



Centro Educativo de Nivel Secundario N° 451  
Anexo Universidad Tecnológica Nacional

---

Dirección de Capacitación No Docente

Dirección General de Cultura y Educación  
Provincia de Buenos Aires

# FÍSICA

Segundo Año

Unidad I



**LIBROS BACHILLER 2011**

*Formato digital - PDF*

Publicación de edUTecNe - Editorial de la U. T. N.

Sarmiento 440 - (C1041AAJ) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

[edutecne@utn.edu.ar](mailto:edutecne@utn.edu.ar)

---

© Universidad Tecnológica Nacional -U.T.N. - Argentina

*La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.*

---

# CAPÍTULO I

- ¿Qué es la física?
- **Método de la física estática: fuerza, características de una fuerza.**
- **Sistema de fuerzas: resultante, composición de fuerzas, paralelas y concurrentes, métodos gráficos y analíticos. Componentes rectangulares de un vector.**



**La física es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de la materia y la energía.**



Todo empieza con el **hombre primitivo**, un animal superior que poseía curiosidad, característica que unida a su inteligencia rudimentaria lo llevaron a descubrir lo que le convenía o no, en cuanto a que comer o no, que hacer y cuando, todo esto debido a repetidas experiencias que lo llevaron a seleccionar los frutos comestibles y a escoger sus refugios para sobrevivir. El hombre primitivo dejó de ser un recolector de frutos y un cazador de animales para convertirse en pastor y agricultor; mediante la observación dejó de ser nómada para convertirse en sedentario. Además por la observación pudieron asociar los movimientos de los cuerpos celestes con el tiempo y las estaciones. De esta forma el conocimiento partió de la observación de los fenómenos naturales.

Con el pasar del tiempo surgen las primeras civilizaciones los babilonios los Asirios los Egipcios, los Griegos hasta los Balcanes que fueron privilegiados con el don del entendimiento, fueron quienes desarrollaron el “Amor a la sabiduría” y aquí fue donde comenzó a adquirir forma el método científico. Siglo más tarde aparecen otros personajes que intentan dar explicaciones naturales a los fenómenos del universo podemos mencionar a Tales de Mileto a quien se le considera el padre de la filosofía a Anaximandro quien trazó mapas astronómicos y geográficos, también

podemos mencionar a Heraclito, a Empédocles quien de forma rudimentaria dio a conocer la Teoría Atómica del Mundo. Más tarde aparece Demócrito quien admite las causas naturales de las enfermedades. Se abre así un nuevo cauce a la observación e investigación mediante la liberación de las supersticiones que impedían la obtención de más conocimientos. Luego apareció uno de los más grandes científicos y benefactores de la humanidad Hipócrates de Cos quien logró aislar de manera definitiva la medicina científica de la mística religiosa, fue el fundador de la embriología, fundador del método clínico el cual utiliza la inteligencia y los sentidos para el diagnóstico de la enfermedad eliminando drásticamente cualquier suposición sobrenatural. Se le considera como el más grande de todos los médicos y se le llama “Padre de la medicina”.

La **observación** fue el medio de que más se valieron estos hombres para establecer relaciones con el hombre y su ambiente. Con la aparición del gran médico griego, comienza a perfilarse un método que se inicia como el primer pinino de la *observación* que no tardará en convertirse en el primer paso firme del método científico.

En este recorrido histórico hace su aparición Aristóteles creador de la Biología, Zoología, Botánica, Anatomía y otras muchas ciencias. Fue el primer hombre que intentó un método para lograr conocimientos seguros, se dedicó a organizar investigaciones y a reunir toda la información posible sobre la Historia Natural. Su método consistió en la acumulación y clasificación de datos

Para los años de 1550 aparece Galileo Galilei quien hace su primer gran descubrimiento de muy joven. Surge por primera vez a la luz pública cuando realizó su famoso experimento consistente en dejar caer dos pesos distintos desde la torre inclinada de Pisa para demostrar que dos objetos de diferentes pesos llegaban al mismo tiempo al suelo y no primero el más pesado. Destruyó los argumentos de Aristóteles mediante su inexorable y metódicamente utilizado **método experimental**, ratificando la conclusión con la experiencia. De esta manera contribuyó a crear los pilares sobre los que había de erigirse con firmeza el método científico.

## II. Método científico

Llamamos método a una serie ordenada de procedimientos de que hace uso la investigación científica para observar la extensión de nuestros conocimientos.

Podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas y principios coherentemente concatenados.

El método científico es quizás uno de los más útil o adecuado, capaz de proporcionarnos respuesta a nuestros interrogantes. Respuestas que no se obtienen de inmediato de forma verdadera, pura y completa, sin antes haber pasado por el error. Esto significa que el método científico llega a nosotros

como un proceso, no como un acto donde se pasa de inmediato de la ignorancia a la verdad. Este es quizás el método más útil o adecuado, ya que es el único que posee las características y la capacidad para auto corregirse y superarse, pero no el único.

El método científico es la conquista máxima obtenida por el intelecto para descifrar y ordenar los conocimientos. Consta de 5 pasos fundamentales que han sido desarrollados a través de muchas generaciones y con el concurso de muchos sabios.

### **III. Cinco pasos del método científico**

#### Observación:

Consiste en la recopilación de hechos acerca de un problema o fenómeno natural que despierta nuestra curiosidad. Las observaciones deben ser lo más claras y numerosas posible, porque han de servir como base de partida para la solución.

#### Hipótesis:

Es la explicación que nos damos ante el hecho observado. Su utilidad consiste en que nos proporciona una interpretación de los hechos de que disponemos, interpretación que debe ser puesta a prueba por observaciones y experimentos posteriores. Las hipótesis no deben ser tomadas nunca como verdaderas, debido a que un mismo hecho observado puede explicarse mediante numerosas hipótesis. El objeto de una buena hipótesis consiste solamente en darnos una explicación para estimularnos a hacer más experimentos y observaciones.

#### Experimentación:

Consiste en la verificación o comprobación de la hipótesis. La experimentación determina la validez de las posibles explicaciones que nos hemos dado y decide el que una hipótesis se acepte o se deseche.

#### Teoría:

Es una hipótesis en cual se han relacionado una gran cantidad de hechos acerca del mismo fenómeno que nos intriga. Algunos autores consideran que la teoría no es otra cosa más que una hipótesis en la cual se consideran mayor número de hechos y en la cual la explicación que nos hemos forjado tiene mayor probabilidad de ser comprobada positivamente.

## Ley:

Consiste en un conjunto de hechos derivados de observaciones y experimentos debidamente reunidos, clasificados e interpretados que se consideran demostrados. En otras palabras la ley no es otra cosa que una hipótesis que ha sido demostrada mediante el experimento. La ley nos permite predecir el desarrollo y evolución de cualquier fenómeno natural.

## **PASOS DEL MÉTODO CIENTÍFICO**



### **Principales rasgos que distinguen al método científico**

**Objetividad:** Se intenta obtener un conocimiento que concuerde con la realidad del objeto, que lo describa o explique tal cual es y no como desearíamos que fuese. Se deja a un lado lo subjetivo, lo que se siente o presente.

**Racionalidad:** La ciencia utiliza la razón como arma esencial para llegar a sus resultados. Los científicos trabajan en lo posible con conceptos, juicios y razonamientos, y no con las sensaciones, imágenes o impresiones. La racionalidad aleja a la ciencia de la religión y de todos los sistemas donde aparecen elementos no racionales o donde se apela a principios explicativos extras o sobrenaturales; y la separa del arte donde cumple un papel secundario subordinado a los sentimientos y sensaciones.

