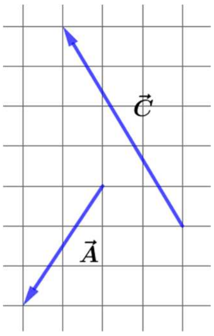
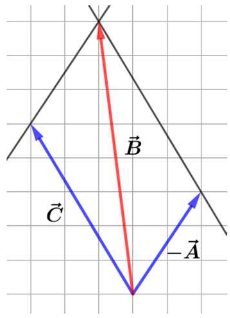
1. La somma dei vettori $\vec{A}$ e $\vec{B}$ dà il vettore $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$. La figura mostra i vettori $\vec{A}$ e $\vec{C}$. Disegna il vettore $\vec{B}$.

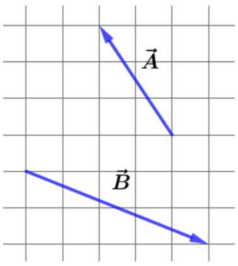


$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \vec{B} = \vec{C} - \vec{A}$$

Eseguo la differenza tra i due vettori dati applicando la regola del parallelogramma: traslo i due vettori in modo che abbiano le code coincidenti e traccio il vettore $-\vec{A}$ (con lo stesso modulo e la stessa direzione di $\vec{A}$, ma verso opposto). A questo punto, dalla punta di $-\vec{A}$ traccio una retta parallela al vettore $\vec{C}$, dalla punta di $\vec{C}$ traccio una retta parallela al vettore $-\vec{A}$. Traccio a questo punto il vettore $\vec{B}$, che ha la coda coincidente con quella dei due vettori e la punta coincidente con il punto di intersezione tra le due rette appena tracciate.

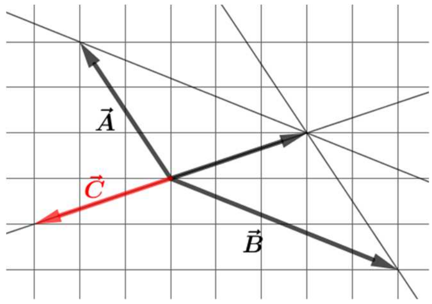


2. La figura mostra i vettori $\vec{A}$ e $\vec{B}$. Disegna il vettore $\vec{C}$ che soddisfa la relazione $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$.

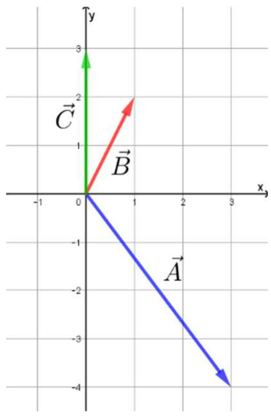


$$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{C} = -\left(\vec{A} + \vec{B}\right)$$

Eseguo la somma tra i due vettori applicando la regola del parallelogramma (vedi esercizio precedente) e poi rappresento il vettore $\vec{C}$, che ha verso opposto rispetto al vettore somma così determinato.
Oppure, rappresento i vettori dati con il metodo punta-coda e trovo il vettore $\vec{C}$, collegando la punta di $\vec{B}$ con la coda di $\vec{A}$.



3. Disegna nel piano cartesiano seguente i vettori $\vec{A}\ (3;\ -4)$, $\vec{B}\ (1;\ 2)$ e $\vec{C}\ (0;\ 3)$.



4. Calcola la somma e la differenza dei vettori $\vec{A}$ e $\vec{B}$, come indicato nella tabella:

$\vec{A}$	$4\hat{x} + 2\hat{y}$	$2\hat{x} + 7\hat{y}$	$-3\hat{x} - 2\hat{y}$	$-4\hat{y}$
$\vec{B}$	$-3\hat{x} + \hat{y}$	$\boldsymbol{\hat{x} + 4\hat{y}}$	$\boldsymbol{-4\hat{x} - 5\hat{y}}$	$\boldsymbol{-4\hat{y}}$
$\vec{A} + \vec{B}$	$\boldsymbol{\hat{x} + 3\hat{y}}$	$3\hat{x} + 11\hat{y}$	$\boldsymbol{-7\hat{x} - 7\hat{y}}$	$\boldsymbol{-8\hat{y}}$
$\vec{A} - \vec{B}$	$\boldsymbol{7\hat{x} + \hat{y}}$	$\boldsymbol{\hat{x} + 3\hat{y}}$	$\hat{x} + 3\hat{y}$	$\boldsymbol{0}$
$\vec{B} - \vec{A}$	$\boldsymbol{-7\hat{x} - \hat{y}}$	$\boldsymbol{-\hat{x} - 3\hat{y}}$	$\boldsymbol{-\hat{x} - 3\hat{y}}$	0

5. Determina le componenti nel piano cartesiano del vettore $\vec{A}$ di modulo $6{,}0$ e formante con il semiasse positivo delle x un angolo di $115°$.

$$A = 6{,}0 \qquad \alpha = 115°$$

$$A_x = A \cdot \cos\alpha = \boldsymbol{-2{,}5} \qquad A_y = A \cdot \sin\alpha = \boldsymbol{5{,}4}$$

6. Sara e Francesca sono fianco a fianco e tirano via una coperta dal letto. Sara applica una forza di 4,6 N. La forza totale applicata alla coperta da Sara e Francesca è 11,2 N. Calcola il modulo della forza applicata da Francesca.

