

Escuela de Educación Secundaria Orientada N° 209

Motivo: Actividades para el periodo de suspensión de clases

Espacio Curricular: FÍSICO - QUÍMICA Curso: Segundo año "A" Turno: Mañana.

Profesora: Noemí Mancini

Trabajo N°5: Periodo del 8 de junio al 30 de junio.

Eje temático: ¿Cuál es la importancia de aplicar una fuerza a un cuerpo?

Objetivo: Comprender el concepto de sistemas de fuerzas

Interpretar el concepto de resultante.

Reconocer sistemas de fuerzas concurrentes y paralelas

Obtener en forma gráfica la resultante en sistemas de fuerzas concurrentes y paralelas

Contenidos

Estática

Sistemas de fuerzas concurrentes y paralelas. Obtención de la resultante en forma gráfica y analítica en los sistemas de fuerzas concurrentes y paralelas.

Actividades:

Se le enviara al estudiante el material sobre el tema. Donde están incluidos los contenidos y las actividades.

El estudiante deberá leer el archivo sobre: Sistemas de fuerzas. Sistemas de fuerzas concurrentes y paralelas.

Resolver las actividades que encuentra al final del apunte.

El estudiante deberá devolver las actividades resuelta por el classrrom.

Fecha de entrega es el 8 de Julio.

Evaluación:

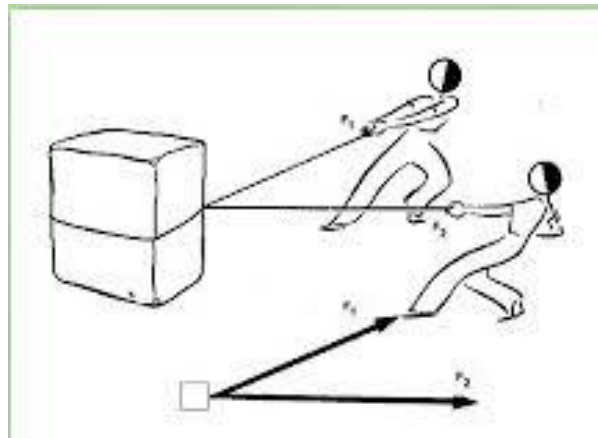
Esta actividad será evaluada y se realizará las aclaraciones de las dudas por medio del classrrom.

TRABAJO PRÁCTICO N° 5

SISTEMAS DE FUERZAS CONCURRENTES

Recordemos: Sistema de fuerzas concurrentes son aquellas fuerzas cuyas direcciones (rectas de acción) se cortan en un punto.

Si consideramos el caso de dos personas que tratan de correr un trozo de madera. Las fuerzas que realizan la persona 1, (\vec{F}_1) de 600 N y la otra persona 2 (\vec{F}_2) de 500N, ambas fuerzas tienen el mismo origen y sus direcciones forman entre sí un ángulo de 30° . Escala de 100N:1cm.



1° paso) Se calculan los vectores de cada fuerza.

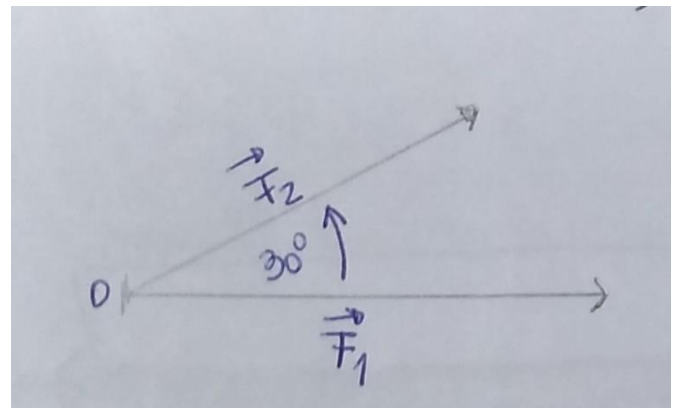
$$\vec{v}_1 = \frac{600 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 6 \text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{500 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 5 \text{ cm}$$

2° paso) Se representa los vectores correspondientes a las fuerzas \vec{F}_1 , \vec{F}_2 separadas por el ángulo, en este caso de 30° .

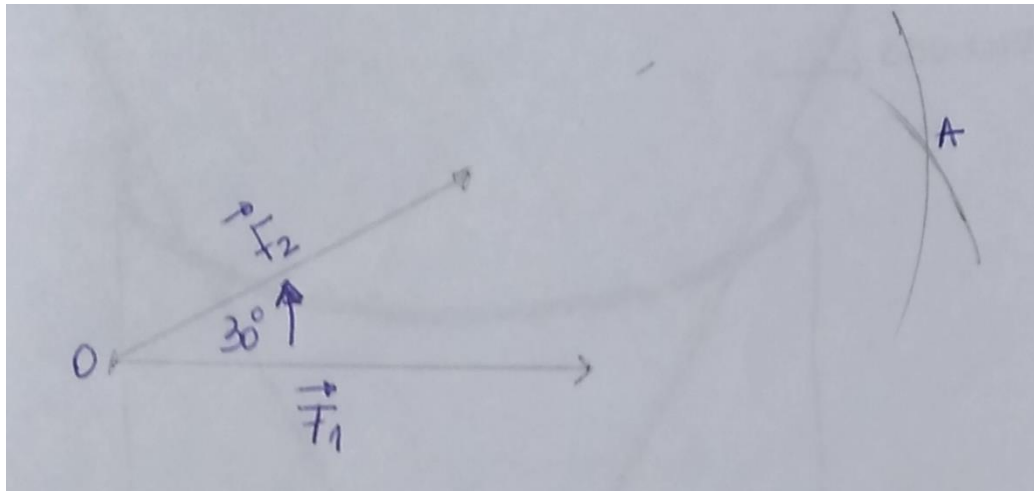
El vector de la fuerza 1 (\vec{F}_1) siempre lo dibujamos en forma horizontal con sentido hacia la derecha.

