

Resuelve inmediatamente.

- 1.- Calcular la resultante y su dirección de 2 fuerzas. Una de 150 kg. y la otra de 200 kg. desfasadas 45°. [323.9 kg., 25.9° con respecto a la de 150 kg. ó 19.1° con respecto a la de 200 kg.]
- 2.- Calcular la resultante y su dirección de 2 fuerzas. Una de 500 dinas y la otra de 700 dinas desfasadas 120°. [624.5 dinas, 76° con respecto a 500 dinas ó 44° con respecto a 700 dinas]

4-7 METODO DEL POLIGONO PARA SUMA DE VECTORES.

Este método para calcular la resultante consiste en empezar en cualquier punto conveniente y dibujar a escala cada vector en turno, tomándolos en cualquier orden. Cada vector empezará en la punta de la flecha del vector anterior. La línea dibujada para completar el triángulo o polígono es igual en magnitud a la resultante o equilibrante.

La resultante está representada por la línea recta dirigida desde el punto inicial hasta la punta de la flecha del último vector sumado.

La equilibrante está representada por la misma línea que la resultante, pero en dirección opuesta.

4-8. RESTA DE VECTORES.

En la resta de vectores se sigue el procedimiento similar al de la suma, solo que el vector que se va a restar se le tiene que invertir su sentido.

En la fig. 11 tenemos el vector PA al cual le vamos a restar el vector PB. Se traza primero el vector PA. Luego se traza el vector PB y se invierte el sentido formando el vector PB'. Ya en estas condiciones podemos seguir con el procedimiento establecido en el método del paralelogramo para la suma de vectores.

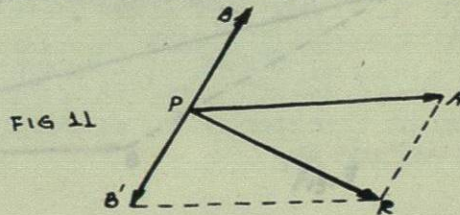


FIG 11

Ejemplo 3.- Del sistema de fuerzas mostrado en la fig. 9, obtener la fuerza resultante y su dirección con respecto al eje +X (No).

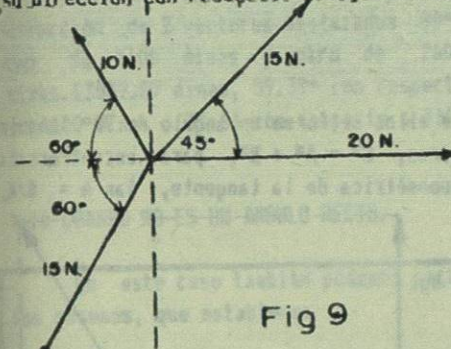


Fig 9

1o- Trazamos la fuerza de 20 N a escala (puede ser cualquiera). El punto A es el origen.

2o- Donde termina este vector, trazamos cualquiera de los otros, en este caso tomamos el de 15 N, marcamos 45° con el transportador (ver fig. 10) y del punto B que fue donde terminó el primer vector) y el punto marcado trazamos a escala 15.

3o- Donde terminó el vector anterior empezamos el 3er. Con el transportador marcamos los 60° según se muestra en la figura y trazamos a la misma escala el vector de 10 N.

Resuelve inmediatamente.

3.- Resuelve el ejemplo 3 siguiendo este orden: 1o el vector de 10 N, 2o el de 15 N a 45°, 3o el de 15 N a 240° y por último el de 20 N.

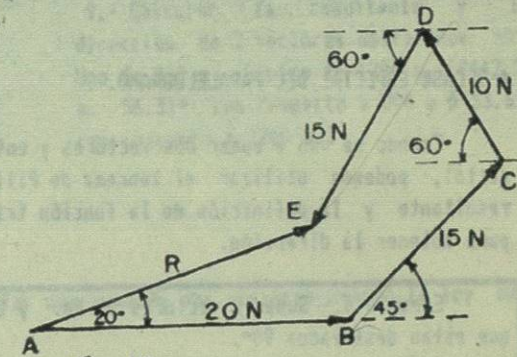


Fig. 10

4o- El 4o vector lo empezamos en el final del anterior y con el transportador marcamos la dirección. Ver el vector DE de la fig. 10.

