

## Encontro 2: Soma e composição de forças. O conceito de resultante

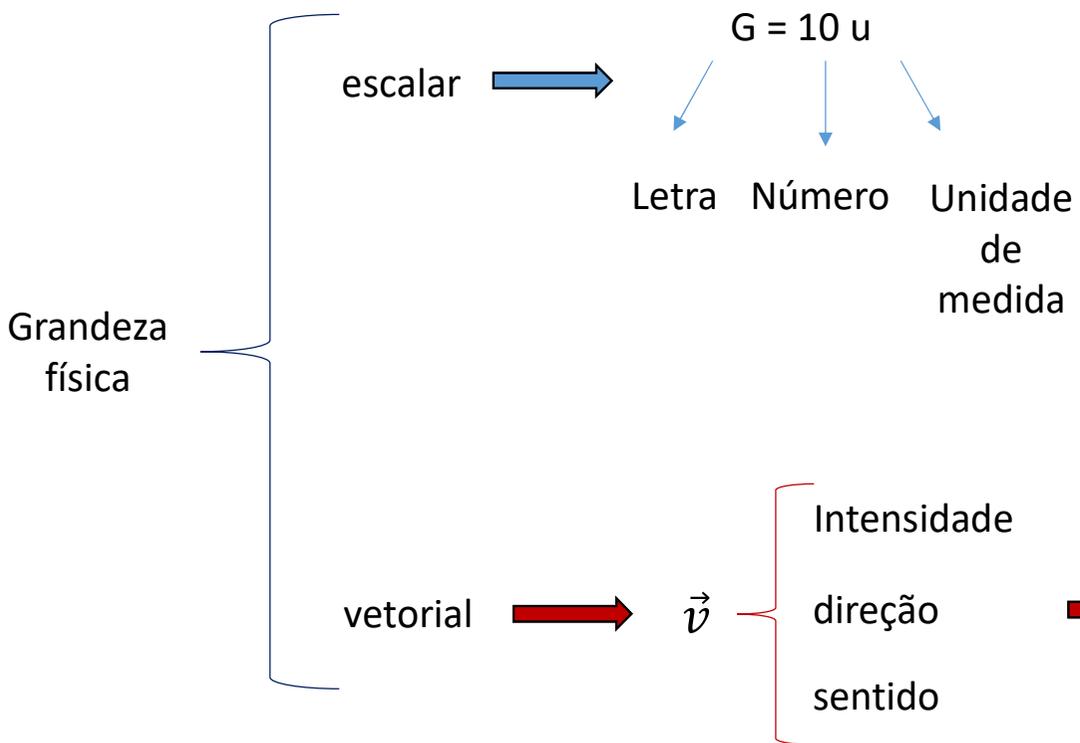
- Caderno de estudos 1 / Capítulos 5 e 6

- SL 02 – Operações com vetores
- SL 18 – Resultante de um sistema de forças
- SL 26 – Tarefa

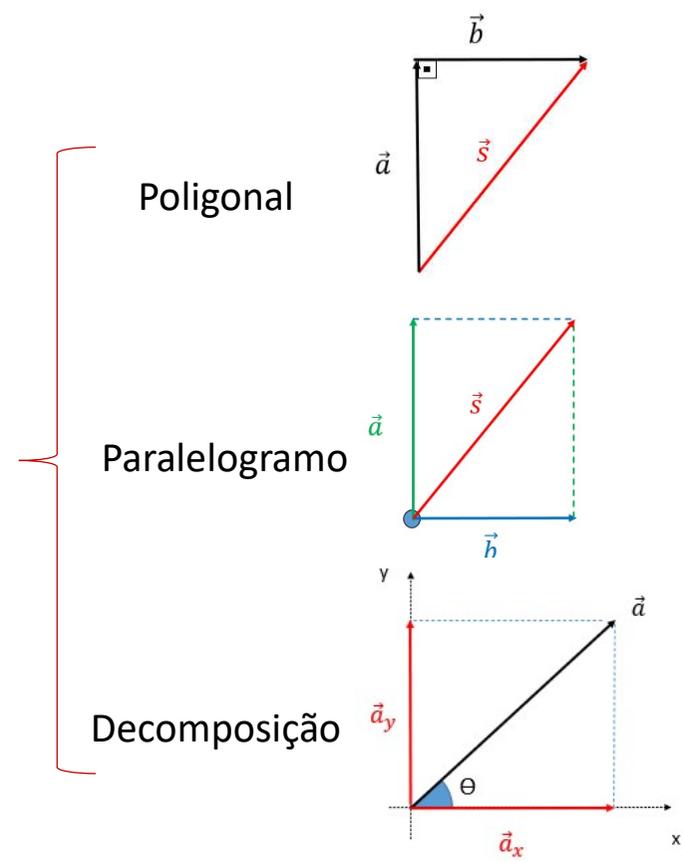
Apresentação e demais documentos: **[fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)**

**Professor Caio**

# Grandeza escalar x vetorial

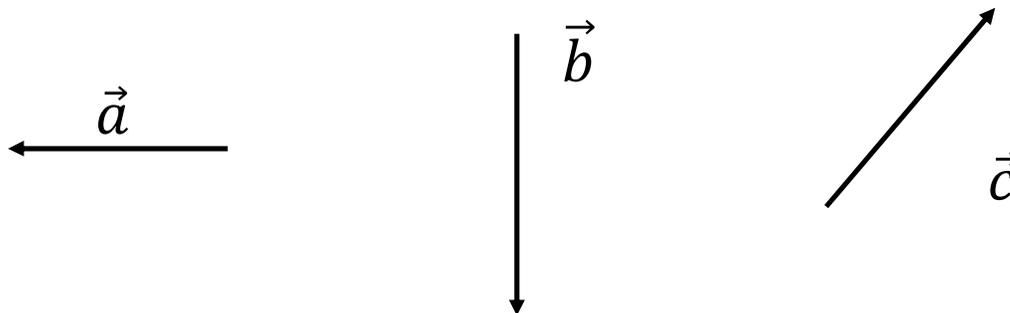


Operações  
vetoriais

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$$


## Soma ou adição de vetores

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$$

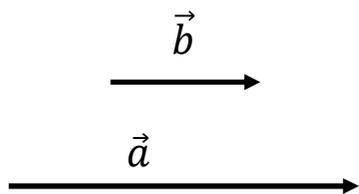


A soma de vetores não é a simples soma algébrica de suas intensidades!