A continuación, medimos con el semicírculo el ángulo de 30° , en esa dirección dibujamos el vector de la fuerza 2 (\vec{F}_2)

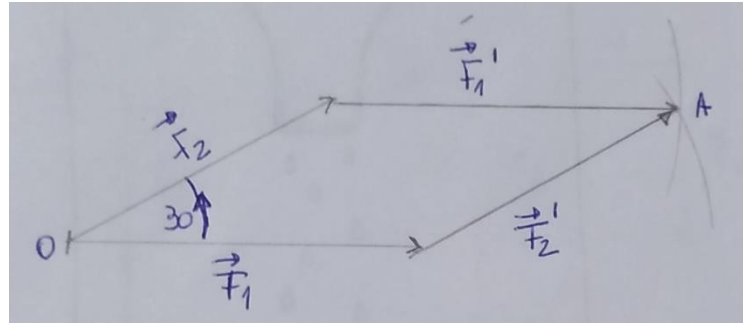


3° paso) Luego se forma un paralelogramo procediendo de la siguiente forma:

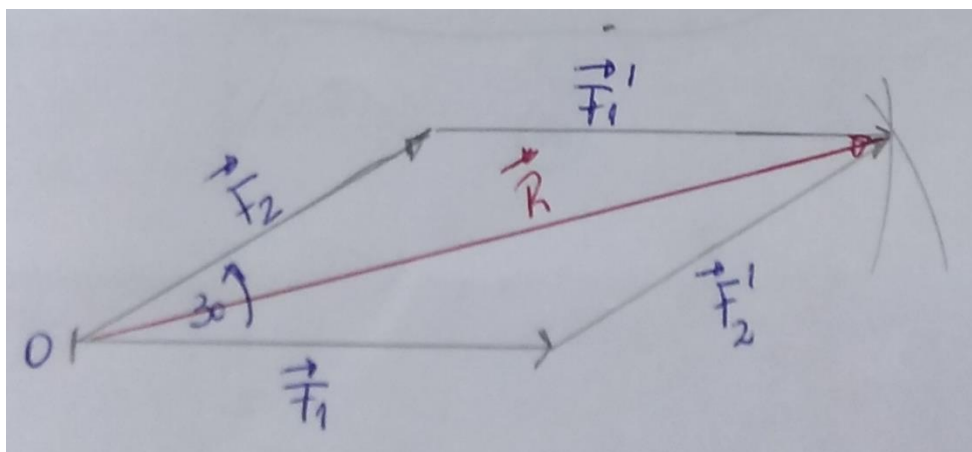
- ✓ Con el compás se toma la longitud del vector \vec{F}_1 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_2 se traza un arco.
- ✓ De modo similar, se toma la longitud del vector \vec{F}_2 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_1 se corta el arco antes trazado, obteniéndose el punto A



4° paso) Con una regla, se une el punto obtenido (A) a los extremos de los vectores \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , respectivamente y así queda construido el paralelogramo.



5° paso) Por último se traza la diagonal del paralelogramo que pasa por el origen (O) del sistema (en forma de vector). Se identifica con la letra \vec{R} .



6° paso) El vector \vec{R} representa la RESULTANTE del sistema. Entonces, midiendo la longitud de dicho vector y multiplicándola por la escala utilizada, se obtiene el valor de la resultante.

En nuestro ejemplo es:

$$\vec{v}_r = 10,5 \text{ cm}$$

$$\vec{R} = \frac{10,5 \text{ cm} * 100 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 1050 \text{ N}$$

En consecuencia:

LA RESULTANTE DE UN SISTEMA DE DOS FUERZAS CONCURRENTES CON EL MISMO PUNTO DE APLICACIÓN, ESTÁ REPRESENTADA POR EL VECTOR QUE ES DIAGONAL DEL PARALELOGRAMO, CUYOS LADOS SON LOS VECTORES CORRESPONDIENTES A LAS FUERZAS QUE FORMAN DICHO SISTEMA.

Ejemplo 2:

Obtener en forma gráfica y analítica la resultante en un sistema de fuerzas concurrentes.

$$\vec{F}_1 = 250 \text{ N}, \vec{F}_2 = 450 \text{ N}, \hat{\alpha} = 50^\circ, E = 100 \text{ N} : 1 \text{ cm}$$

1° paso) Se calculan los vectores de cada fuerza.

$$\vec{v}_1 = \frac{250 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{450 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 4,5 \text{ cm}$$

2° paso) Se representa los vectores correspondientes a las fuerzas \vec{F}_1, \vec{F}_2 separadas por el ángulo, en este caso de 50° .

El vector de la fuerza 1 (\vec{F}_1) siempre lo dibujamos en forma horizontal con sentido hacia la derecha.

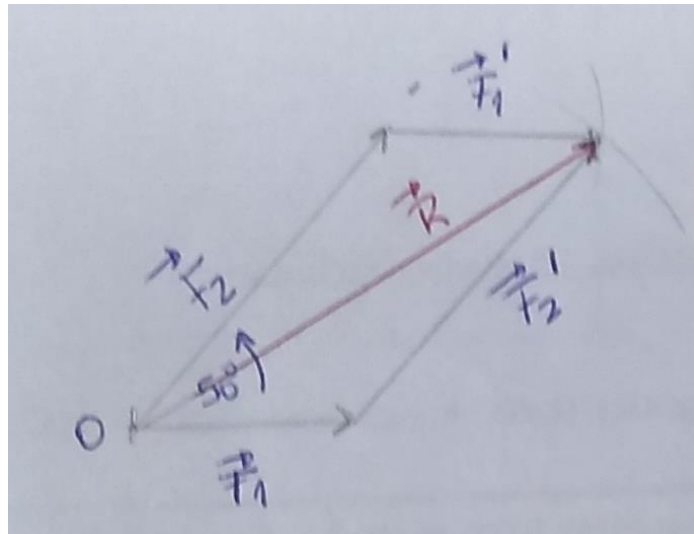
A continuación, medimos con el semicírculo el ángulo de 30° , en esa dirección dibujamos el vector de la fuerza 2 (\vec{F}_2)

3° paso) Luego se forma un paralelogramo procediendo de la siguiente forma:

- ✓ Con el compás se toma la longitud del vector \vec{F}_1 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_2 se traza un arco.
- ✓ De modo similar, se toma la longitud del vector \vec{F}_2 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_1 se corta el arco antes trazado, obteniéndose el punto A

4° paso) Con una regla, se une el punto obtenido (A) a los extremos de los vectores \vec{F}_1, \vec{F}_2 , respectivamente y así queda construido el paralelogramo.

5° paso) Por último se traza la diagonal del paralelogramo que pasa por el origen (O) del sistema (en forma de vector). Se identifica con la letra \vec{R} .



6° paso) El vector \vec{R} representa la RESULTANTE del sistema. Entonces, midiendo la longitud de dicho vector y multiplicándola por la escala utilizada, se obtiene el valor de la resultante.