**Inventividad:** Es inventivo porque requiere poner en juego la creatividad y la imaginación, para plantear problemas, establecer hipótesis, resolverlas y comprobarlas. Significa que para extender nuestros conocimientos se requiere descubrir nuevas verdades. En cierto sentido, el método nos da reglas y orientaciones, pero no son infalibles.

**Sistematicidad:** La ciencia es sistemática, organizada en sus búsquedas y en sus resultados. Se preocupa por construir sistemas de ideas organizadas coherentemente y de incluir todo conocimiento parcial en conjuntos más amplios.

Para lograr esta coherencia en las diversas ciencias se acude a operaciones lógicas que garanticen este orden o sistematicidad. Estas operaciones lógicas son: definición, división y clasificación, que nos proporcionan los lineamientos para determinar con exactitud el contenido y la extensión de los conocimientos científicos.

**Generalidad:** La preocupación científica no es tanto ahondar y completar el conocimiento de un solo objeto individual, sino lograr que cada conocimiento parcial sirva como puente para alcanzar una comprensión de mayor alcance.

**Falibilidad:** La ciencia es uno de los pocos sistemas elaborados por el hombre donde se reconoce explícitamente la propia posibilidad de equivocación, de cometer errores. En esta conciencia de sus limitaciones, es donde reside la verdadera capacidad para auto corregirse y superarse.

**Verificabilidad:** Es la confirmación o rechazo de la hipótesis. Se verifican o rechazan las hipótesis por medio del método experimental. Se plantean hipótesis o supuestas respuestas a nuestros problemas y esta confirma o se reestructura de acuerdo a los resultados presentados durante la experimentación.

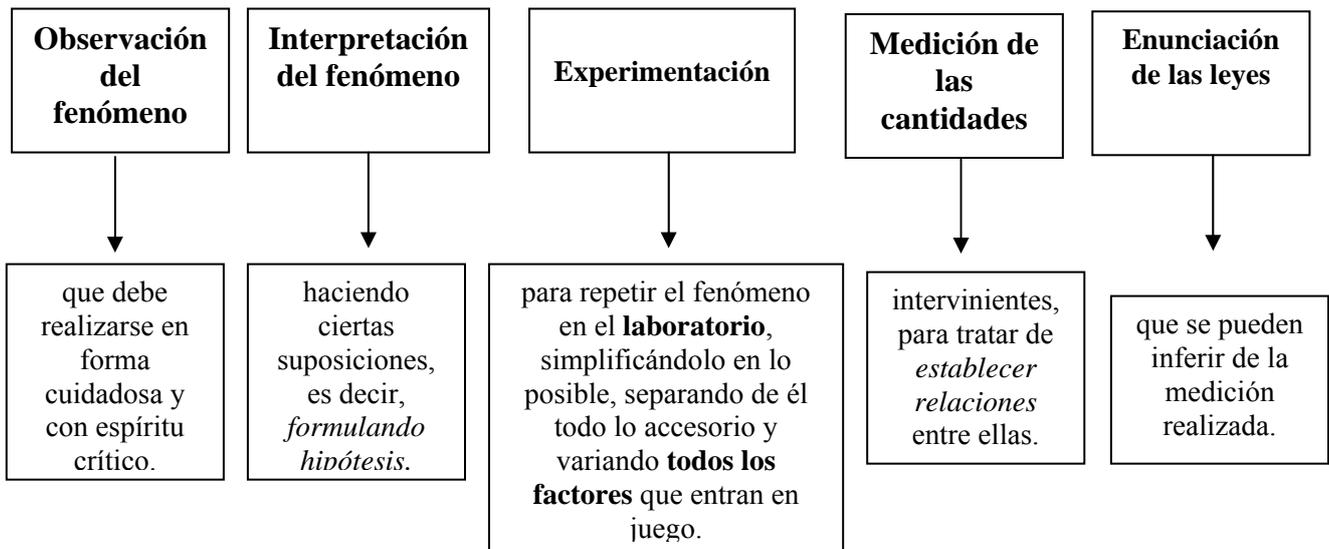
**Perfectibilidad:** significa que el método es susceptible de ser modificado, mejorado o perfeccionado.

**Normatividad:** Significa que el método es un procedimiento, es una guía y como tal nos proporciona principios y técnicas para la investigación. La Técnica es un conjunto de procedimientos de que se sirve una ciencia o arte.

**No es un recetario:** significa que el método no es una lista de recetas para dar con las respuestas correctas a las preguntas que el científico se formula. Lejos de esto, el método es el conjunto de procedimientos por los cuales: - se plantean los problemas científicos y - se ponen a prueba las hipótesis científicas.

Cuando en la física se estudia un determinado fenómeno, en general **se procede sistemáticamente**, siguiendo una serie de **etapas establecidas**, fundamentalmente gracias a los aportes de Galileo Galilei producidas en el siglo XVII.

Esta secuencia o trabajo por etapas constituye el denominado *método científico*.



Las leyes o regularidades encontradas podrán o no confirmar las hipótesis previas que se poseían al inicio de la investigación. Si las confirman, se podría construir una teoría, cuya validez dependerá de la posibilidad de aparición de hechos nuevos que contradigan los anteriores.



Las medidas más antiguas (de longitud, volumen y peso), surgieron probablemente de las necesidades del comercio y la construcción. La mayoría de las civilizaciones antiguas establecieron patrones de medida conocidos como unidades de medida. A partir del año 3000 a.C., el mundo

antiguo adoptó el cúbito egipcio como unidad de longitud equivalente a la distancia entre el codo y la punta de los dedos extendidos (equivalen a 524 milímetros) otras culturas utilizaron también unidades basadas en el cuerpo humano.



**Llamamos magnitud a todo aquello que puede medirse.** Así el peso, la longitud, la temperatura, el volumen son magnitudes. **Medir** por lo tanto es **comparar** una cantidad de una magnitud cualquiera con otra cantidad de la misma magnitud, a la cual se toma como unidad. Por ejemplo, podemos comparar la longitud de dos mesas diferentes entre sí, pero no podemos comparar la longitud de una mesa con el peso de otra; ya que se trata de magnitudes diferentes (longitud  $\neq$  peso).



Las unidades que poseen **patrones primarios** como el kilogramo y el metro se llaman **unidades fundamentales**.

El patrón primario del metro es por ejemplo el metro-patrón que es una barra que tiene una “forma especial” para evitar que se deforme construida con una aleación de 90% de platino y 10% de iridio a fin de que los cambios de temperatura no modifiquen su longitud, porque el calor dilata los cuerpos y al dilatarse modifican su longitud. Esta barra está depositada en el Oficina Internacional de Pesos y Medidas en Francia. Las unidades se obtienen multiplicando o dividiendo unidades fundamentales se conocen como unidades derivadas.