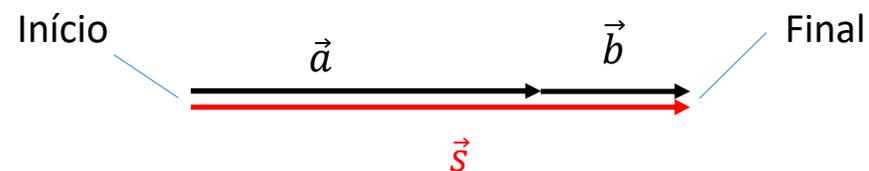
## Adição de vetores: regra da linha poligonal

### Mesma direção e sentido



$$a = 4 \text{ e } b = 3$$

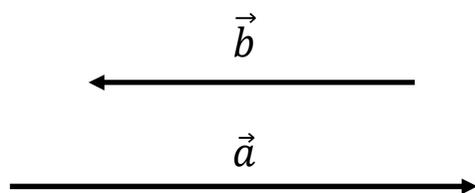
$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$



$$s = a + b$$

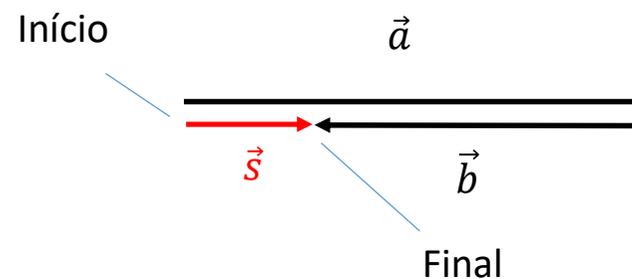
$$s = 4 + 3 = 7$$

### Mesma direção e sentidos contrários



$$a = 4 \text{ e } b = 3$$

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$

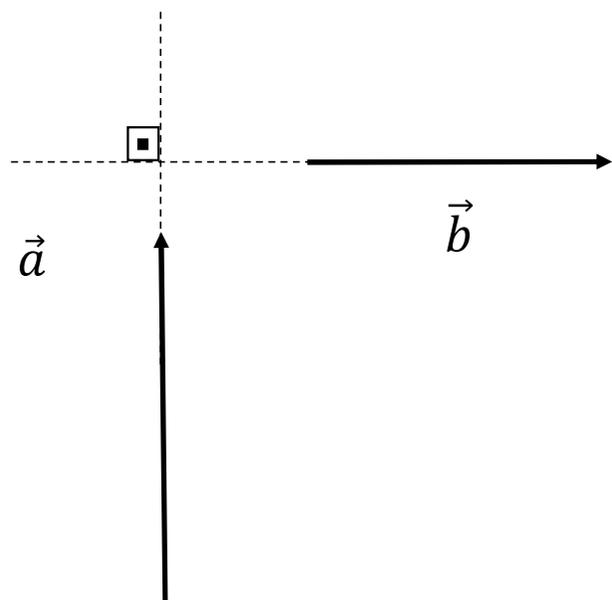


$$s = a - b$$

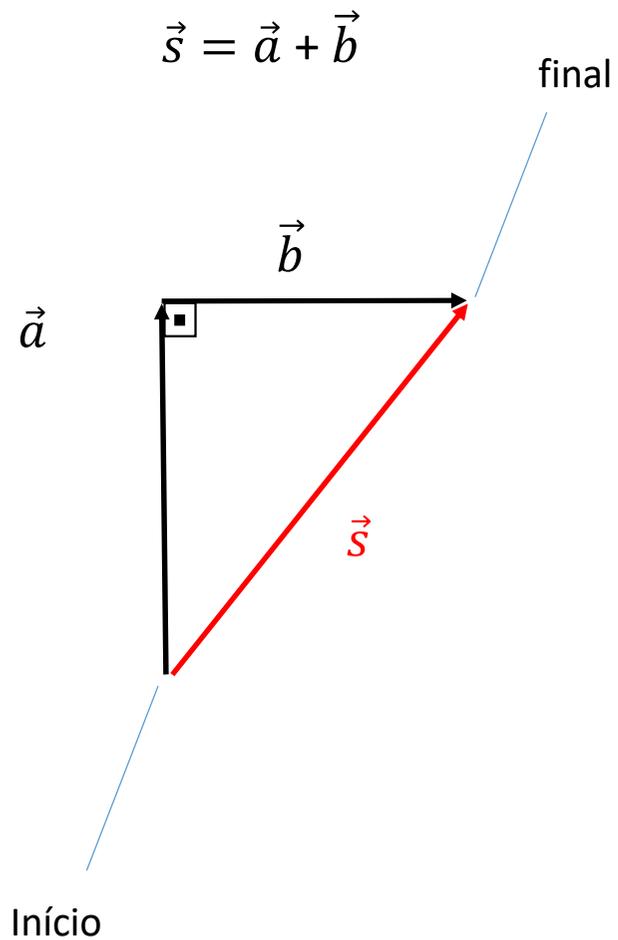
$$s = 4 - 3 = 1$$

## Adição de vetores: regra da linha poligonal

Vetores perpendiculares entre si



$$a = 4 \text{ e } b = 3$$



$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$s^2 = a^2 + b^2$$

$$s^2 = 4^2 + 3^2$$

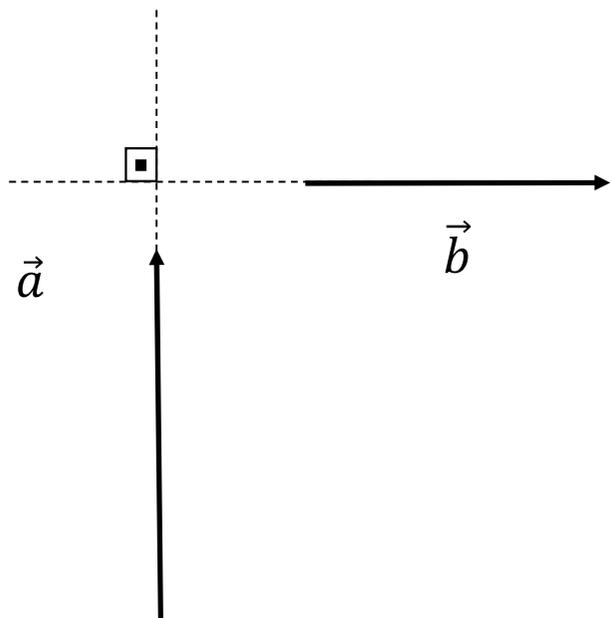
$$s^2 = 16 + 9$$

$$s^2 = 25$$

$$s = 5$$

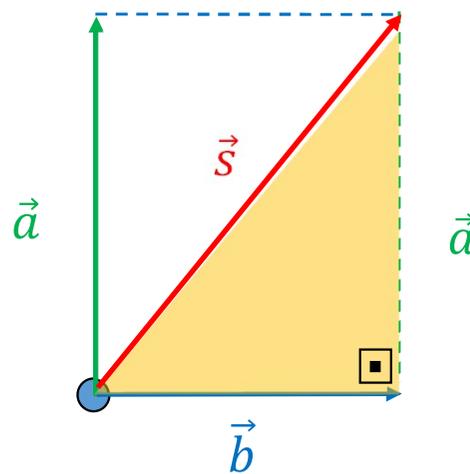
## Adição de vetores: regra do paralelogramo