En nuestro ejemplo es:

$$\overline{v_r} = 6,4 \text{ cm}$$

$$\vec{R} = \frac{6,4 \text{ cm} * 100 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 64 \text{ N}$$

Ejemplo 3:

Obtener en forma gráfica y analítica la resultante en un sistema de fuerzas concurrentes.

$$\vec{F}_1 = 1500 N, \vec{F}_2 = 1800 N, \hat{\alpha} = 120^\circ, E = 300 N : 1 cm$$

1º paso) Se calculan los vectores de cada fuerza.

$$\vec{v}_1 = \frac{1500 N * 1 cm}{300 N} = 5 cm$$

$$\vec{v}_2 = \frac{1800 N * 1 cm}{300 N} = 6 cm$$

2º paso) Se representa los vectores correspondientes a las fuerzas \vec{F}_1, \vec{F}_2 separadas por el ángulo, en este caso de 120° .

El vector de la fuerza 1 (\vec{F}_1) siempre lo dibujamos en forma horizontal con sentido hacia la derecha.

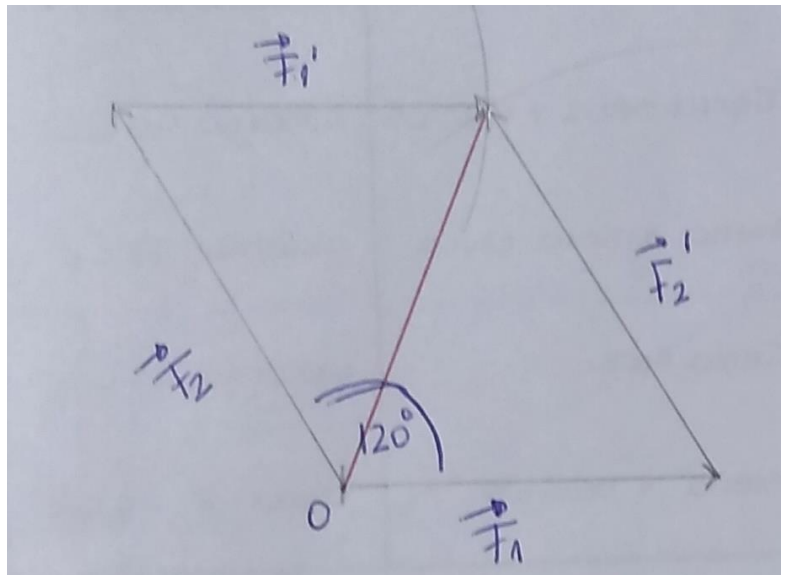
A continuación, medimos con el semicírculo el ángulo de 30° , en esa dirección dibujamos el vector de la fuerza 2 (\vec{F}_2)

3º paso) Luego se forma un paralelogramo procediendo de la siguiente forma:

- ✓ Con el compás se toma la longitud del vector \vec{F}_1 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_2 se traza un arco.
- ✓ De modo similar, se toma la longitud del vector \vec{F}_2 y con centro en el extremo del vector \vec{F}_1 se corta el arco antes trazado, obteniéndose el punto A

4º paso) Con una regla, se une el punto obtenido (A) a los extremos de los vectores \vec{F}_1, \vec{F}_2 , respectivamente y así queda construido el paralelogramo.

5º paso) Por último se traza la diagonal del paralelogramo que pasa por el origen (O) del sistema (en forma de vector). Se identifica con la letra \vec{R} .



6° paso) El vector \vec{R} representa la RESULTANTE del sistema. Entonces, midiendo la longitud de dicho vector y multiplicándola por la escala utilizada, se obtiene el valor de la resultante.

En nuestro ejemplo es:

$$\vec{v}_r = 5,5 \text{ cm}$$

$$\vec{R} = \frac{5,5 \text{ cm} * 300 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 1650 \text{ N}$$

ACTIVIDADES

1) Encuentra gráficamente y analíticamente la resultante de un sistema de fuerzas concurrentes siendo $\vec{F}_1=30 \text{ N}$ y $\vec{F}_2=40\text{N}$, cuando forman un ángulo de, utilizando la escala $E= 10 \text{ N} : 1\text{cm}$:

- a)30° b)90° c)120°

2) Hallar gráficamente y analíticamente la resultante de un sistema de fuerzas concurrentes, sabiendo que $\vec{F}_1=20\text{kgf}$ y $\vec{F}_2=10\text{kgf}$, cuando forman un ángulo de 40°, utilizando $E=10 \text{ kgf} : 1 \text{ cm}$.

3) Hallar gráficamente y analíticamente la resultante de un sistema de fuerzas concurrentes, sabiendo que $\vec{F}_1=50\text{kgf}$ y $F_2= 75 \text{ kgf}$, cuando forman un ángulo de 80°, utilizando la escala $E=10 \text{ kgf} : 1\text{cm}$.

4) Hallar gráficamente y analíticamente la resultante de los siguientes sistemas de fuerzas concurrentes:

a) $\vec{F}_1 = 160 \text{ N} ; \vec{F}_2 = 320 \text{ N} ; \hat{\alpha} = 110^\circ ; E = 40 \text{ N} : 1 \text{ cm}$

b) $\vec{F}_1 = 400 \text{ N} ; \vec{F}_2 = 300 \text{ N} ; \hat{\alpha} = 75^\circ ; E = 100 \text{ N} : 1 \text{ cm}$

c) $\vec{F}_1 = 1500 \text{ N} ; \vec{F}_2 = 2500 \text{ N} ; \hat{\alpha} = 140^\circ ; E = 500 \text{ N} : 1 \text{ cm}$

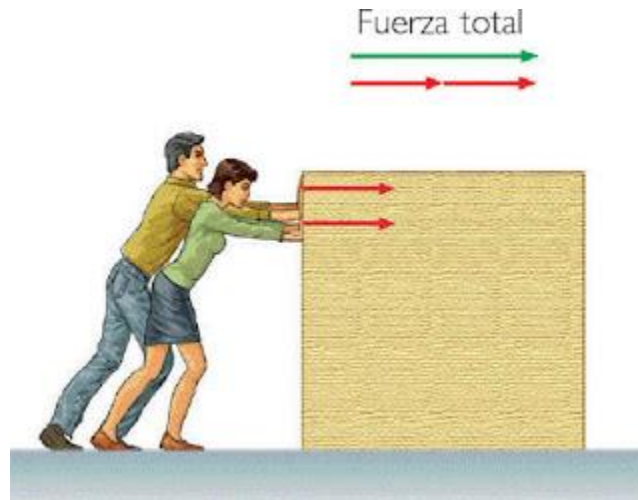
d) $\vec{F}_1 = 180 \text{ N} ; \vec{F}_2 = 270 \text{ N} ; \hat{\alpha} = 150^\circ ; E = 90 \text{ N} : 1 \text{ cm}$

e) $\vec{F}_1 = 3600 \text{ N} ; \vec{F}_2 = 1800 \text{ N} ; \hat{\alpha} = 90^\circ ; E = 600 \text{ N} : 1 \text{ cm}$

SISTEMA DE FUERZAS PARALELAS

Recordamos: Los sistemas de fuerzas paralelas son aquellas cuya recta de acción son paralelas.