5o- Unimos el final de este vector con el punto A y obtenemos el vector AE. Este vector lo medimos con la misma escala y obtenemos el valor resultante 19.16.

6o- Colocando el transportador en el punto A medimos el ángulo formado entre el eje +X y el vector resultante y obtenemos 20°.

4.- Encontrar la R. y su dirección de 2 fuerzas de 70 N desfasadas 145°. [42 N, 72.5°].

5.- Calcular la R. y dirección de 45 km/hr a 45° del este y 80 km/hr a 100° del este. [112.2 km/hr a 81°]

4-9 CASO ESPECIAL DEL PARALELOGRAMO.

Cuando se van a sumar dos vectores y entre ellos se forma un ángulo de 90° (ángulo recto), podemos utilizar el teorema de Pitágoras, $C^2 = A^2 + B^2$, para encontrar la resultante y la definición de la función trigonométrica de la tangente, $\text{Tan } A = B/A$, para obtener la dirección.

Ejemplo 4.- Sumar 2 vectores 50 kg. y 80 kg. que están desfasados 90°.

Solución:

1°.- Usando el teorema de Pitágoras, calculamos el valor de la resultante.

$$\begin{aligned} C^2 &= A^2 + B^2 \\ &= (80 \text{ N})^2 + (50 \text{ N})^2 \\ &= 6400 \text{ N}^2 \\ &= 8900 \text{ N}^2 \\ C &= 93.34 \text{ N} \end{aligned}$$

2°.- Usando la definición de la Tan:

$$\begin{aligned} \text{Tan } \theta &= C.O./C.A. \\ &= B/A \\ &= 80 \text{ N}/50 \text{ N} \\ &= 1.6 \end{aligned}$$

$$\text{Tan}^{-1} = 58^\circ$$

Por lo tanto, la dirección es de 58° con respecto al vector de 50 N ó 32° respecto al de 80N.

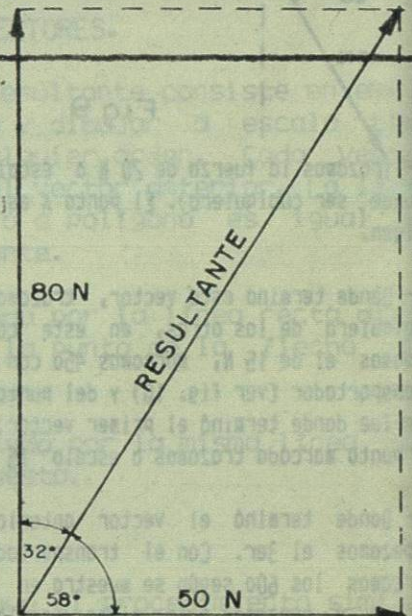


Fig 12

Resuelve inmediatamente.

8.- Calcular la resultante y su dirección de 2 vectores desfasados 90°. Uno de 1600 dinas y otro de 2600 dinas. [3052.87 dinas, 59.39° con respecto a 1600 dinas ó 31.61 con respecto a 2600 dinas]

9.- Calcular la resultante y su dirección de 2 vectores desfasados 90°. Uno de 800 m. y otro de 1200 m. [1442.22 m. 56.31° con respecto a 800 m ó 33.69° con respecto a 1200 m.]

$\frac{6}{360} \times 60$

4-10 CUANDO NO ES UN ANGULO RECTO.

En este caso también podemos calcular una suma de dos vectores usando la ley de los cosenos, que establece:

El cuadrado de cualquier lado de un triángulo es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados, menos su doble producto multiplicado por el coseno del ángulo comprendido.

