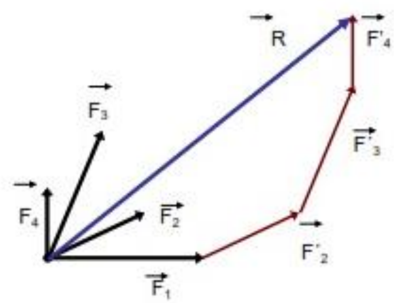
Para componer las fuerzas $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$, concurrentes sus rectas de acción en el punto O, se procede de la siguiente manera.

Las fuerzas aplicadas a cuerpos rígidos se pueden deslizar sobre sus rectas de acción, entonces comencemos deslizando a $\vec{F_1}$ y $\vec{F_2}$, que están "aplicadas" en A y B hasta llevarlas al punto O. Con la regla del paralelogramo obtenemos la resultante $\vec{R}_{1-2}$ (que produce el mismo efecto sobre el cuerpo que $\vec{F}_1$ y $\vec{F}_2$ juntas). Luego, deslizamos $\vec{F}_3$ hasta O y la componemos con $\vec{R}_{1-2}$ (regla del Paralelogramo) obteniendo la fuerza resultante $\vec{R}$ que produce sobre el cuerpo rígido, el mismo efecto que $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ y $\vec{F}_3$. Para anular la acción de esas tres fuerzas basta con colocar, sobre la recta de acción de $\vec{R}$ una fuerza $\vec{E}$ (equilibrante) que tenga la misma magnitud (intensidad) y sentido contrario a la $\vec{R}$.

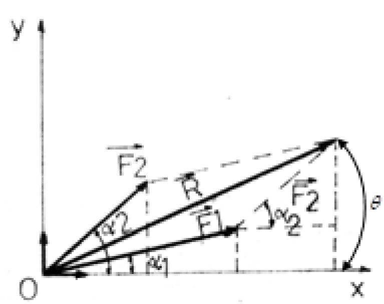
Regla del Polígono de Fuerzas

Para no trabajar con el trazado de sucesivos paralelogramos se puede aplicar la regla del Polígono de Fuerzas, obteniéndose el mismo resultado.

Para explicar esta regla utilizaremos un ejemplo. El método consiste en trasladar la fuerza F $_2$ a continuación de F_1, con la misma dirección y sentido, y así sucesivamente con el resto de las fuerzas. La resultante del sistema se obtiene trazando el vector que une el punto de aplicación de F_1 con el extremo del vector correspondiente a la última fuerza trasladada.



Determinación **analítica** de la resultante de un sistema de fuerzas concurrentes