Sistema de fuerzas paralelas de igual sentido



En esta figura hay dos personas que realizan cada una una fuerza para empujar una caja de madera, ellos están separados por una determinada distancia.

Si el hombre realiza una fuerza de 500 N (denominada \vec{F}_1) y la mujer realiza una fuerza de 300 N (denominada \vec{F}_2), están separados una distancia de 2 m (denominada d).

Para facilitar el dibujo las direcciones son verticales y el sentido hacia abajo.

1º paso) Realizamos un dibujo utilizando una escala de

$$E = 100 \text{ N} : 1 \text{ cm} \text{ y para la distancia una } E = 1 \text{ m} : 1 \text{ cm}$$

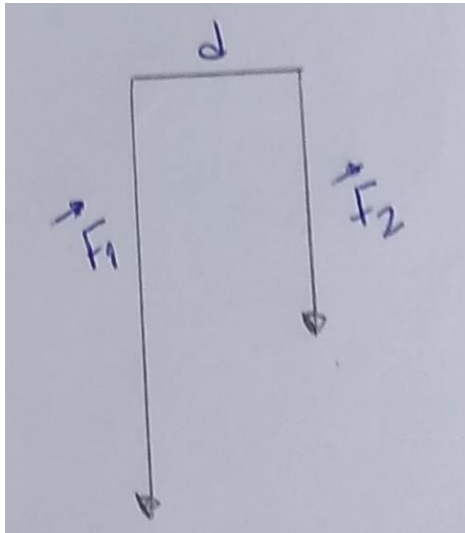
2º paso) Obtenemos los vectores de cada fuerza:

$$\vec{v}_1 = \frac{500 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 5 \text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{300 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{100 \text{ N}} = 3 \text{ cm}$$

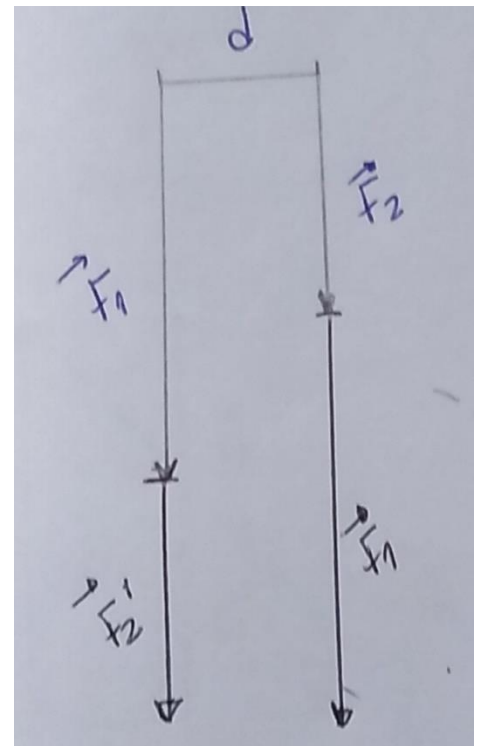
3º paso) Realizamos la representación de las fuerzas.

Dibujamos primero la distancia de 2 cm, en cada extremo dibujamos los vectores de las fuerzas.



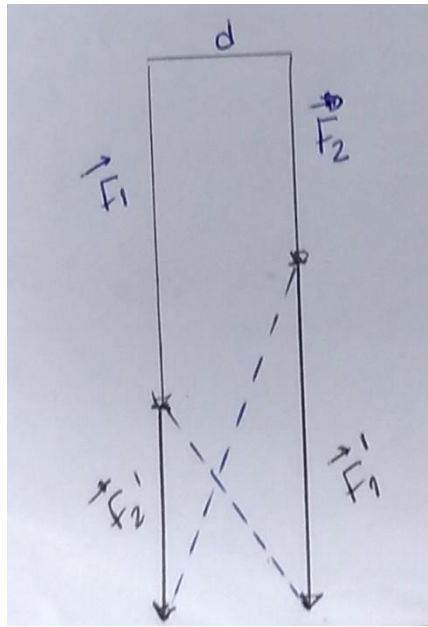
4° Paso) A continuación de la fuerza \vec{F}_1 dibujamos la fuerza \vec{F}_2 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 2 prima (\vec{F}'_2).

A continuación de la fuerza \vec{F}_2 dibujamos la fuerza \vec{F}_1 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 1 prima (\vec{F}'_1).



5° Paso) Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}_1 con el extremo de la fuerza \vec{F}'_1 .

Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}_2 con el extremo de la fuerza \vec{F}'_2 .



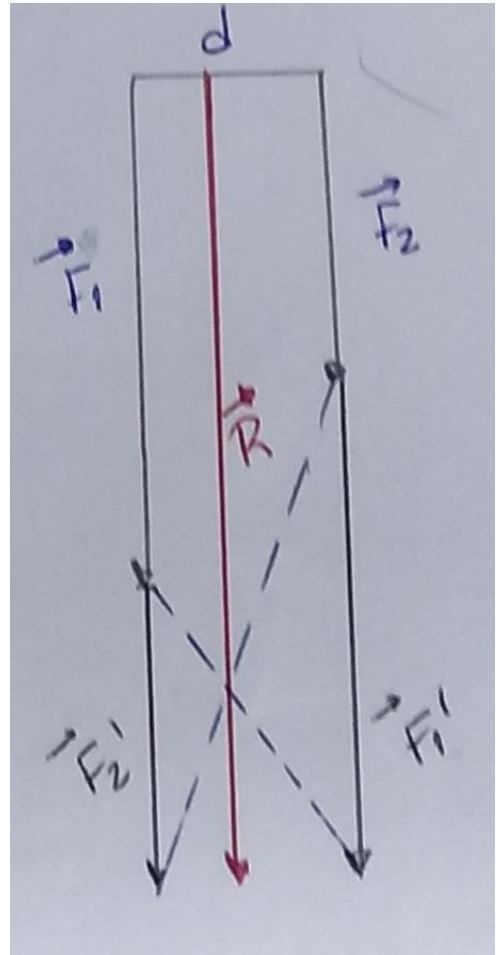
6° Paso) En la intersección de las dos líneas de puntos pasa la resultante que es paralela a las dos fuerzas originales. El origen de la resultante esta aplicado en la recta que marcamos como distancia.