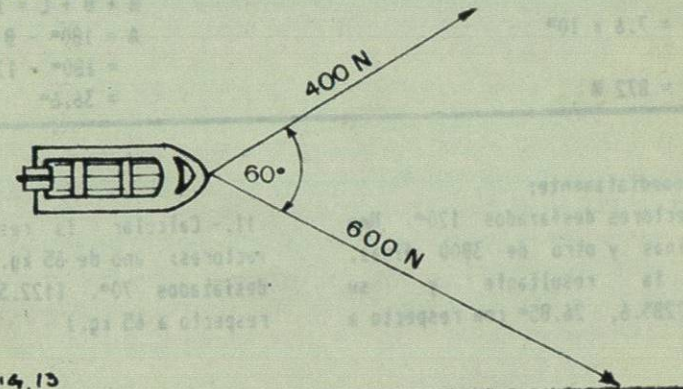


Fig. 13

Ejemplo 5.- Un bote está siendo remolcado a lo largo de un canal por medio de dos cables, como se muestra en la fig. 13. Si las fuerzas aplicadas son de 400 N y 600 N, respectivamente, y el ángulo entre los cables es de 60°. Calcular la magnitud de la resultante sobre el bote y los ángulos que forman los cables con el canal para que el bote siga en línea recta.

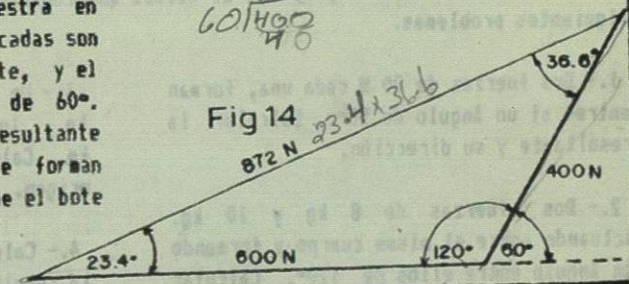


Fig 14

Solución:

Con los dos vectores y la resultante formamos el triángulo de la fig. 14.

Por la ley de los cosenos:

$$R^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta$$

$$= (400 \text{ N})^2 + (600 \text{ N})^2 - 2(400 \text{ N})(600 \text{ N}) \times \cos 120^\circ$$

$$= 1.6 \times 10^5 \text{ N}^2 + 3.6 \times 10^5 \text{ N}^2 - 4.8 \times 10^5 \times (-0.5)$$

$$= 1.6 \times 10^5 \text{ N}^2 + 3.6 \times 10^5 \text{ N}^2 + 2.4 \times 10^5 \text{ N}^2$$

$$= 7.6 \times 10^5$$

$$R = 872 \text{ N}$$

Para calcular los ángulos A y B, de la ley de los cosenos despejamos:

$$\cos A = \frac{b^2 + R^2 - a^2}{2bR}$$
$$\frac{(600\text{N})^2 + (872\text{N})^2 - (400\text{N})^2}{2 \times 600\text{N} \times 872 \text{ N}}$$

$$= 0.9178$$

$$A = \cos^{-1} 0.9178$$

$$= 23.4^\circ$$

$$A + B + C = 180^\circ$$

$$A = 180^\circ - B - C$$

$$= 180^\circ - 120^\circ - 23.4^\circ$$

$$= 36.6^\circ$$

Resuelve inmediatamente:

10.- Dos vectores desfasados 120° . Uno de 8400 dinas y otro de 3800 dinas. Calcular la resultante y su dirección. [7285.6, 26.85° con respecto a 8400 dinas]

11.- Calcular la resultante de dos vectores: uno de 65 kg. y otro de 84 kg. desfasados 70° . [122.54 kg., 40.1° con respecto a 65 kg.]

AUTOEVALUACION

Aplicando en cada problema el método que consideres conveniente, resuelve los siguientes problemas.

1.- Dos fuerzas de 80 N cada una, forman entre sí un ángulo de 50° . Calcular la resultante y su dirección.

2.- Dos fuerzas de 8 kg y 10 kg. actuando sobre el mismo cuerpo y formando un ángulo entre ellos de 120° . Calcular la magnitud de la resultante y su dirección.