Vetores perpendiculares entre si



$$a = 4 \text{ e } b = 3$$

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$



$$s^2 = a^2 + b^2$$

$$s^2 = 4^2 + 3^2$$

$$s^2 = 16 + 9$$

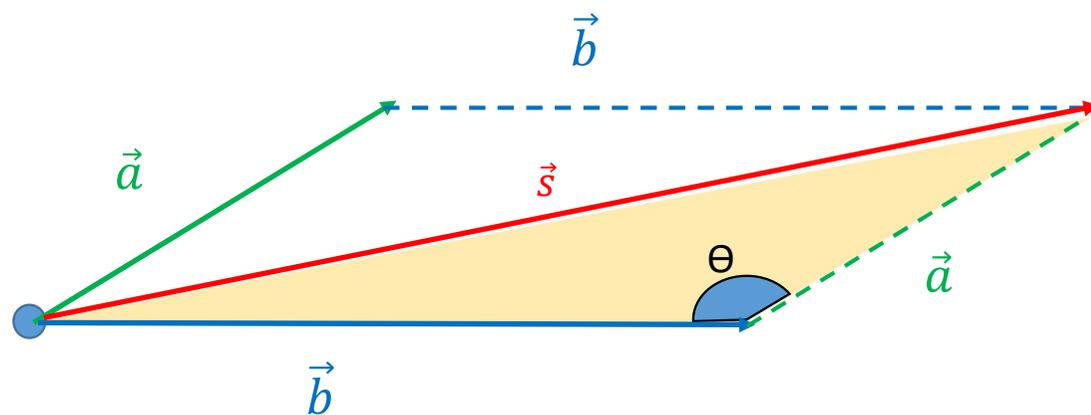
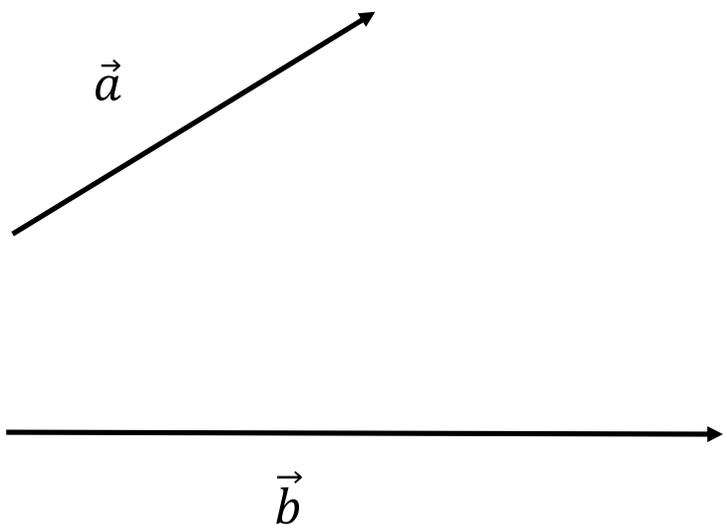
$$s^2 = 25$$

$$s = 5$$

# Adição de vetores: regra do paralelogramo

Caso geral

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$



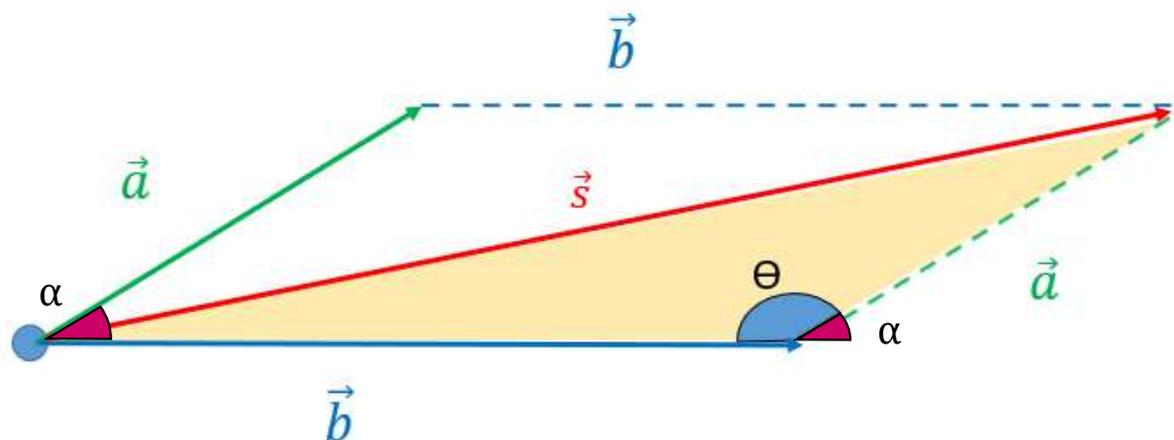
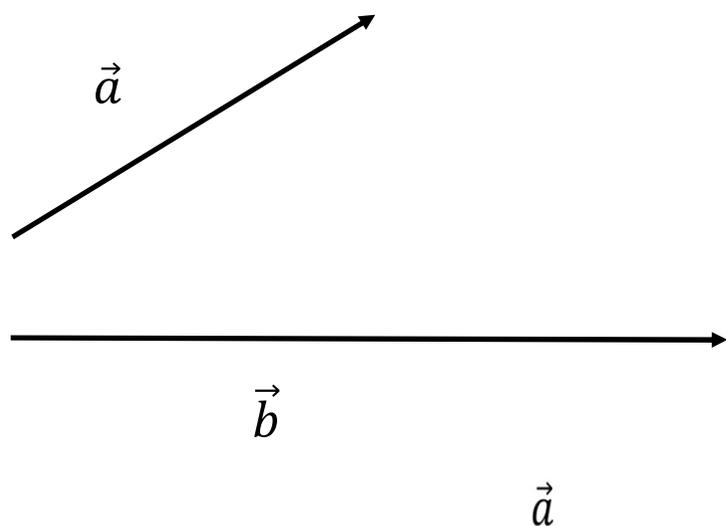
Lei dos cossenos