La intensidad de la resultante es la **suma de las dos intensidades de las fuerzas.**

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

En nuestro ejemplo: $|\vec{R}| = 500\text{ N} + 300\text{ N} = 800\text{ N}$

$$v_R = \frac{800\text{ N} * 1\text{ cm}}{100\text{ N}} = 8\text{ cm}$$



Ejemplo 5:

Calcular la resultante de forma gráfica y analítica de un sistema de fuerzas paralelas de igual sentido con dirección hacia abajo.

$$\vec{F}_1 = 90 N \downarrow \quad \vec{F}_2 = 40 N \downarrow \quad d = 3 cm \quad E = 10 N : 1cm$$

1º paso) Obtenemos los vectores de cada fuerza:

$$\vec{v}_1 = \frac{90 N * 1cm}{10 N} = 9 cm \qquad \vec{v}_2 = \frac{40 N * 1cm}{10 N} = 4 cm$$

2º paso) Realizamos la representación de las fuerzas.

Dibujamos primero la distancia de 3 cm, en cada extremo dibujamos los vectores de las fuerzas.

3º Paso) A continuación de la fuerza \vec{F}_1 dibujamos la fuerza \vec{F}_2 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 2 prima (\vec{F}'_2).

A continuación de la fuerza \vec{F}_2 dibujamos la fuerza \vec{F}_1 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 1 prima (\vec{F}'_1).

4º Paso) Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}_1 con el extremo de la fuerza \vec{F}'_1 .

Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}_2 con el extremo de la fuerza \vec{F}'_2 .

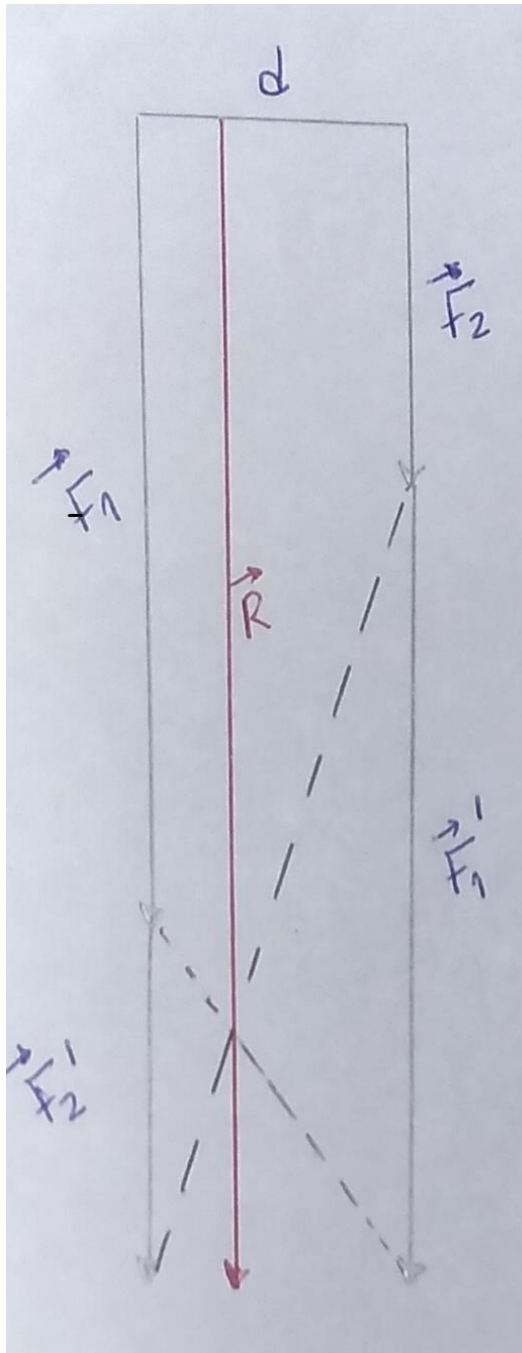
5º Paso) Por la intersección de las dos líneas de puntos pasa la resultante que es paralela a las dos fuerzas originales. El origen de la resultante está aplicado en la recta que marcamos como distancia.

La intensidad de la resultante es la suma de las dos intensidades de las fuerzas.

$$\text{En fórmula: } |\vec{R}| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

$$\text{En nuestro ejemplo: } |\vec{R}| = 90 N + 40 N = 130 N$$

$$\vec{v}_R = \frac{130 N * 1cm}{10 N} = 13 cm$$



Ejemplo 6:

Calcular la resultante de forma gráfica y analítica de un sistema de fuerzas paralelas de igual sentido con dirección hacia abajo.

$$\vec{F}_1 = 20 \text{ N} \downarrow \quad \vec{F}_2 = 40 \text{ N} \downarrow \quad d = 3 \text{ cm} \quad E = 10 \text{ N} : 1 \text{ cm}$$

1º paso) Obtenemos los vectores de cada fuerza:

$$\vec{v}_1 = \frac{20 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm}}{10 \text{ N}} = 2 \text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{40 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm}}{10 \text{ N}} = 4 \text{ cm}$$

2º paso) Realizamos la representación de las fuerzas.

Dibujamos primero la distancia de 3 cm, en cada extremo dibujamos los vectores de las fuerzas.

3° Paso) A continuación de la fuerza \vec{F}_1 dibujamos la fuerza \vec{F}'_2 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 2 prima (\vec{F}'_2).

A continuación de la fuerza \vec{F}'_2 dibujamos la fuerza \vec{F}'_1 de la longitud correspondiente y la denominamos fuerza 1 prima (\vec{F}'_1).

4° Paso) Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}'_1 con el extremo de la fuerza \vec{F}'_2 .

Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza \vec{F}_2 con el extremo de la fuerza \vec{F}_1 .