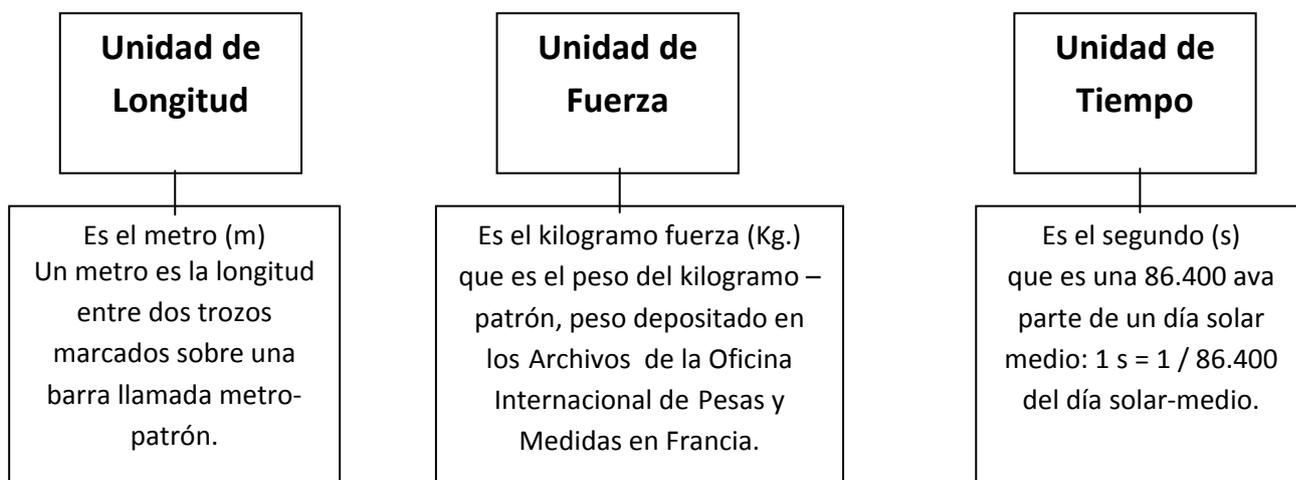
Por ejemplo si queremos calcular la superficie de un terreno que tiene 8 m de ancho por 40 m de largo, utilizamos la fórmula:

Ancho  $\cdot$  Largo = Superficie  $8 \text{ m} \cdot 40 \text{ m} = S \iff S = 320 \text{ m}^2$  (metro  $\cdot$  metro = metros cuadrados). El metro cuadrado es una unidad derivada de la unidad fundamental que es el metro.

*Ver nota ampliatoria en página siguiente*



**La Física se apoya en tres magnitudes esenciales que son el tiempo, la longitud y la fuerza.**



[Nota ampliatoria]

## SISTEMA METRICO LEGAL ARGENTINO (SIMELA)

En Argentina las unidades de medición están estandarizadas por el denominado Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) fijado por la Ley 19.511. El SIMELA está constituido por las unidades, múltiplos y submúltiplos, prefijos y símbolos del Sistema Internacional de Unidades (SI) tal como ha sido recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas.

*Para mayor información ir a:* <http://www.edutecne.utn.edu.ar/simela/simela.pdf>

### VALORES DE LAS MAGNITUDES FÍSICAS



Para expresar el valor de una magnitud física hacen falta dos cosas: un número y una unidad de medida.

Por ejemplo la distancia entre la oficina y nuestra casa es de 4 Km., la velocidad promedio que empleamos en ir hasta la costa es de 100 Km./ h (kilómetros por hora).

Algunas magnitudes físicas:

<i>MAGNITUD FÍSICA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>SÍMBOLO</i>
Longitud	metro	m
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	segundo	→
s		
Fuerza	kilogramo-fuerza	Kg
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A

### ESTÁTICA



La estática estudia las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo sobre el que actúan fuerzas quede en equilibrio.

Pero ¿Qué significa que un cuerpo esté en equilibrio?.

**Un cuerpo está en equilibrio cuando se halla en reposo o movimiento rectilíneo uniforme.**

Para levantar un cuerpo, para empujar un auto, el hombre realiza un esfuerzo muscular. En física dicho esfuerzo se denomina “hemos aplicado una fuerza” o se aplicó una fuerza.

Por lo tanto **fuerza** es todo lo que tiende a modificar el estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme de un cuerpo.

Si tratamos de levantar y sostener suspendido un objeto, ejercemos la fuerza necesaria para contrarrestar la fuerza que ejerce la tierra sobre el cuerpo (si soltamos al objeto, el mismo cae lo que prueba lo afirmado).

A la fuerza que ejerce la tierra sobre los cuerpos lo llamamos **peso del cuerpo**. **La gravedad es la propiedad de la tierra de atraer a los cuerpos**. La gravedad sin embargo no es un privilegio de la tierra, la luna y el sol, los otros planetas atraen a todo cuerpo que esté en su campo de acción.



Para medir el peso de un cuerpo, se utiliza la unidad **Kilogramo-Fuerza**.

## CARACTERÍSTICAS DE UNA FUERZA



Si decimos que una pileta tiene una capacidad de 3500 litros o que la distancia entre Bs. As. y Bariloche es de 1500 Km., queda bien definida cuál es la capacidad de la pileta en litros y cuál es la distancia entre ambas ciudades. Estas **magnitudes físicas** que quedan definidas sólo por un número ( $n^\circ$ ) y su unidad, se llaman **magnitudes escalares**.

Pero si alguien nos pide que haga una fuerza de 10 Kg. para arrastrar una caja que está en el suelo, seguramente deberemos preguntarle ¿hacia qué lado quiere llevarla? ¿Será más fácil aplicar la fuerza en el extremo de la caja o empujarle desde el medio? Quiere decir que una fuerza no queda solo determinada por un  $n^\circ$  y su unidad, si no que requiere “de más cosas”. Se trata entonces de **magnitudes vectoriales**.

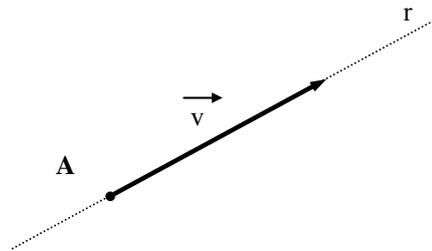


**Las magnitudes vectoriales como las fuerzas poseen cuatro características fundamentales:**

- 1) punto de aplicación.
- 2) dirección.
- 3) sentido.
- 4) módulo o intensidad.

No solo las fuerzas son magnitudes vectoriales, también son magnitudes de este tipo la velocidad, la aceleración.

**Estas magnitudes se representan mediante un vector**, un vector se representa por una flecha cuya recta de acción es la dirección de la recta, su punta indica su sentido, su longitud representa su módulo o intensidad y el lugar donde se aplica es el punto de aplicación.

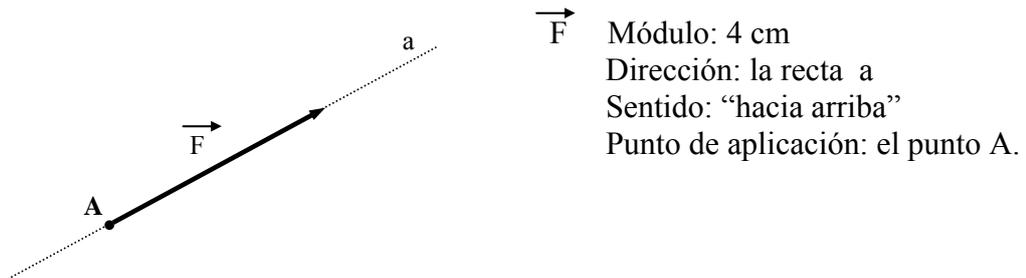


**Dirección:** indicada por la recta en la que está incluido el vector (en este caso recta  $r$ ).

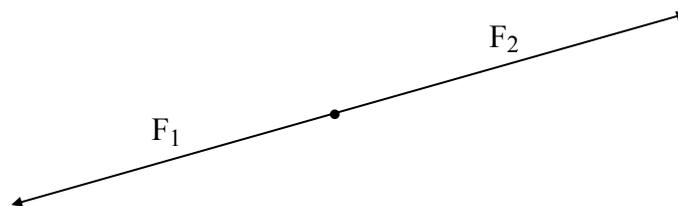
**Sentido:** indicado por la flecha del vector.