$$s^2 = a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos \theta$$

## Adição de vetores: regra do paralelogramo

Caso geral

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$



Lei dos cossenos

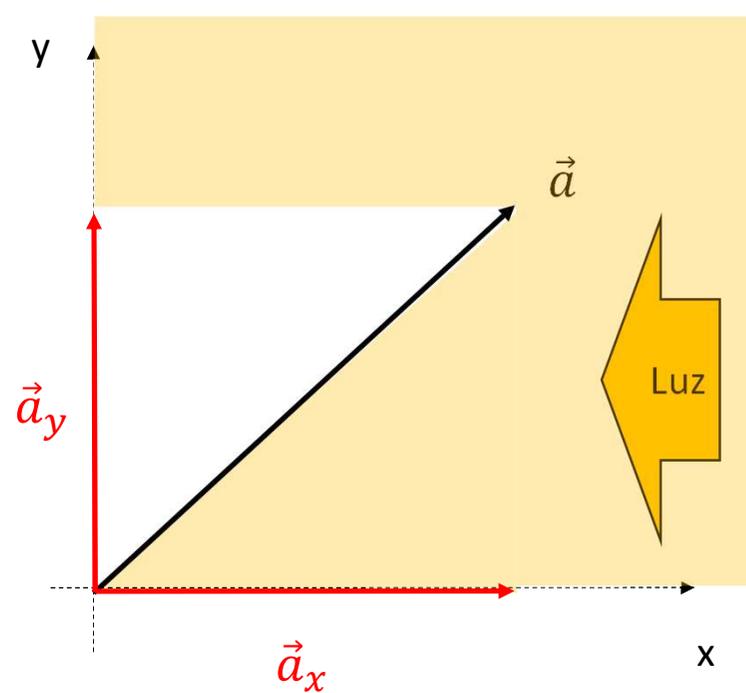
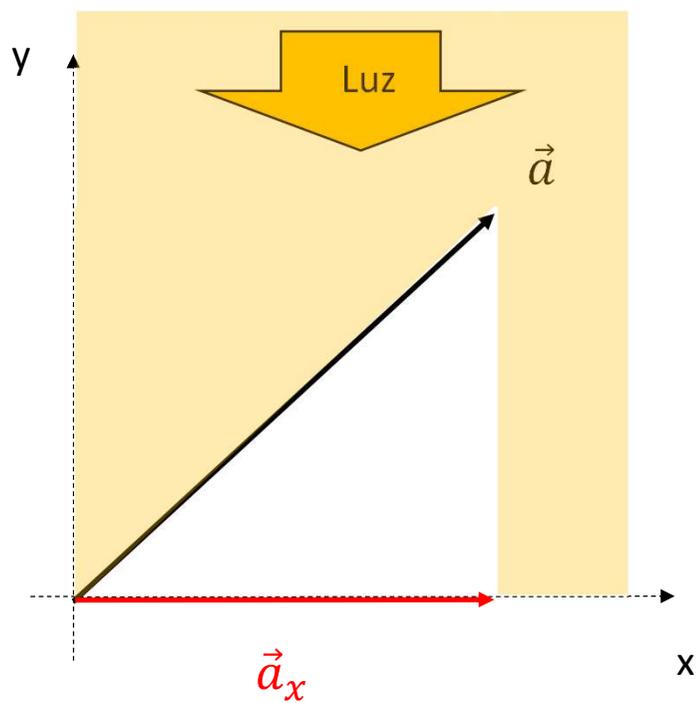
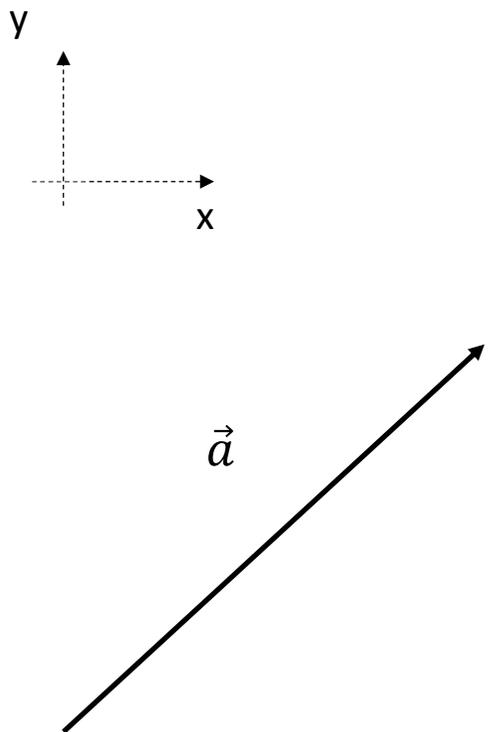
$$s^2 = a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos \theta$$