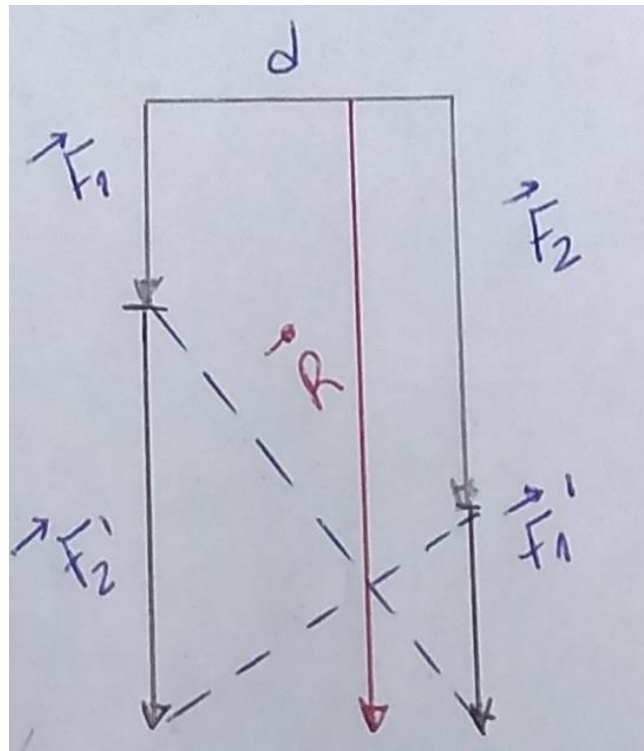
5° Paso) Por la intersección de las dos líneas de puntos pasa la resultante que es paralela a las dos fuerzas originales. El origen de la resultante está aplicado en la recta que marcamos con distancia.

La intensidad de la resultante es la **suma de las dos intensidades de las fuerzas**.

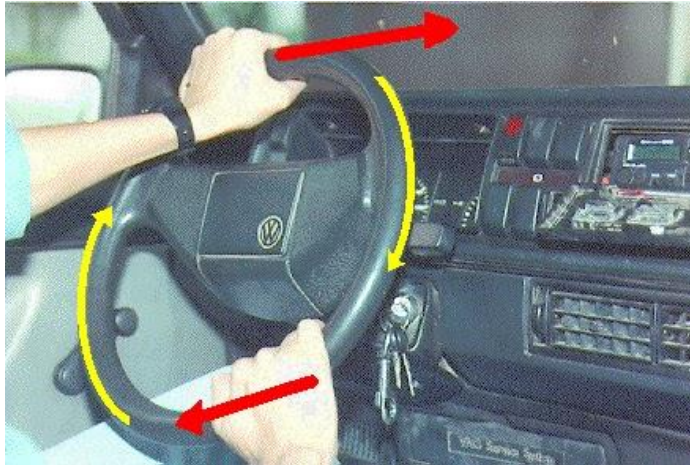
$$\text{En fórmula: } |\vec{R}| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

$$\text{En nuestro ejemplo: } |\vec{R}| = 20\text{ N} + 40\text{ N} = 60\text{ N}$$

$$v_R = \frac{60\text{ N} * 1\text{ cm}}{10\text{ N}} = 6\text{ cm}$$



Sistemas de fuerzas paralelas de distintos sentidos:



En esta figura hay un ejemplo de fuerzas paralelas de distintos sentidos.

Vamos a suponer que una de las fuerzas tiene una intensidad de 50 N (\vec{F}_1) esta fuerza tiene sentido hacia arriba y la otra fuerza tiene una intensidad de 60 N (\vec{F}_2), esta fuerza tiene sentido hacia abajo, separadas 40 cm. Utilizando una escala $E = 10 \text{ N} : 1 \text{ cm}$ y para la distancia una escala de $E = 20 \text{ cm} : 1 \text{ cm}$.

1º paso) Obtenemos los vectores de cada fuerza:

$$\vec{v}_1 = \frac{50 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{10 \text{ N}} = 5 \text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{60 \text{ N} * 1 \text{ cm}}{10 \text{ N}} = 6 \text{ cm}$$

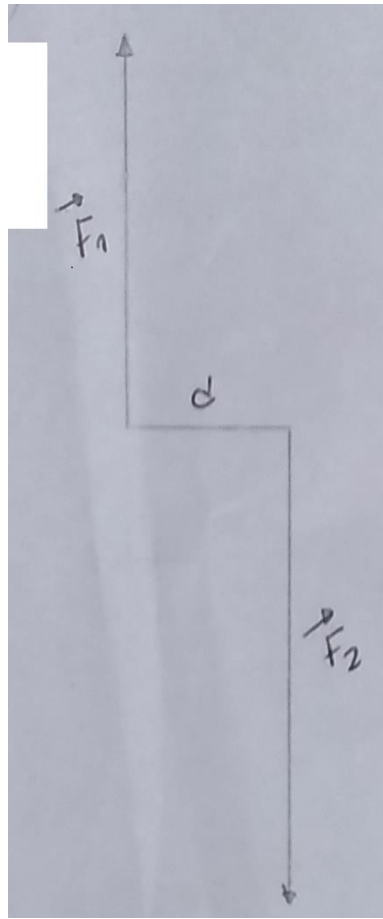
2º paso) Transformar la distancia en una longitud que se adecuada para dibujar en la hoja.

$$d = \frac{40 \text{ cm} * 1 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 2 \text{ cm}$$

3º paso) Realizamos la representación de las fuerzas.

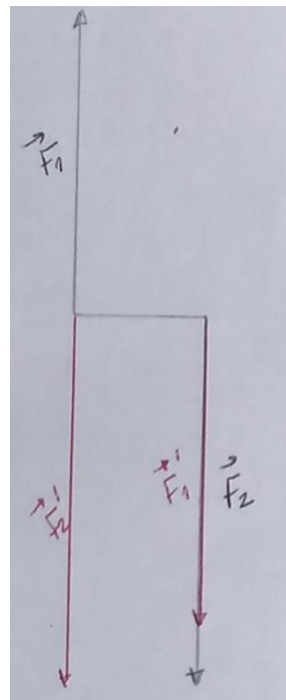
Dibujamos primero la distancia de 2 cm, en cada extremo dibujamos los vectores de las fuerzas.

En este caso a la izquierda dibujamos el vector de la fuerza \vec{F}_1 hacia arriba y el extremo de la derecha la fuerza \vec{F}_2 hacia abajo.