**Punto de Aplicación:** indicado por el origen del vector (en este caso el punto A).

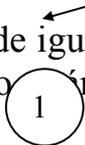
- **Intensidad:** Indicada por la longitud del vector (esto mide el vector llevado a una escala conveniente). Por ejemplo se pudo haber pensado en una Escala: 1 cm.  $1 \overline{\text{Kg}}$ ., esto significa que si el vector mide 4 cm. equivale a una intensidad de  $4 \overline{\text{Kg}}$ .
- Interpretamos los siguientes gráficos:

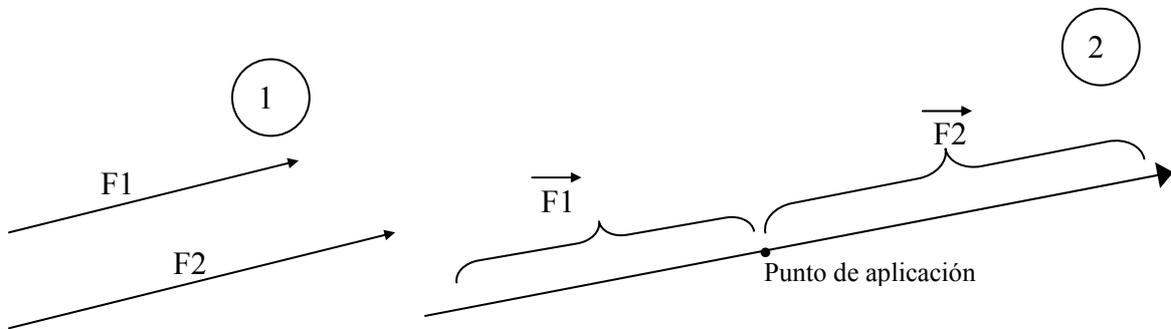


Dos fuerzas de igual dirección y distinto sentido:  $F_1$  y  $F_2$  y mismo punto de aplicación



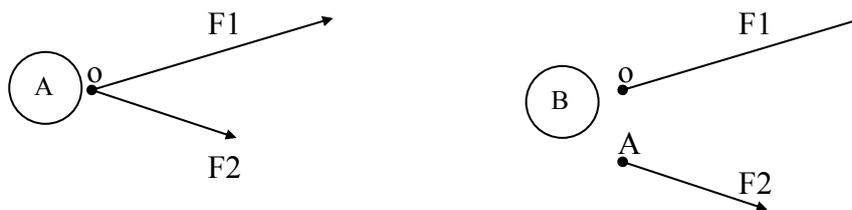
Dos fuerzas de igual dirección y sentido tienen rectas de acción paralelas, - figura 1 o 2 en la misma línea -figura 2





Observemos seguidamente que, en **A** son dos fuerzas que tienen distinta dirección y el mismo punto de aplicación.

Mientras, en **B** son dos fuerzas que tienen distinta dirección y distinto punto de aplicación



Estas **magnitudes** se denominan **vectoriales**.

Gráficamente para representar una fuerza u otras magnitudes vectoriales, usamos **vectores**.



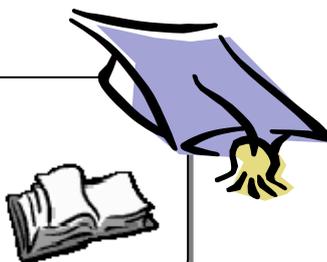
Se dice que un cuerpo está sometido a un sistema de fuerzas cuando actúan sobre el varias fuerzas.

## RESULTANTE DE UN SISTEMA



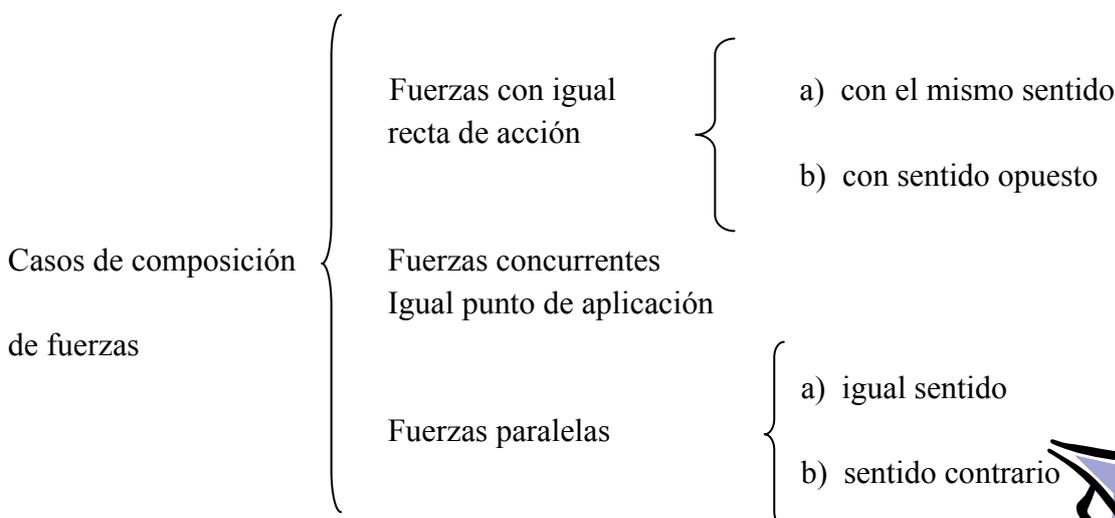
Siempre es posible hallar una fuerza que, aplicada a un cuerpo, produzca el mismo efecto que todo el sistema. Esta fuerza única se llama resultante del sistema.

## COMPOSICIÓN DE FUERZAS



Componer un sistema de dos o más fuerzas significa hallar la resultante del sistema.

La resultante es la fuerza que produce el mismo efecto que las componentes del sistema.

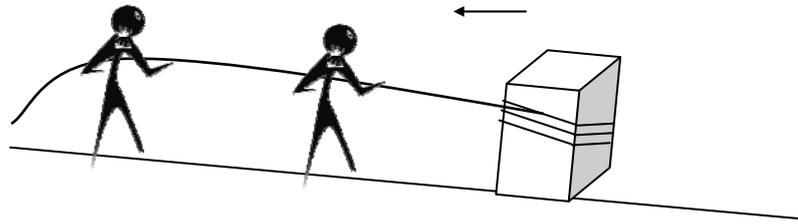


## COMPOSICIÓN DE FUERZAS CON IGUAL RECTA DE ACCIÓN.

### a) igual sentido

Supongamos, como nos muestra la figura, que Andrés y Franco quieren arrastrar la caja de la figura. Andrés ejerce una fuerza de  $20 \text{ kg} \vec{g}$  y Franco una fuerza de  $25 \text{ kg} \vec{g}$ . La caja se mueve entonces debido a la acción conjunta de ambas fuerzas, que es de  $45 \text{ kg} \vec{g}$ . Como las fuerzas son en la misma dirección (en este caso la dirección es la soga, que es la recta de acción de

las fuerzas) y del mismo sentido, sus intensidades o módulos se suman, obteniéndose así la fuerza resultante  $\vec{R}$  que es de 45 kg..



La resultante tiene la misma recta de acción y el mismo sentido que las componentes.

Su intensidad es la suma de las intensidades de las fuerzas dadas.