$$\alpha + \theta = 180^\circ \rightarrow \cos \theta = -\cos \alpha$$

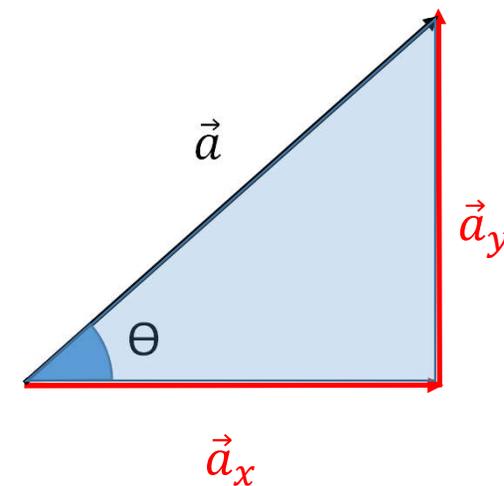
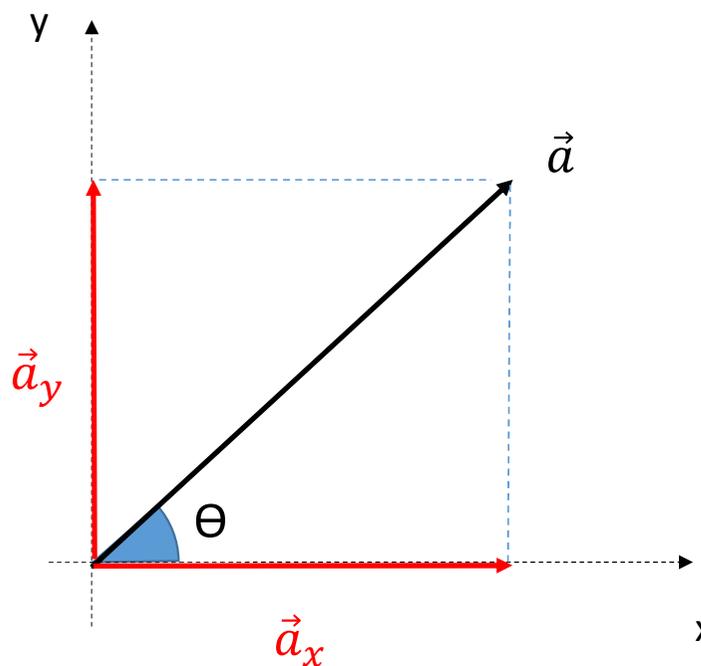
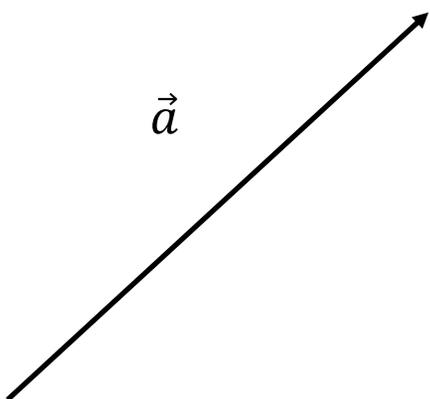
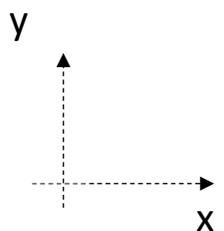
$$s^2 = a^2 + b^2 - 2.a.b.(-\cos \alpha)$$

$$s^2 = a^2 + b^2 + 2.a.b.\cos \alpha$$

# Decomposição de um vetor



## Decomposição de um vetor



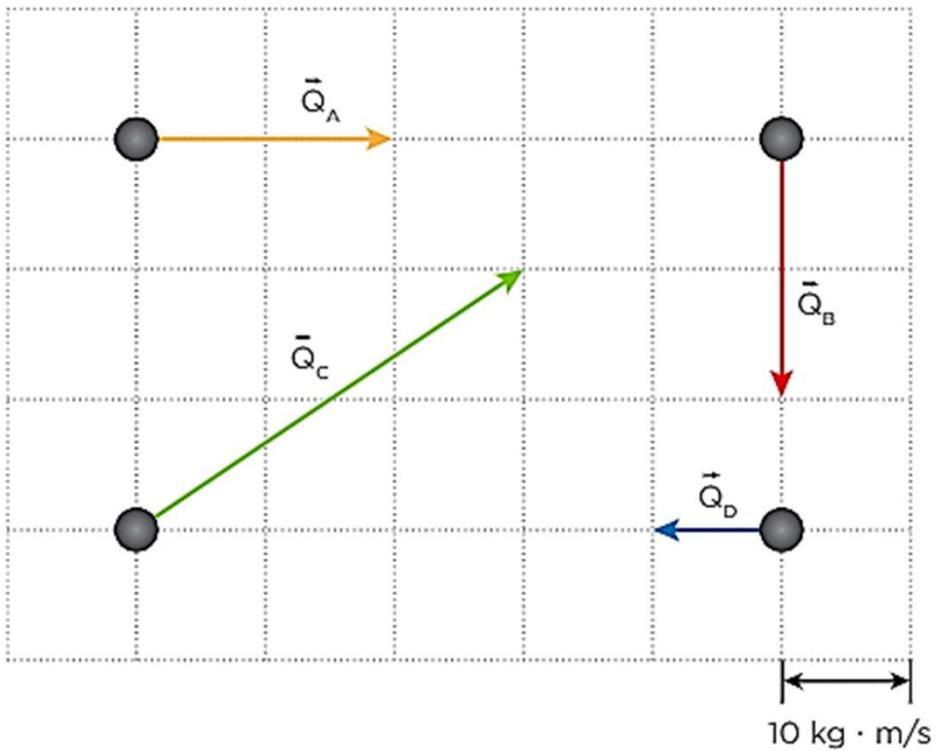
Se o triângulo for retângulo:  $\text{sen } \theta = \frac{a_y}{a} \Rightarrow a_y = a \cdot \text{sen } \theta$

$\text{cos } \theta = \frac{a_x}{a} \Rightarrow a_x = a \cdot \text{cos } \theta$

# Exercícios

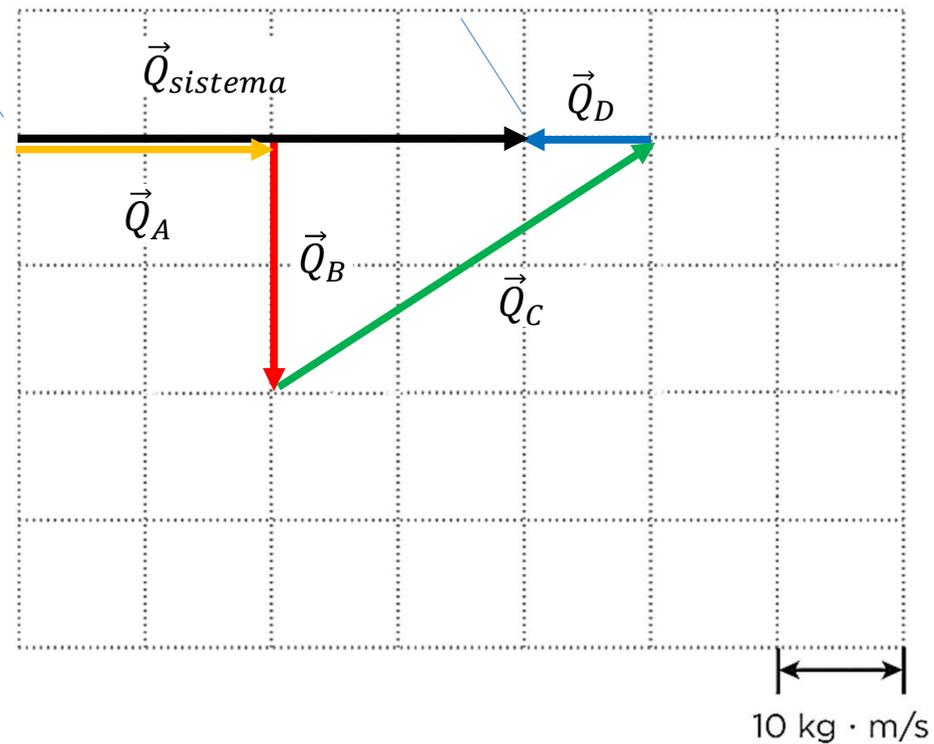
1. Observe o sistema de quatro corpos a seguir e calcule

$$\vec{Q}_{sistema} = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B + \vec{Q}_C + \vec{Q}_D = ?$$