3.- Un automóvil viaja hacia el sur 300 km., luego viaja hacia el noroeste 200 km. Calcular la distancia al punto de origen.

4.- Calcular la magnitud y dirección de la resultante de las dos fuerzas sig.: a) 20 kg. a 80° y b) 21 kg. a 230° .

*5.- Encontrar la equilibrante de dos fuerzas de 100 kg. cada una, actuando a 120° una de otra.

*6.- Dado el vector A = 80 m/seg hacia el norte y el vector B = 60 m/seg hacia el este, encontrar el vector diferencia (A-B).

*7.- Encontrar la resultante y su dirección de las siguientes fuerzas: a) 8 Kg a 0° , b) 6 kg. a 90° y c) 4 kg. a 135°

*8.- Calcular la resultante de las siguientes fuerzas: a) 40 N a 30° , b) 26 N a 120° y c) 30 N a 180° .

9.- Calcular la resultante y su dirección de las siguientes fuerzas: a) 150 kg. a 62° , b) 125 kg. a 205° y c) 130 kg. a 270° .

10.- Calcular la resultante y su dirección de los siguientes vectores: a) 1000 dinas a 0° , b) 1200 dinas a 70° c) 1900 dinas a 150° , d) 1600 dinas a 270° y e) 1100 dinas a 335° .

GALILEO GALILEI

(1564-1642)

Notable científico que hizo valiosas contribuciones a la física y a la astronomía; método experimental y de observación directa sirvieron de base a la ciencia moderna.

*Físico y astrónomo italiano, Galileo nace en Pisa, Italia, el 15 de febrero de 1564. Muere en Arcetri, cerca de Florencia (Italia), el 8 de enero de 1642. *Orientado por su padre Vincenzo Galilei, asistió a la Universidad de Pisa, donde realizó estudios de medicina y filosofía aristotélica. Más tarde eligió estudiar matemáticas donde él encontró la base de verdadero conocimiento de las leyes de la naturaleza. *Su primer descubrimiento lo hizo entre 1581 y 1583. Se cuenta que cuando asistía a misa en la ciudad de su ciudad natal, observó como una lámpara suspendida se balanceaba realizando grandes arcos en el aire, y que el tiempo que la lámpara tardaba en hacer cada oscilación era siempre el mismo. Al regresar a casa reprodujo el fenómeno con bolas de plomo atadas a hilos de diferentes longitudes, descubrió que cualquiera que fuese la magnitud de la oscilación o el peso del plomo, la bolita utilizaba el mismo tiempo para completar un viaje de ida y vuelta. *Únicamente el cambio de longitud del hilo afectaba al tiempo de oscilación. Con estas observaciones pudo inventar el péndulo, que se usa en relojes e instrumentos para medir el tiempo. Cuando alcanzó los veinticinco años, Galileo obtuvo el nombramiento de profesor en matemáticas en la Universidad de Pisa. Como profesor continuó el análisis de las teorías científicas de Aristóteles, recurriendo a la aplicación de las matemáticas y a las observaciones experimentales. Posteriormente se trasladó a Florencia para dedicarse al estudio de las obras de Arquímedes. Hacia 1586 apareció un pequeño texto de Galileo donde expuso el proyecto de fabricación de una balanza hidrostática, que le permitió determinar el peso específico de los cuerpos. En el texto *Theoremata Circa Centrum Gravitatis Solidorum* publicado en 1638, estudió el centro de gravedad de varios sólidos. Investigó también el comportamiento de los cuerpos en caída libre; Galileo propuso que en el vacío todos los cuerpos caían a la misma velocidad. Esta aseveración fue comprobada con todo rigor años más tarde.

*Galileo expuso que la velocidad de caída de un cuerpo bajo la atracción de la Tierra aumentaba uniformemente con el tiempo, y también que la distancia total que recorría aumentaba con el cuadrado del tiempo.