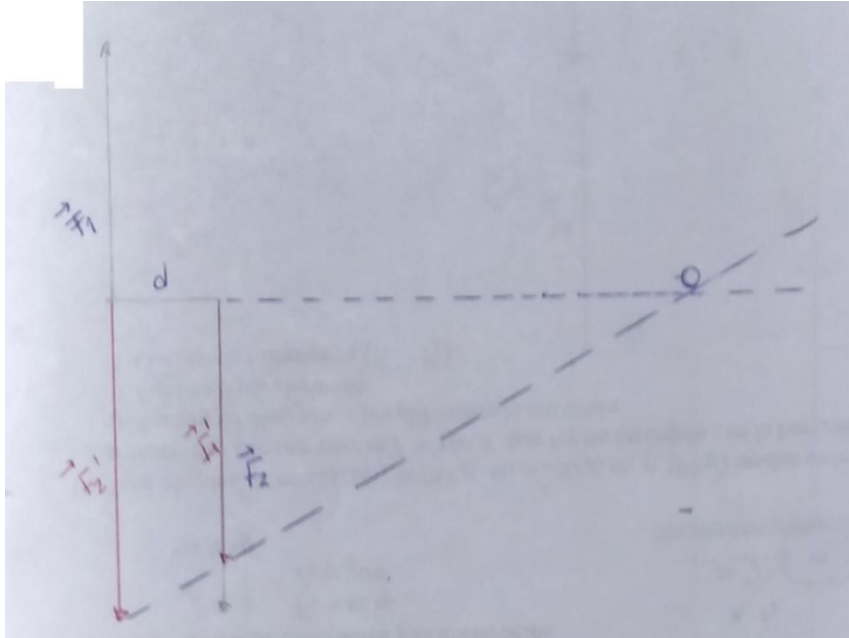
4º Paso) Superponemos la fuerza \vec{F}_1 sobre la fuerza \vec{F}_2 , es decir le cambiamos el sentido a la fuerza \vec{F}_1 . la denominamos fuerza 1 prima (\vec{F}'_1).

En el extremo de la izquierda dibujamos la fuerza \vec{F}_2 con el mismo sentido, es decir hacia abajo. La denominamos fuerza 2 prima (\vec{F}'_2).



5° paso) Debemos prolongar la recta de la distancia, porque en este sistema la resultante se encuentra fuera de la unión entre las dos fuerzas.

Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza (\vec{F}_1) con el extremo de la fuerza \vec{F}_2 . Continuamos la línea de puntos hasta que corte la prolongación de la distancia.



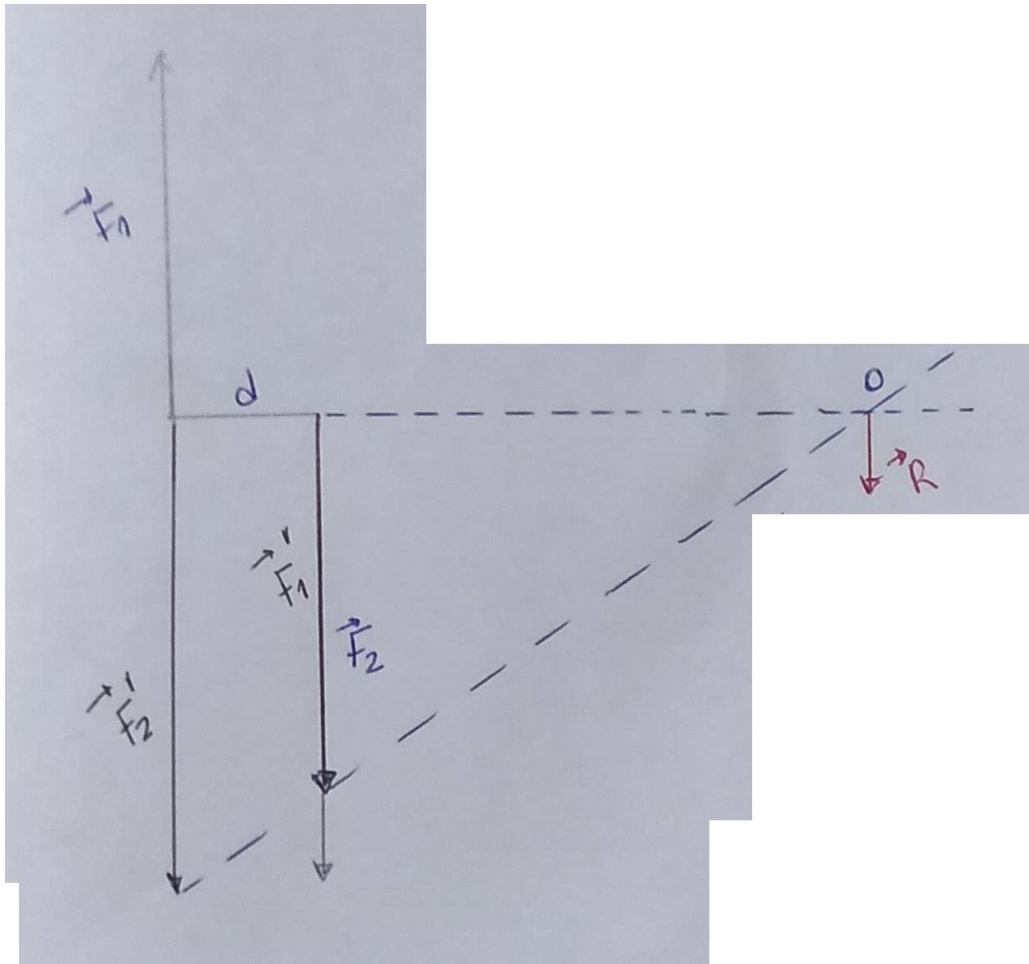
6° Paso) En la intersección de la línea de puntos con la prolongación de la distancia, se ubica el origen la resultante.

La intensidad de la resultante es la **diferencia de la intensidad de la fuerza mayor menos la fuerza menor.**

En fórmula: $|\vec{R}| = |\vec{F}_2| - |\vec{F}_1|$

En nuestro ejemplo: $|\vec{R}| = 60 N - 50 N = 10 N$

$$\vec{v}_R = \frac{10 N * 1 cm}{10 N} = 1 cm$$



El sentido de la resultante es igual al sentido de la fuerza mayor y la dirección es paralelas a las componentes del sistema.

La ubicación de la resultante es siempre más cerca de la fuerza mayor.

Ejemplo 8:

Calcular la resultante de forma gráfica y analítica de un sistema de fuerzas paralelas de distinto sentido.

$$\vec{F}_1 = 50\text{ N } \uparrow \quad \vec{F}_2 = 30\text{ N } \downarrow \quad d = 2\text{ cm} \quad E = 10\text{ N} : 1\text{ cm}$$

1º paso) Obtenemos los vectores de cada fuerza:

$$\vec{v}_1 = \frac{50\text{ N} \cdot 1\text{ cm}}{10\text{ N}} = 5\text{ cm}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{30\text{ N} \cdot 1\text{ cm}}{10\text{ N}} = 3\text{ cm}$$

2º paso) Realizamos la representación de las fuerzas.