Início

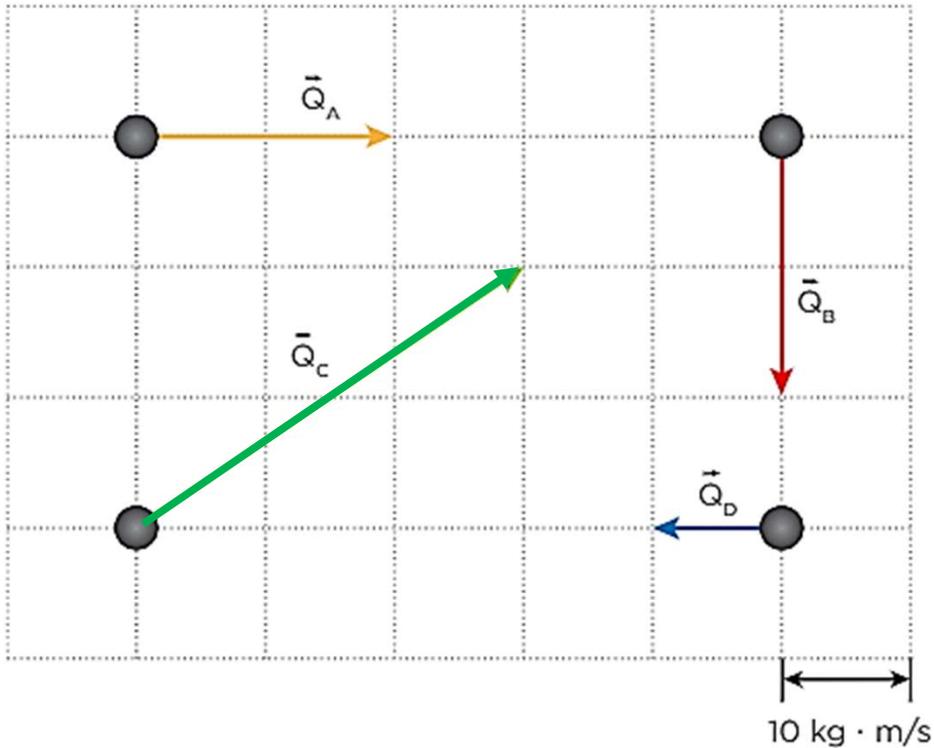
final



$\vec{Q}_{sistema}$

Intensidade:  $|\vec{Q}| = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
Direção: horizontal  
Sentido: para direita

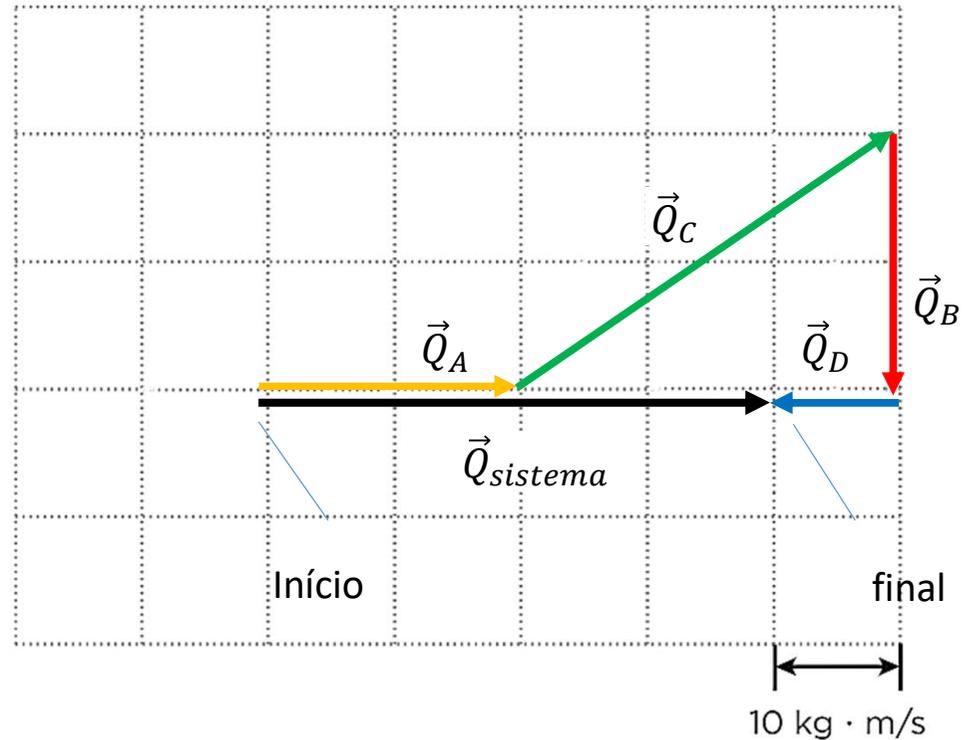
1. Observe o sistema de quatro corpos a seguir e calcule



$$\vec{Q}_{sistema} = \vec{Q}_A + \vec{Q}_C + \vec{Q}_B + \vec{Q}_D = ?$$

Propriedade comutativa (não importa a ordem)

$$\vec{Q}_{sistema} = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B + \vec{Q}_C + \vec{Q}_D = ?$$