$$F_1x = F_1 \cos\alpha_1 \qquad F_1y = F_1 sen\alpha_1$$

$$F_2x = F_2 \cos\alpha_2 \qquad F_2y = F_2 sen\alpha_2$$

$$R_x = F_1x + F_2x \qquad R_Y = F_1y + F_2y$$

$$R_x = F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2$$

$$R_y = F_1 sen\alpha_1 + F_2 sen\alpha_2$$

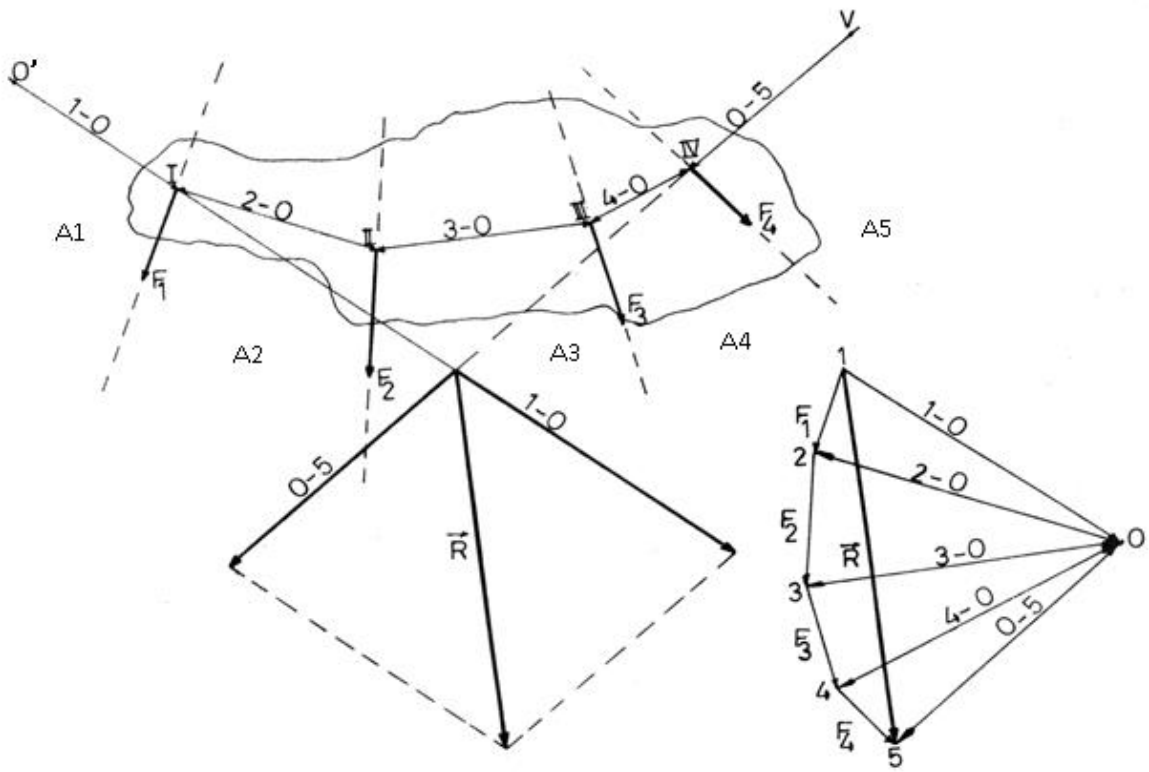
$$\boxed{\left|\vec{R}\right| = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} F_i x\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{n} F_i y\right)^2}}$$

¿Cómo se conoce el ángulo que forma con uno de los ejes coordenados?

$$\text{Por ejemplo} \quad x \qquad \Rightarrow \; tg\theta = \frac{\sum Fy}{\sum Fx} = \frac{\left|\overrightarrow{Ry}\right|}{\left|\overrightarrow{Rx}\right|}$$

FUERZAS NO CONCURRENTES COPLANARES

Cuando las fuerzas no concurren a un único punto o el mismo se encuentra muy lejano, como ser en el infinito (caso de fuerzas paralelas), se procede a la construcción de dos polígonos: el primero es el polígono de fuerzas y el segundo es el polígono funicular.



Sea, por ejemplo el cuerpo A con las fuerzas $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \; y \; \vec{F}_4$ aplicadas a él.

Definamos las regiones A1, A2, A3, A4, A5 (delimitadas por las rectas de acción de las fuerzas) y construyamos a partir del punto 1 el polígono de fuerzas, trazando la fuerza 1-2 $\left(\vec{F}_1\right)$ equiparando a la fuerza aplicada al cuerpo; luego a partir de 2 la fuerza 2-3 $\left(\vec{F}_2\right)$ equiparando a $\vec{F}_2$ aplicada al cuerpo y así sucesivamente.

Unamos 1 con 5 obtendremos la resultante $\vec{R}$ dada en dirección, sentido y magnitud, pero aún no sabemos cuál es su posición en el cuerpo A.

Para saber cuál es la posición de $\vec{R}$ en el cuerpo A, comenzamos trazando desde un polo arbitrario O, los rayos 1-0, 2-0, 3-0, 4-0 y 0-5.

Luego; comenzamos trazando desde un punto O' cualquiera de la región A1, la recta O'-I, paralela a la 1-O; luego a partir del punto I la I-II paralela a la 2-O y así sucesivamente.