### Método gráfico

Si queremos obtener la resultante de dos fuerzas que tienen la misma recta de acción y el mismo sentido, utilizando un método gráfico, simplemente en una misma recta llevamos los dos vectores que representan a las fuerzas, uno a continuación del otro. La resultante será el vector que va desde el origen de la primera fuerza hasta el extremo de la segunda fuerza.

$$F_1 = 20 \text{ kg} \vec{R}$$

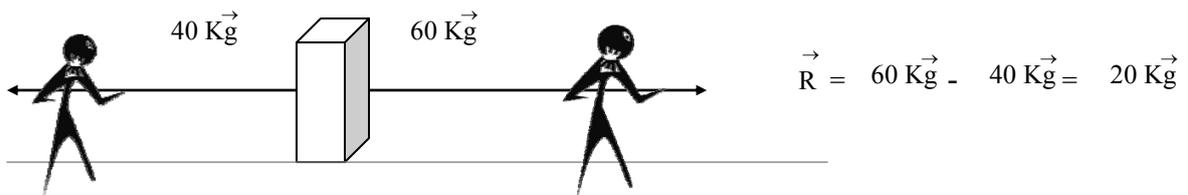
$$F_2 = 25 \text{ kg} \vec{R}$$

$$\begin{array}{c} \vec{F}_1 \quad \vec{F}_2 \\ \hline \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 45 \text{ kg} \end{array}$$

**intensidad o módulo** son sinónimos, es lo que mide la fuerza.  
Ej:  $|F_1| = 20$  significa que el módulo de la fuerza  $F_1$  es igual a 20.

### b) Sentido opuesto

Supongamos ahora que Andrés y Franco desean arrastrar la caja en sentidos opuestos, evidentemente el que ejerza mayor fuerza logrará su objetivo. Andrés ejerce una fuerza de 60 kg. hacia la derecha, y Franco una fuerza de 40 kg., la caja se deslizará hacia la dirección donde se ejerza mayor fuerza.



$$\vec{R} = 60 \text{ Kg} \vec{R} - 40 \text{ Kg} \vec{R} = 20 \text{ Kg} \vec{R}$$

Cuando hay composición de fuerzas con igual recta de acción y sentidos opuestos la resultante tiene la misma recta de acción que la de las fuerzas componentes y su sentido es el de la fuerza mayor.

Su intensidad es la diferencia de las intensidades.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 = 0$$

Tomando el ejemplo anterior, si Andrés ejercía una fuerza de  $40 \text{ kg}$  y Franco otra fuerza de  $40 \text{ kg}$ , en sentidos opuestos la resultante es nula  $R = 0$ .

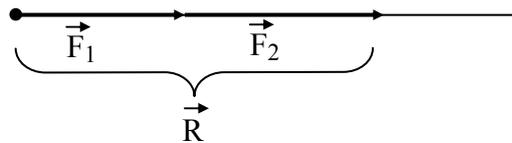
La equilibrante de un sistema de fuerzas es la fuerza que hay que añadir al sistema para que éste quede en equilibrio.

### Método gráfico:

Para realizar el método gráfico utilizamos una escala conveniente:  $1/10$  ( $1 \text{ cm}/10 \text{ kg}$ ), es decir que la fuerza que vale  $20 \text{ Kg}$ , quedará representada mediante un vector de  $2 \text{ cm}$  y la fuerza de  $25 \text{ Kg}$ , mediante un vector de  $2,5 \text{ cm}$ . La resultante  $R = 45 \text{ Kg}$ , que en la escala utilizada deberá tener  $4,5 \text{ cm}$ .

$$\vec{F}_1 = 20 \text{ kg}$$

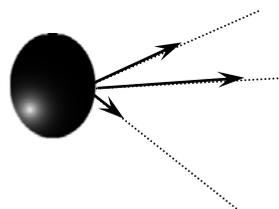
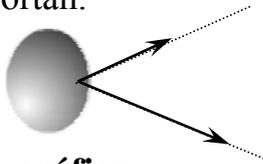
$$\vec{F}_2 = 25 \text{ kg}$$



## COMPOSICIÓN DE FUERZAS CONCURRENTES



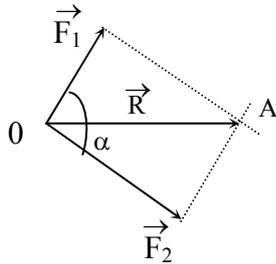
Dos fuerzas o más son concurrentes cuando sus direcciones o rectas de acción se cortan.



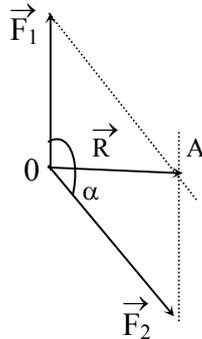
### • Método gráfico

Para calcular la resultante de dos o más fuerzas concurrentes podemos utilizar métodos gráficos o analíticos. El método gráfico para hallar la resultante de dos fuerzas concurrentes **es el del paralelogramo de las fuerzas**: si las fuerzas dadas son  $F_1$  y  $F_2$  cuyas rectas de acción determinan el ángulo  $\alpha$ , se transportan las fuerzas con una escala establecida y con el ángulo  $\alpha$  dado. Sobre las mismas se construye un paralelogramo. La diagonal OA es la resultante de las dos fuerzas dadas.

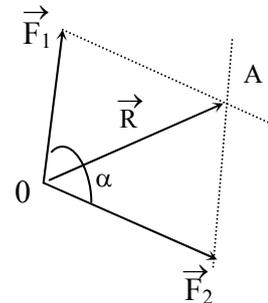
Ejemplo 1



Ejemplo 2



Ejemplo 3



Ejemplo:

Supongamos que Luis y Martín arrastran una caja mediante dos sogas que forman un ángulo de  $30^\circ$  ejerciendo Luis una fuerza de  $20 \text{ Kg}$ . y Martín una fuerza de  $30 \text{ Kg}$ . ¿Cuál es el valor de la resultante?

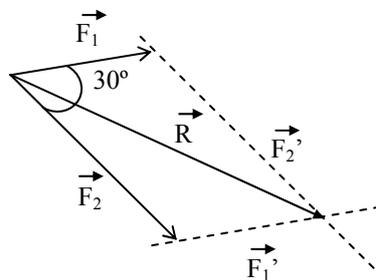
Utilizando el método gráfico deberíamos primero tener una Escala conveniente  $\text{Esc} = 1/10$  ( $1\text{cm}/10 \text{ kg}$ ), es decir que la fuerza de  $20 \text{ Kg}$ ., debemos dibujarla con una longitud igual a  $2 \text{ cm}$ ., y la de  $30 \text{ Kg}$ ., igual a  $3 \text{ cm}$ .

El ángulo entre las dos fuerzas debe ser igual a  $30^\circ$ .

Dibujamos el paralelogramo trazando una recta paralela a la fuerza  $\vec{F}_2$  por el extremo de  $\vec{F}_1$  (obtenemos  $\vec{F}_2'$ ) y por el extremo de  $\vec{F}_2$  una paralela a  $\vec{F}_1$  (obtenemos  $\vec{F}_1'$ ) donde se interceptan ambas rectas es el extremo de la resultante  $\vec{R}$ .

Tomamos la medida del vector  $\vec{R}$  que mide aproximadamente  $4,8 \text{ cm}$ . Si a esta medida la multiplicamos por  $10$ , obtenemos el valor real de la resultante  $\vec{R}$ .