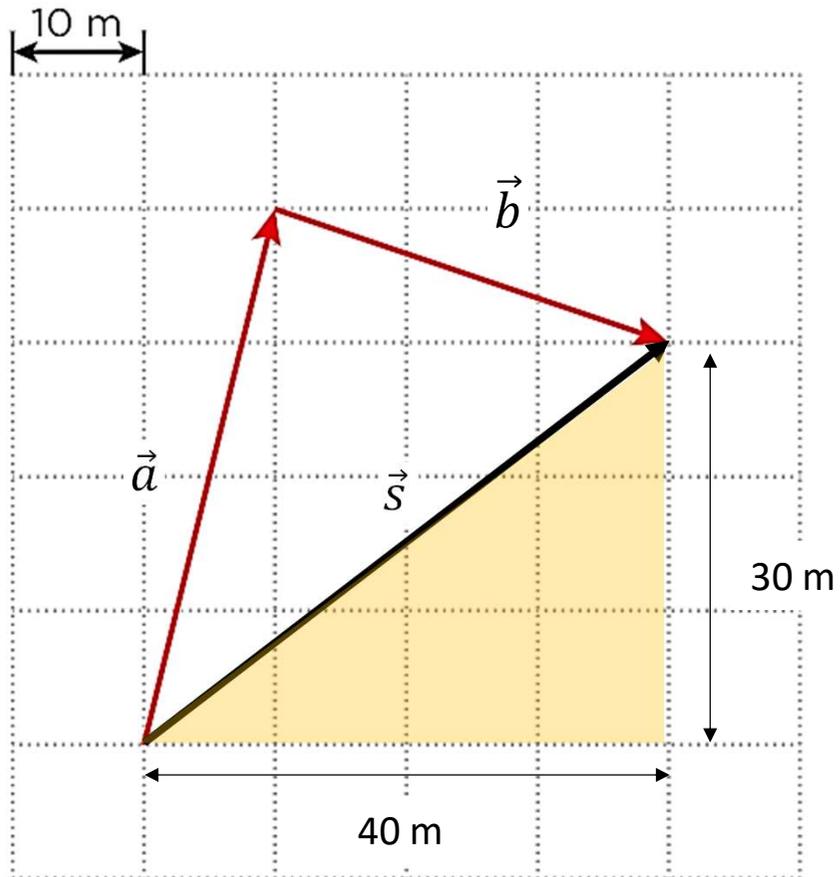
$\vec{Q}_{sistema}$

Intensidade:  $|\vec{Q}| = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Direção: horizontal

Sentido: para direita

2. Calcule a intensidade da soma vetorial  $\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$ .



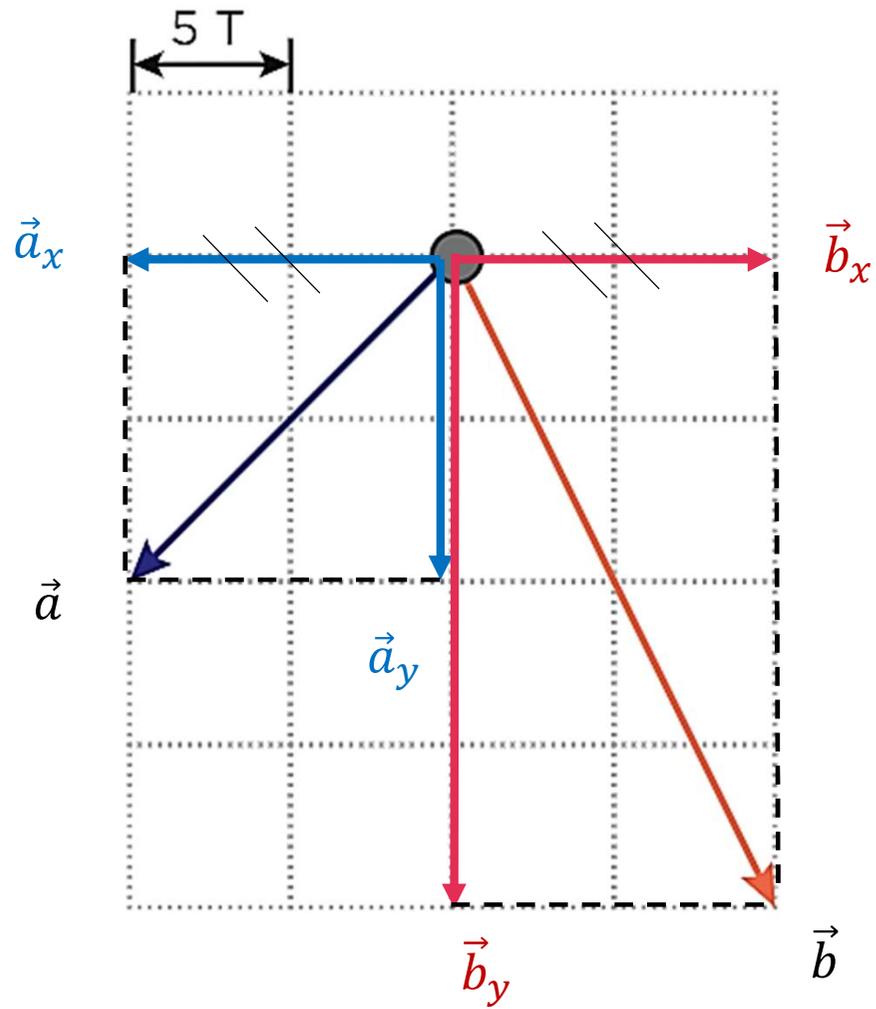
$$s^2 = 40^2 + 30^2$$

$$s^2 = 1600 + 900$$

$$s^2 = 2500$$

$$s = 50 \text{ m}$$

3. Calcule a intensidade da soma vetorial  $\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$ .

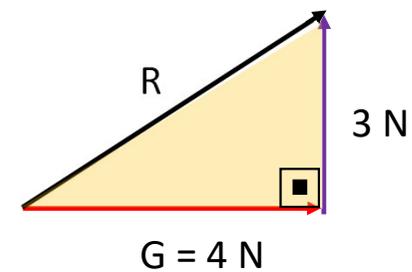
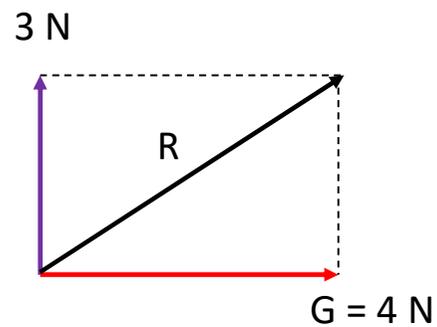
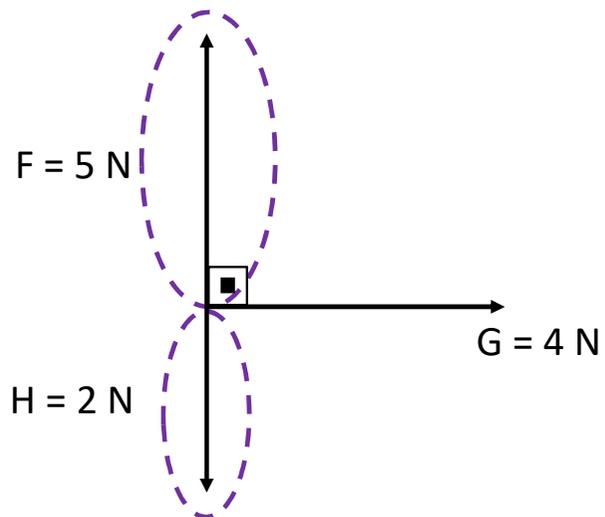