Observando el polígono de fuerzas de la derecha vemos que:

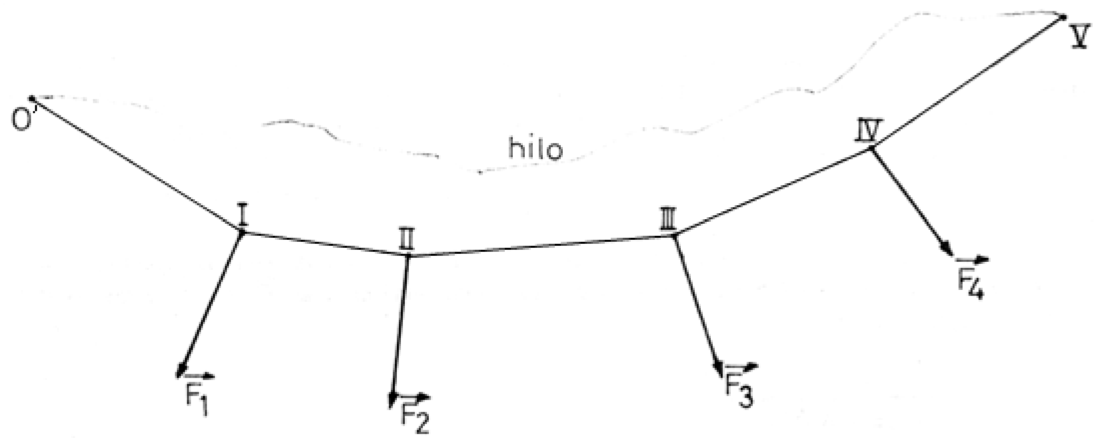
a) la fuerza $\vec{F}_1$, es la resultante de las "fuerzas" $\overrightarrow{1-O}$ y $\overrightarrow{O-2}$. Luego sobre éstas direcciones ponemos las flechas correspondientes en I.

b) la fuerza $\vec{F}_2$ es la resultante de las "fuerzas" $\overrightarrow{2-O}$ y $\overrightarrow{O-3}$ (ponemos las correspondientes en II y observamos que las "fuerzas" $\overrightarrow{O-2}$ y $\overrightarrow{2-O}$, se anulan).

c) así sigamos observando que también se anulan las "fuerzas" $\overrightarrow{O-3}$ y $\overrightarrow{3-O}$; $\overrightarrow{O-4}$ y $\overrightarrow{4-O}$; quedando sin anularse solamente las "fuerzas" $\overrightarrow{1-O}$ y $\overrightarrow{O-5}$ que tienen por resultante justamente a la fuerza $\vec{R}$.

Entonces en la dirección O'-I está actuando la "fuerza" $\overrightarrow{1-O}$, en la dirección I-II las $\overrightarrow{O-2}$ y $\overrightarrow{2-O}$ que se anulan, hasta la dirección IV-V en que actúa la "fuerza" $\overrightarrow{O-5}$. Componiendo las "fuerzas" $\overrightarrow{1-O}$ y $\overrightarrow{O-5}$ obtenemos $\vec{R}$ en dirección, sentido, magnitud y posición con respecto al cuerpo A.

El polígono O', I, II, III, IV, V se llama **"Polígono funicular"** y su nombre proviene de que si coloco un hilo atado en O y V y lo estiro desde: I con la fuerza $\vec{F}_1$, en II con la fuerza $\vec{F}_2$, en III con la fuerza $\vec{F}_3$ y en IV con la fuerza $\vec{F}_4$, adopta la forma de un polígono (formado por el hilo).