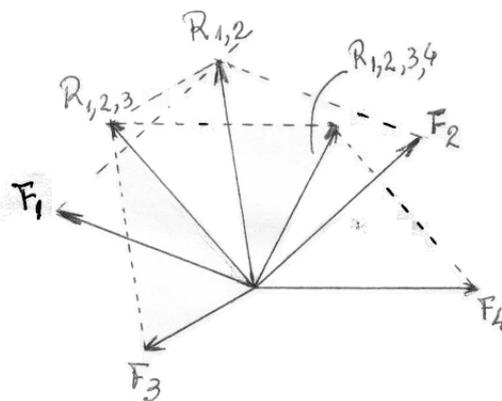
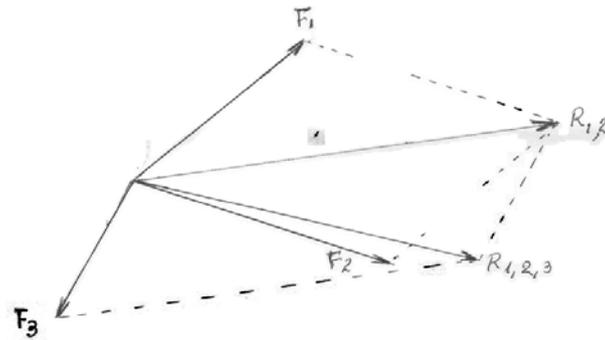
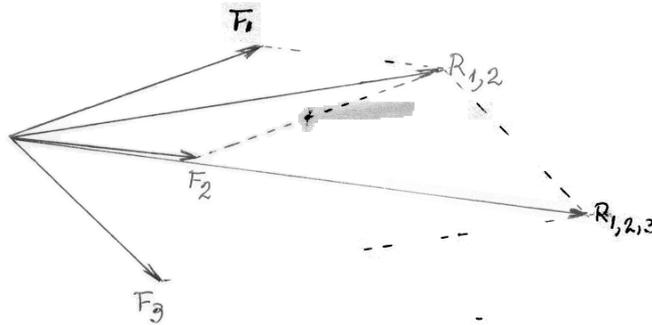
$$R = 48 \text{ Kg}$$



## EJEMPLO PARA MAS DE 2 FUERZAS CONCURRENTES

Cuando se tiene un sistema con más de dos fuerzas concurrentes, lo que se hace es hallar la resultante para un par de fuerzas cuales quiera de dicho sistema y luego tomar esa resultante y componerla, o sea hallar la nueva resultante, con otra fuerza de dicho sistema, y así siguiendo hasta que no quede ninguna fuerza sin componer por este método. Veamos

ejem  $R_{1,2}$  = RESULTANTE DE COMPONER  $F_1$  Y  $F_2$   
 $R_{1,2,3}$  = RESULTANTE TOTAL AL COMPONER  $R_{1,2}$  CON  $F_3$



$R_{1,2,3,4}$  = RESULTANTE TOTAL DEL SISTEMA AL COMPONER  $R_{1,2,3}$  CON  $F_4$

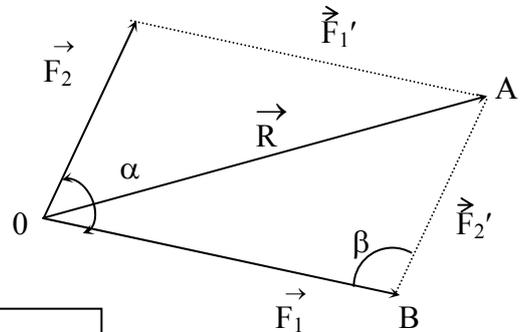
- **Método analítico, se verá más adelante cuando en tercer año se aborde el tema : trigonometría y el uso de la calculadora**

Para calcular la resultante de un sistema de 2 fuerzas concurrentes que formen cualquier ángulo entre sí, **podemos utilizar el teorema del coseno.**

En el triángulo AOB se verifica que:

$$OA^2 = OB^2 + AB^2 - 2 \cdot OB \cdot AB \cdot \cos \beta$$

(Teorema del coseno)



#### Glosario

Teorema: proposición científica que puede demostrarse

$$|R|^2 = |F_1|^2 + |F_2|^2 - 2 |F_1| |F_2| \cos \beta$$

como  $\hat{\alpha} + \hat{\beta} = 180^\circ$  es  $\hat{\beta} = 180^\circ - \hat{\alpha}$

$\cos \beta = \cos (180^\circ - \alpha) = - \cos \alpha$  por ser ángulos suplementarios.

$$|R|^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 \cdot F_2 (- \cos \alpha)$$

$$|R| = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$$

NOTA: El coseno de un ángulo es una función trigonométrica que estudiaremos en matemática más adelante.

## COMPOSICIÓN DE FUERZAS PARALELAS



### a) Igual sentido

Decimos que la resultante  $\vec{R}$  de dos fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$ , paralelas y del mismo sentido, cumple las siguientes condiciones:

- 1) Es paralela y del mismo sentido que las componentes.

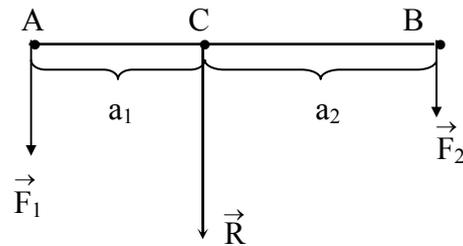
2) Su intensidad es igual a la suma de las intensidades de las componentes

$$|\vec{R}| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

3) El punto interior C, al AB, lo divide en partes inversamente proporcionales a las intensidades de las fuerzas adyacentes.

4)

$$\frac{F_1}{a_2} = \frac{F_2}{a_1}$$

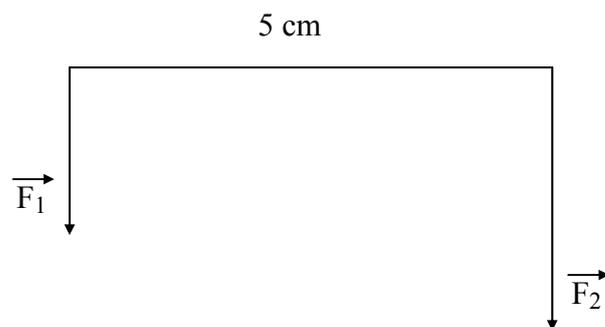


5) La recta de acción de la resultante se halla más cerca de la fuerza mayor.

Ejemplo:

Dadas 2 fuerzas y del mismo sentido  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  siendo  $\vec{F}_1 = 30 \vec{K}g.$  y  $\vec{F}_2 = 40 \vec{K}g.$ , separadas por una distancia de 5 m; se pide calcular la resultante del sistema en forma gráfica y analítica.

▪ **figura de análisis**

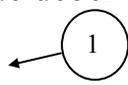


**Solución**

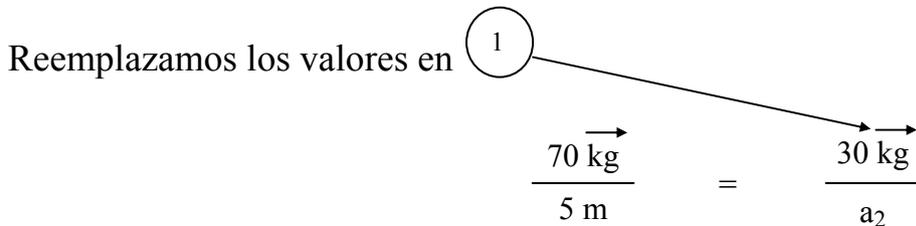
a) **Analítica**

Como se trata de un sistema de dos fuerzas paralelas y del mismo sentido la resultante  $\vec{R}$  es igual a la suma de la intensidades de  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  es decir que el módulo o intensidad de  $|\vec{R}| = 70 \vec{K}g.$ ; y además sabemos que debe estar más cerca de la fuerza mayor, en este caso más cerca de  $\vec{F}_2$ ; pero para saber exactamente adónde debemos aplicar la relación de Stevin:

$$\frac{\vec{R}}{a} = \frac{\vec{F}_1}{a_2}$$



Siendo  $a$  la distancia que separa ambas fuerzas (en este caso  $a = 5$  m),  $a_2$  es la distancia que hay desde  $\vec{F}_2$  a la resultante.



► Aplicando la propiedad fundamental de las proporciones “el producto de los medios es igual al producto de los extremos”.