Le due forze applicate da Sara e Francesca hanno la stessa direzione e lo stesso verso. Dalla forza risultante, dobbiamo quindi sottrarre la forza di Sara per ottenere la forza applicata da Francesca:

$$F_F + F_S = F \qquad \Rightarrow \qquad F_F = F - F_S = 11{,}2\ N - 4{,}6\ N = \mathbf{6,6\ N}$$

7. Gigi e Mario spingono un pacco da due parti opposte, uno verso l'altro. Gigi applica una forza di modulo 56 N, Mario applica una forza di modulo 68 N. Calcola il modulo e il verso della forza totale applicata al pacco.

Le forze applicate da Mario e Gigi hanno la stessa direzione, ma verso opposto. La somma delle due forze si ottiene, quindi, facendo la differenza tra i due moduli:

$$F = \left|\overrightarrow{F_M} + \overrightarrow{F_G}\right| = F_M - F_G = 68\ N - 56\ N = \mathbf{12\ N}$$

La forza di 12 N ha la stessa direzione delle due forze di partenza, ma **verso uguale alla forza applicata da Mario**, che è quella di modulo maggiore.

8. Il peso di un'auto è $1{,}08 \cdot 10^4\ N$. Calcola la massa dell'auto.

$$P = 1{,}08 \cdot 10^4\ N \qquad g = 9{,}8\ N/kg \qquad m?$$

Partendo dalla definizione di peso, posso facilmente determinare la massa richiesta:

$$P = mg \qquad \Rightarrow \qquad m = \frac{P}{g} = \mathbf{1,10 \cdot 10^3\ kg}$$

9. Una cassa di massa 8,3 kg giace sul pavimento. Il coefficiente di attrito statico tra la cassa e il pavimento è 0,32. Calcola il modulo della forza necessaria a spostare la cassa.

$$m = 8{,}3\ kg \qquad g = 9{,}8\ N/kg \qquad \mu = 0{,}32 \qquad F?$$

La forza necessaria per spostare la cassa è uguale alla forza di attrito statico. La forza di attrito statico è data dal prodotto tra coefficiente di attrito e forza premente, che, nel caso di un piano orizzontale, è la forza peso, perciò:

$$F = F_a = \mu F_\perp = \mu P = \mu m g = \mathbf{26\ N}$$

10. Due cani stanno giocando con un cuscino, tirandolo con i denti in direzioni diverse che formano un angolo di 115°. Entrambi i cani applicano una forza di modulo 41 N. Calcola il modulo della forza totale applicata al cuscino.

Rappresento i due vettori nel piano cartesiano e ne determino le componenti. Scelgo di rappresentare uno dei due vettori con la stessa direzione e lo stesso verso dell'asse x, mentre l'altro forma un angolo (preso in senso antiorario) di 115° con il primo vettore. Ecco quindi le componenti:

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos 0° = 41\ N \qquad F_{1y} = F_1 \cdot \sin 0° = 0\ N$$

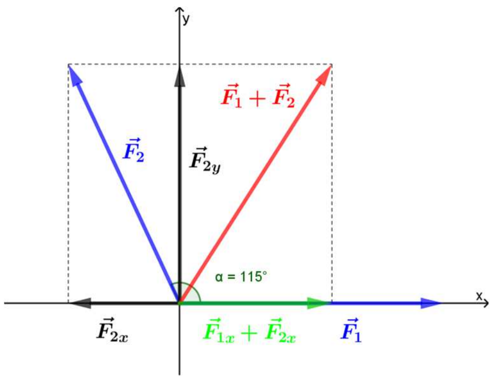
$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos 115° = -17{,}3\ N \qquad F_{2y} = F_2 \cdot \sin 115° = 37{,}1\ N$$

Il vettore somma avrà per componenti la somma delle componenti appena determinate:

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} = 23{,}7\ N \qquad F_y = F_{1y} + F_{2y} = 37{,}1\ N$$

E quindi posso determinare il modulo della forza risultante:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \mathbf{44\ N}$$



11. Paola tenta di spostare una cassapanca piena di vestiti di massa totale 24 kg tirandola con una forza orizzontale di modulo 40 N. Il coefficiente di attrito statico tra la cassa e il pavimento è 0,22. La sua forza non è sufficiente per spostare la cassapanca. Per riuscire nell'impresa, Paola decide di svuotare parzialmente la cassapanca. Calcola la massa di vestiti che Paola deve togliere per riuscire a spostare la cassapanca.

$$m_1 = 24\,kg \qquad g = 9{,}8\,N/kg \qquad \mu = 0{,}22 \qquad F = 40\,N \qquad m?$$

La domanda corretta da fare, in questo caso, è: qual è la massa che Paola riuscirebbe a spostare, con il coefficiente d'attrito dato e applicando una forza di 40 N? Considerando la forza d'attrito come indicata dall'esercizio 9:

$$F_a = \mu F_\perp = \mu P = \mu m_2 g \qquad \Rightarrow \qquad m_2 = \frac{F_a}{\mu g}$$

Sapendo che la forza di attrito, per ottenere lo spostamento, è uguale alla forza applicata da Paola, la massa che Paola sarebbe in grado di spostare è:

$$m_2 = \frac{F}{\mu g}$$

La massa di vestiti che Paola deve togliere dalla cassapanca per riuscire a spostarla è data dalla differenza tra la massa iniziale e questa seconda massa così determinata:

$$m = m_1 - m_2 = m_1 - \frac{F_a}{\mu g} = \mathbf{5{,}4\,kg}$$