Dibujamos primero la distancia de 3 cm, en cada extremo dibujamos los vectores de las fuerzas.

En este caso a la izquierda dibujamos el vector de la fuerza \vec{F}_1 hacia arriba y el extremo de la derecha la fuerza \vec{F}_2 hacia abajo.

3° Paso) Superponemos la fuerza \vec{F}_2 sobre la fuerza \vec{F}_1 , es decir le cambiamos el sentido a la fuerza \vec{F}_2 . la denominamos fuerza 2 prima (\vec{F}'_2).

En el extremo de la derecha dibujamos la fuerza \vec{F}_1 con el mismo sentido, es decir hacia arriba. La denominamos fuerza 1 prima (\vec{F}'_1).

4° paso) Debemos prolongar la recta de la distancia, porque en este sistema la resultante se encuentra fuera de la unión entre las dos fuerzas.

Unimos con líneas de puntos el extremo de la fuerza (\vec{F}'_1) con el extremo de la fuerza \vec{F}'_2 . Continuamos la línea de puntos hasta que corte la prolongación de la distancia.

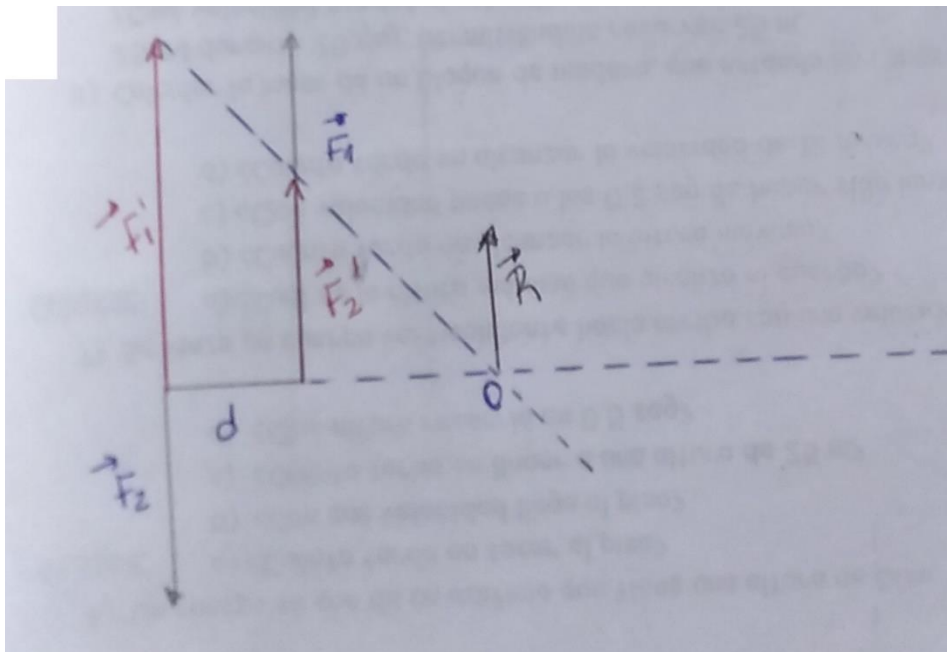
5° Paso) En la intersección de la línea de puntos con la prolongación de la distancia, se ubica el origen la resultante.

La intensidad de la resultante es la **diferencia de la intensidad de la fuerza mayor menos la fuerza menor.**

$$\text{En fórmula: } |\vec{R}| = |\vec{F}_1| - |\vec{F}_2|$$

$$\text{En nuestro ejemplo: } |\vec{R}| = 50 N - 30 N = 20 N$$

$$\vec{v}_R = \frac{20 N * 1 cm}{10 N} = 2 cm$$



El sentido de la resultante es igual al sentido de la fuerza mayor y la dirección es paralela a las componentes del sistema.

La ubicación de la resultante es siempre más cerca de la fuerza mayor.

ACTIVIDADES

Calcular la resultante en forma gráfica y analítica de un sistema de fuerzas paralelas.

a) $\vec{F}_1 = 15\text{ N } \uparrow$; $\vec{F}_2 = 45\text{ N } \downarrow$, $E = 5\text{ N}$: 1 cm ; $d = 3\text{ cm}$

b) $\vec{F}_1 = 35\text{ N } \downarrow$; $\vec{F}_2 = 25\text{ N } \downarrow$, $E = 10\text{ N}$: 1 cm ; $d = 2\text{ cm}$

c) $\vec{F}_1 = 12\text{ N } \uparrow$; $\vec{F}_2 = 36\text{ N } \downarrow$, $E = 6\text{ N}$: 1 cm ; $d = 2\text{ cm}$

d) $\vec{F}_1 = 5\text{ N } \uparrow$; $\vec{F}_2 = 20\text{ N } \downarrow$, $E = 5\text{ N}$: 1 cm ; $d = 4\text{ cm}$

e) $\vec{F}_1 = 250\text{ N } \downarrow$; $\vec{F}_2 = 100\text{ N } \downarrow$, $E = 50\text{ N}$: 1 cm ; $d = 2\text{ cm}$

f) $\vec{F}_1 = 150\text{ N } \uparrow$; $\vec{F}_2 = 250\text{ N } \downarrow$, $E = 50\text{ N}$: 1 cm ; $d = 3\text{ cm}$

g) $\vec{F}_1 = 30\text{ N } \downarrow$; $\vec{F}_2 = 40\text{ N } \downarrow$, $E = 10\text{ N}$: 1 cm ; $d = 5\text{ cm}$

h) $\vec{F}_1 = 100\text{ N } \uparrow$; $\vec{F}_2 = 150\text{ N } \downarrow$, $E = 50\text{ N}$: 1 cm ; $d = 5\text{ cm}$

i) $\vec{F}_1 = 200\text{ N } \downarrow$; $\vec{F}_2 = 300\text{ N } \downarrow$, $E = 100\text{ N}$: 1 cm ; $d = 4\text{ cm}$

k) $\vec{F}_1 = 800\text{ N } \downarrow$; $\vec{F}_2 = 400\text{ N } \downarrow$, $E = 200\text{ N}$: 1 cm ; $d = 3\text{ cm}$