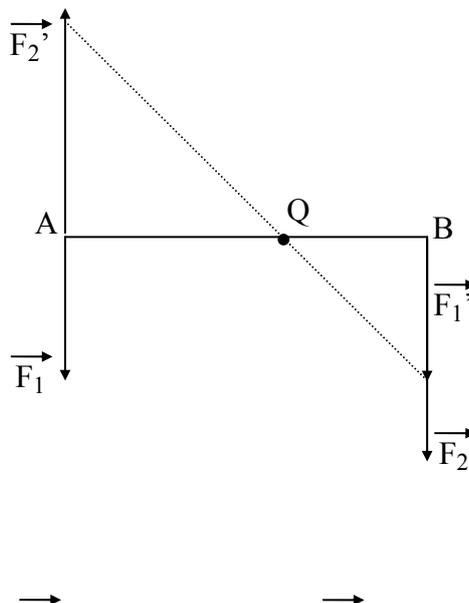
$$70 \text{ kg} \cdot a_2 = 5 \text{ m} \cdot 30 \text{ kg}$$

$$a_2 = \frac{5 \text{ m} \cdot 30 \text{ kg}}{70 \text{ kg}} = \frac{15 \text{ m}}{7} = \boxed{2,14 \text{ m}}$$

Es decir que la  $\vec{R}$  está ubicada a 2,14 m de  $\vec{F}_2$

**b) Gráfica**

Llevados a una Escala conveniente y dibujamos  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  E: 1/10 (1cm/10kg). La Fuerza  $\vec{F}_1$  se transporta a partir de B sobre la Fuerza  $\vec{F}_2$ , quedando determinada  $\vec{F}_1'$  y la fuerza  $\vec{F}_2$  a partir de A con sentido contrario quedando determinada  $\vec{F}_2'$ .

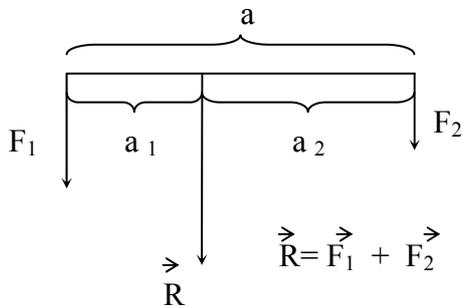


Unimos el extremo de  $F_2'$  con el extremo  $F_1'$  quedando determinado el punto Q que es el punto de aplicación de la resultante  $R$ .  
Si medimos el segmento  $\overline{QB} = 2,14$  cm. coincidiendo con la parte analítica.



Esta relación permite:

- a) conociendo las componentes y la distancia que las separa, calcular la resultante y c/u de los brazos.
- b) conociendo los brazos y el valor de la resultante, calcular el valor de las componentes.



$$\frac{F_1 + F_2}{a_1 + a_2} = \frac{F_1}{a_2} = \frac{F_2}{a_1} \quad (\text{proporciones})$$

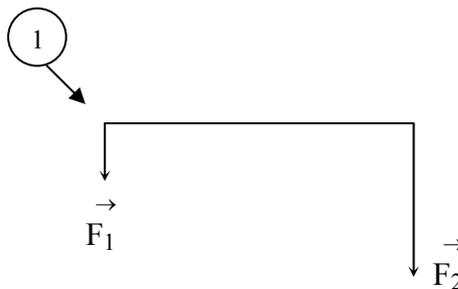
$$\frac{R}{a} = \frac{F_1}{a_2} = \frac{F_2}{a_1}$$

Relación de Stevin

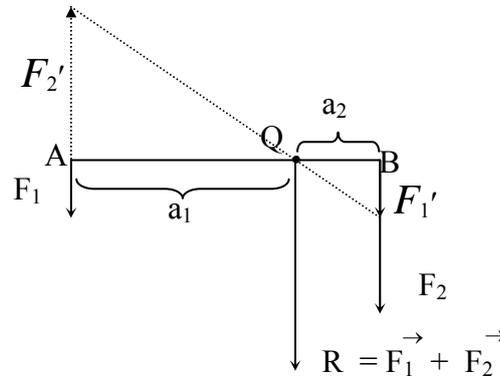
### ▪ Procedimiento gráfico general

Sea el caso de la figura :

Si queremos hallar la resultante del sistema de fuerzas paralelas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  (gráfico anterior) del mismo sentido en forma gráfica, procederemos de la siguiente manera:



La fuerza  $F_1$  se transporta a partir de B sobre la fuerza  $F_2$  y la  $F_2$  con sentido contrario y a partir de A con la dirección de  $F_1$ . Se unen los extremos de las fuerzas  $F_1'$  y  $F_2'$  transportadas. La recta de unión determina con el segmento AB el punto Q de aplicación de la resultante.

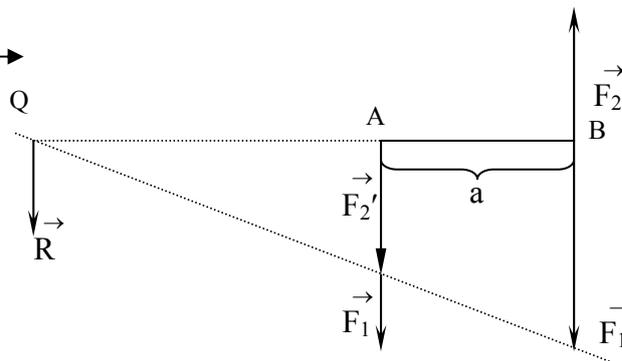


Fíjese que la resultante siempre está más cerca de la fuerza de mayor módulo.

b) **Distinto sentido**

- 1) Se transporta una de ellas, por ej:  $\vec{F}_1$  a partir del punto B ( $\vec{F}_1'$ ), con el mismo sentido que  $\vec{F}_1$ .
- 2) Se transporta  $\vec{F}_2$  a partir del punto A ( $\vec{F}_2'$ ) pero de sentido opuesto a  $\vec{F}_2$ .
- 3) Se unen los extremos de las fuerzas transportadas (o sea por el extremo de  $F_1'$  y  $F_2'$ ) con la prolongación del segmento  $\overline{AB}$  y se obtiene el punto O, que es el punto de aplicación de la resultante.

**Método gráfico** →



La resultante cumple:

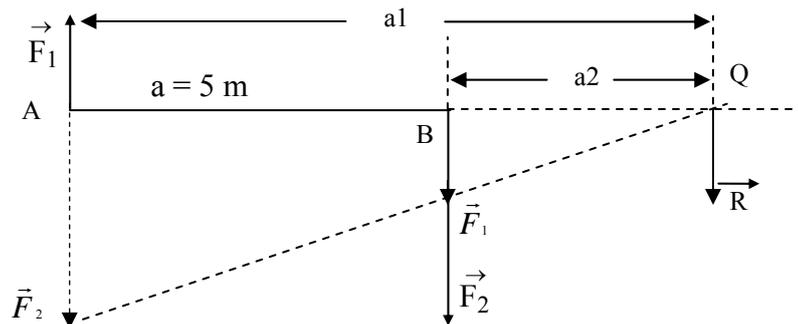
- Paralela a  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$ .
- Su intensidad es la diferencia de las intensidades de las fuerzas dadas.
- Su sentido: el de la fuerza mayor.

- Su punto de aplicación está fuera de  $\overline{AB}$  y más cerca de la fuerza mayor.

Veamos un ejemplo:

Dadas  $\vec{F}_1 = 2 \text{ Kg.}$  y  $\vec{F}_2 = 5 \text{ Kg.}$  separadas entre sí por una distancia de 5 m., siendo  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  de sentidos opuestos halla la resultante  $\vec{R}$  con el método analítico y gráfico.