*Describió además el movimiento de un cuerpo por la influencia de dos fuerzas simultáneas. Una de ellas daba un impulso inicial y horizontal que mantenía al cuerpo moviéndose con velocidad constante en dicha dirección. La otra fuerza aplicada en sentido vertical hacía caer al cuerpo con cierta aceleración. *Ambas fuerzas hacían que el cuerpo siguiera una trayectoria parabólica; con estas ideas Galileo esbozó los principios de una ciencia de artillería, que más tarde recibiese el nombre de balística. Estos principios permitieron

aclarar el concepto de cuerpos sujetos a más de una fuerza, y mostró como los objetos pueden compartir el movimiento de rotación de la Tierra y sus movimientos particulares.

*En su libro de mecánica, Galileo estudió la resistencia de materiales; demostró por primera vez, que si una estructura crecía en todas sus dimensiones perdía parte de su resistencia. El volumen aumenta proporcionalmente al cubo de la dimensión, pero la resistencia aumenta únicamente como el cuadrado de dicha dimensión. *Durante su larga estancia en Florencia, realizó sus trabajos más importantes sobre las leyes del movimiento: leyes de Galileo y sermones de motu gravium. Debido a dificultades económicas, Galileo aceptó una plaza como profesor de matemáticas en la Universidad de Padua. Ahí permaneció durante 18 años.

*Establecido en Padua, entabló correspondencia con Kepler. En 1609 oyó hablar de un tubo amplificador de imágenes por medio de lentes que se había descubierto en Holanda. Él por su cuenta, hizo su versión particular del telescopio. *Este instrumento fue construido con 32 aumentos. Así, en ese año se inició la época de la astronomía telescópica. Gracias a su invento observó las manchas de la Luna y las manchas del Sol. Mediante la observación del movimiento de las manchas solares, demostró que el Sol giraba alrededor de su eje en 27 días. Con su telescopio, Galileo explicó que las estrellas debían estar mucho más lejanas que los planetas y que el universo tenía unas proporciones mayores de lo supuesto. *Descubrió las agrupaciones estelares de la Vía Láctea, compuesta por más de quinientas nuevas estrellas de la constelación de Orión, y de veintinueve de las Pleyades. Galileo observó que Jupiter tenía cuatro cuerpos a su alrededor y pudo detectar, con su telescopio, la periodicidad de cada uno de ellos. *Estos satélites se conocen como "Lunas de Galileo". Con este descubrimiento se daba fuerza al modelo del sistema solar de Copérnico. *Otra observación importante de Galileo fue la de Venus. *Galileo encontró que Venus presentaba fases parecidas a las de la Luna, con lo cual demostró que el brillo de los planetas se origina por reflejo de la luz solar. Este astrónomo italiano explicó que el lado oscuro de la Luna no se veía brillar debido al brillo terrestre, es decir, a la luz que refleja sobre aquella zona lunar, lo cual comprobó que la Tierra, al igual que los demás planetas, refleja la luz del Sol. Con esto terminó con la creencia de que sobre la Tierra y el resto de los cuerpos celestes había una gran diferencia. La doctrina de Copérnico se pudo establecer de una manera más definitiva por todos estos descubrimientos realizados a través del telescopio. *Galileo hizo una gran divulgación de sus descubrimientos por medio de un libro que él denominó *Siderus Nuncius* (Mensajero de las estrellas.), donde afirma: "Doy gracias a Dios, que ha tenido a bien hacerme el primero en observar las maravillas ocultas a los siglos pasados. Me he cerciorado de que la Luna es un cuerpo semejante a la Tierra... He contemplado una multitud de estrellas fijas que nunca antes se observaron... Pero la mayor maravilla de todas es el descubrimiento de cuatro nuevos planetas (cuatro satélites de Jupiter)... que se mueven alrededor del Sol." Además elaboró un gran número de telescopios que repartió entre los científicos más connotados de su época.

*Ante las grandes innovaciones de Galileo, la iglesia se mostró bastante inquieta; el papa Pío V declaró herejía la doctrina de Copérnico, y pidió a Galileo que guardara silencio. Sin embargo más tarde, bajo el papado de Urbano VII, Galileo publicó su *Diálogo* sobre los dos