Una vez que se ha comprendido la construcción, el método puede reducirse a pocos pasos. Como el módulo, dirección y sentido de la resultante se obtienen en el polígono de fuerzas, el polígono funicular se emplea solo para determinar su recta de acción. Los pasos necesarios son los siguientes:

1. Nombrar las diversas regiones definidas por las rectas de acción de las fuerzas dadas, empleando los nombres A1, A2, A3, A4, A5 y moviéndose en sentido horario ó anti-horario (pero una vez elegido el sentido, éste no se puede cambiar) alrededor del sólido rígido.
2. Dibujar el polígono de fuerzas, empleando los nombres 1-2 **(**$\vec{F}_1$**)**, 2-3$\left(\vec{F}_2\right)$, 3-4 $\left(\vec{F}_3\right)$, 4-5 $\left(\vec{F}_4\right)$, y hallar el módulo, dirección y sentido de la resultante.
3. Elegir un polo arbitrario O (interior ó exterior al polígono de fuerzas) y trazar rayos desde O a cada uno de los vértices del polígono de fuerzas.
4. Empezando a partir de un punto arbitrario O' en la recta de acción **O'-I**, dibujar el polígono funicular, con cada cuerda paralela al rayo correspondiente. Por el punto de intersección de las cuerdas primera y última (en nuestro caso, **O'-I** y **IV-V**), trazar una recta paralela a la resultante; ésta es la recta de acción de la resultante.

Determinación **analítica** de la resultante de un sistema de fuerzas no concurrentes

Para la determinación de la resultante de un sistema de fuerzas no concurrentes se procede de idéntica manera al procedimiento dado para fuerzas concurrentes, en cuanto a la magnitud, dirección y sentido.

Se refieren las fuerzas actuantes a los dos ejes coordenados del plano X, Y. Para cada una de ellas se determinan las componentes en dichos ejes Fx y Fy y luego, haciendo sumatoria de fuerzas se determinan las componentes de la Resultante en dichos ejes (Rx y Ry). Se compone la Resultante aplicando Pitágoras.

$$R_x = F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2$$
$$R_y = F_1 sen\,\alpha_1 + F_2 sen\,\alpha_2$$

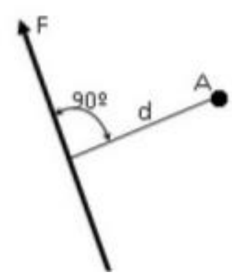
$$\boxed{\left|\vec{R}\right| = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} F_i x\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{n} F_i y\right)^2}}$$

Para localizar el punto de aplicación de la resultante se utiliza un recurso dado por el Teorema de Varignon. Para ello veamos primero lo que es Momento de una Fuerza respecto de un punto.

El momento de una fuerza con respecto a un punto expresa que capacidad tiene una fuerza o sistema de fuerzas en desequilibrio de provocar una rotación en un cuerpo. El punto se refiere a un punto fijo, que hace de centro de rotación del cuerpo.

El momento de la fuerza F, con respecto al punto A, se obtiene como el producto del módulo de la fuerza, por la mínima distancia (d), que separa la fuerza F del punto A. La mínima distancia que separa la fuerza del punto es siempre la que se mide en forma perpendicular a la dirección de la fuerza, ya que otra distancia, entre el punto A y cualquier punto de la fuerza F es mayor.

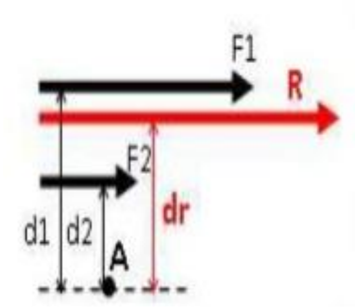
$$\boxed{M^A = F \cdot d}$$



Teorema de Varignon

Dado un sistema de fuerzas y su resultante, el momento de la resultante respecto de un punto A, es igual a la sumatoria de los momentos de las fuerzas componentes respecto del mismo punto A.

Aplicando el enunciado a la figura queda:



$$R \,.\, dr = F1 \,.\, d1 + F2 \,.\, d2$$

Generalizando para un número **n** de fuerzas

$$R \,.\, dr = F1 \,.\, d1 + F2 \,.\, d2 + \ldots.. + Fn \,.\, dn$$

Si quisiéramos determinar la distancia de la resultante a un punto (que sería el punto de aplicación de dicha resultante), despejamos **dr** de la expresión anterior.

$$dr = (F1 \,.\, d1 + F2 \,.\, d2 + \ldots.. + Fn \,.\, dn) \,/\, R$$