### Figura de análisis



### Método Analítico:

$$\vec{R} = \vec{F}_2 - \vec{F}_1 = 5 \text{ Kg.} - 2 \text{ Kg.} = 3 \text{ Kg.}$$

Ahora debemos hallar el punto de aplicación de la resultante.

Se debe cumplir

$$\vec{R} \cdot a_1 = \vec{F}_2 \cdot a$$

Luego:

$$\frac{\vec{R}}{a} = \frac{\vec{F}_2}{a_1} \therefore$$

$$a_1 = \frac{\vec{F}_2 a}{\vec{R}}$$

$$a_1 = \frac{5 \text{ kg} \cdot 5}{3} = 8,3 \text{ m}$$

Ó bien

$$\frac{\vec{R}}{a} = \frac{\vec{F}_1}{a_2}$$

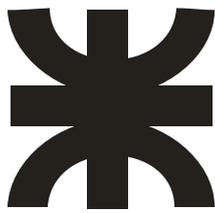
$$\frac{3 \text{ kg}}{5 \text{ m}} = \frac{2 \text{ kg}}{a_2} \Rightarrow 3 \text{ kg} \cdot a_2 = 2 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m}$$

$$a_2 = \frac{2 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m}}{3 \text{ kg}} = \frac{10 \text{ m}}{3}$$

$$a_2 = 3,33 \text{ m}$$

Transportamos a partir del punto  $\overline{B}$  la fuerza  $\overrightarrow{F_1'}$  de distinto que  $\overrightarrow{F_1}$  y a partir del punto A llevamos  $\overrightarrow{F_2'}$  de sentido igual a  $\overrightarrow{F_2}$ . Luego unimos los extremos de  $\overrightarrow{F_2'}$  y  $\overrightarrow{F_1'}$  y prolongamos el segmento AB. En la prolongación de dicho segmento y la recta que une  $\overrightarrow{F_1'}$  y  $\overrightarrow{F_2'}$  hallamos el punto Q que es el punto de aplicación de la resultante R.





NOMBRE Y APELLIDO: \_\_\_\_\_

DEPENDENCIA: \_\_\_\_\_

*Física*

*Actividad 1*

## INVESTIGAR:

1) ¿Quién fue Galileo Galilei?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2) ¿Cuales fueron sus descubrimientos más importantes?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3) ¿Por qué a su método se lo llamó método experimental?

.....  
.....  
.....  
.....

4) ¿Qué es el método científico?

.....  
.....  
.....  
.....

Corte por la línea de puntos y envíe





5) ¿Dónde queda la torre de Pisa y cual es su principal característica?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6) ¿Cuáles son los pasos del método científico?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7) ¿Explique con sus palabras los siguientes términos y proporcione ejemplos?

1. Sistemática

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Falibilidad

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Normaticidad

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Corte por la línea de puntos y envíe





Corte por la línea de puntos y envíe

8) ¿A que se refiere el autor cuando dice “No es un recetario”

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

9) ¿Qué es una magnitud? Proporciona ejemplos.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

10) ¿A que se llama unidades fundamentales?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

11) ¿En que magnitudes se apoya la física?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

12) ¿Cuál es la unidad de fuerza?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

13) Nombrar algunas magnitudes físicas.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





**14) ¿Qué es la estática?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**15) Defina las características de una fuerza.**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**15) ¿Qué es un vector?**

.....  
.....  
.....  
.....

**16) ¿Qué es un sistema de fuerzas?**

.....  
.....  
.....  
.....

**17) ¿Si un cuerpo se encuentra en reposo es por que no actúa sobre él ninguna magnitud de fuerza?**

.....  
.....  
.....  
.....

Corte por la línea de puntos y envíe





Corte por la línea de puntos y envíe

**18) ¿A qué se llama resultante?**

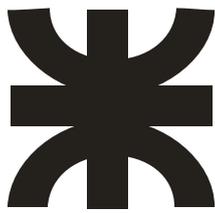
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**19) ¿Qué significa componer fuerzas?**

.....  
.....  
.....  
.....







NOMBRE Y APELLIDO: \_\_\_\_\_

DEPENDENCIA: \_\_\_\_\_

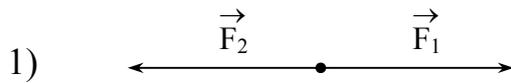
*Física*

## Actividad 2

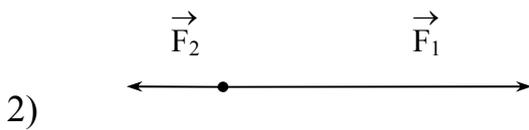
Hallar la resultante gráficamente.



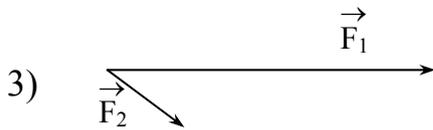
Corte por la línea de puntos y envíe



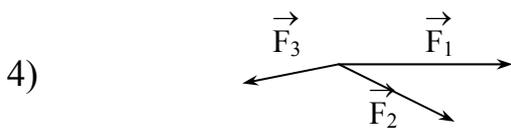
.....



.....



.....



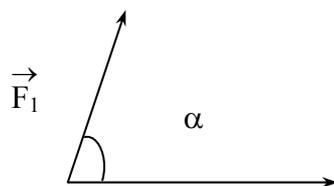
.....

5) Determinar la resultante gráfica

$$F_1 = 30 \vec{\text{kg}}$$

$$F_2 = 40 \vec{\text{kg}}$$

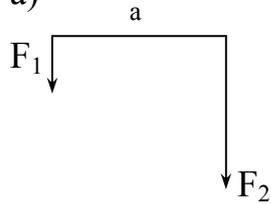
$$\alpha = 60^\circ$$



6) Determinar la resultante en el siguiente sistema de fuerzas paralelas

(método gráfico y analítico)

a)



$$F_1 = 10 \vec{kg} \quad a_1 = ?$$

$$F_2 = 20 \vec{kg} \quad a_2 = ?$$

$$a = 3m \quad R = ?$$

b)

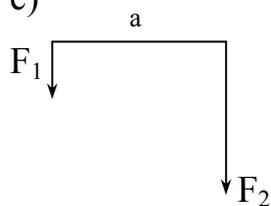


$$F_1 = 30 \vec{kg} \quad a_1 = ?$$

$$F_2 = 50 \vec{kg} \quad a_2 = ?$$

$$a = 2m \quad R = ?$$

c)



$$F_1 = 21 \vec{kg} \quad a_1 = ?$$

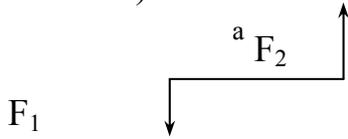
$$F_2 = 42 \vec{kg} \quad a_2 = ?$$

$$a = 5m \quad R = ?$$

Corte por la línea de puntos y envíe



d)



$$F_1 = 80 \vec{kg} \quad a_1 = ?$$

$$F_2 = 70 \vec{kg} \quad a_2 = ?$$

$$a = 5,5m \quad R = ?$$

7) en una barra rígida de 80cm. de longitud, actúan en sus extremos dos fuerzas paralelas de igual sentido  $F_1 = 10 \vec{Kg}$  y  $F_2 = 6 \vec{Kg}$   
Hallar la intensidad de la resultante y su punto de aplicación en forma gráfica y analítica.

.....

.....

.....

.....

8) Hallar gráficamente el punto de aplicación de la resultante de un sistema de fuerzas paralelos y de sentidos contrarios con valores  $F_1 = 30 \vec{Kg}$ . Y  $F_2 = 50 \vec{Kg}$  si la distancia que separa sus rectos de acción es de 100 cm.

.....

.....

.....

.....

Corte por la línea de puntos y envíe