$$s = a_y + b_y$$

$$s = 10 + 20$$

$$s = 30\text{ T}$$

4. Determine a intensidade da soma vetorial.



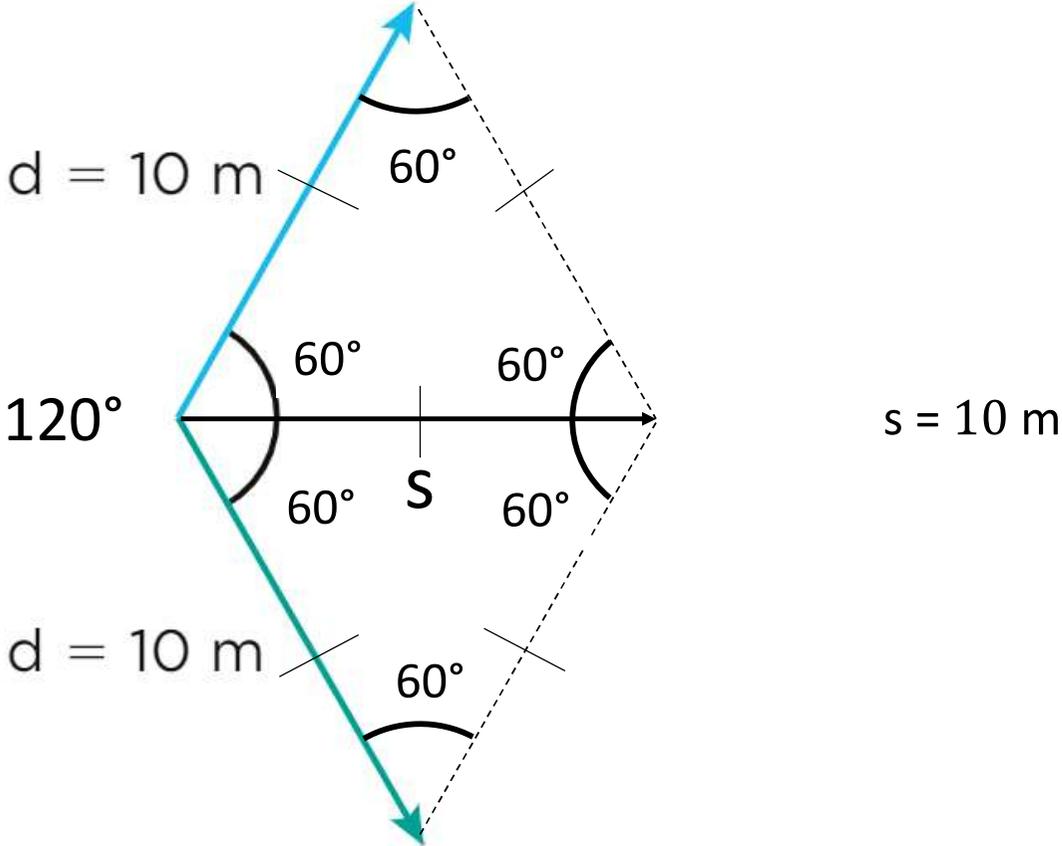
$$R^2 = 4^2 + 3^2$$

$$R^2 = 16 + 9$$

$$R^2 = 25$$

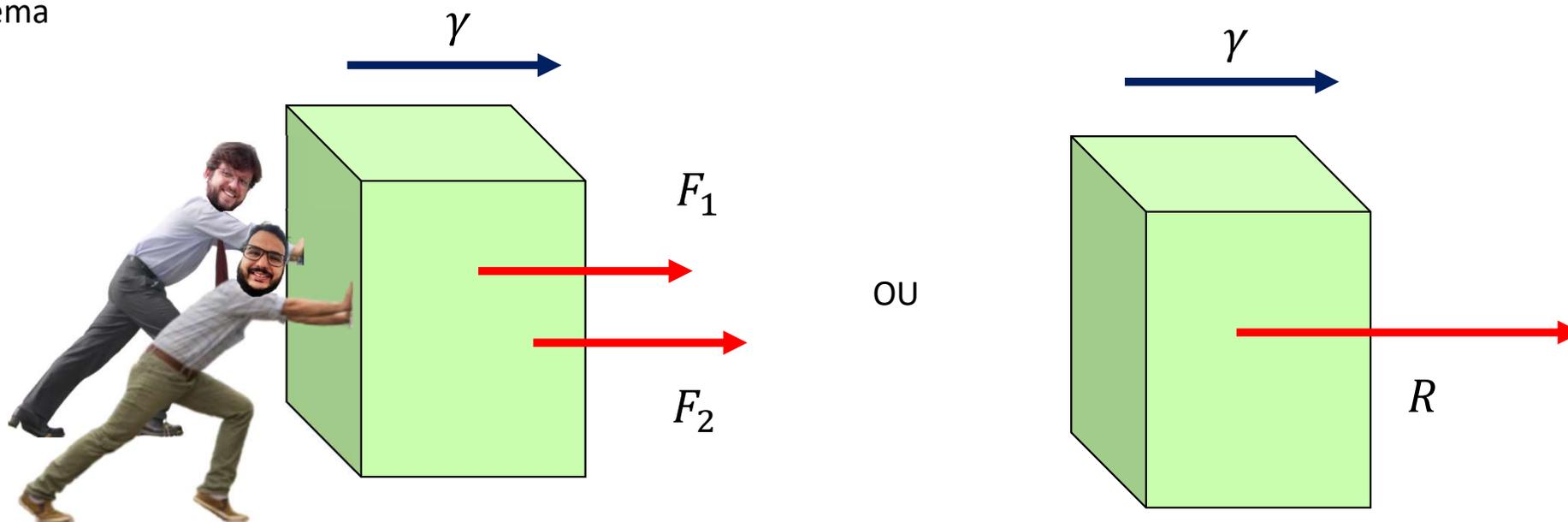
$$R = 5 \text{ N}$$

4. Determine a intensidade da soma vetorial.



## Resultante de um sistema de forças

É uma força fictícia que, se existisse e atuasse sozinha, causaria o mesmo efeito dinâmico daquelas forças que compõem o sistema

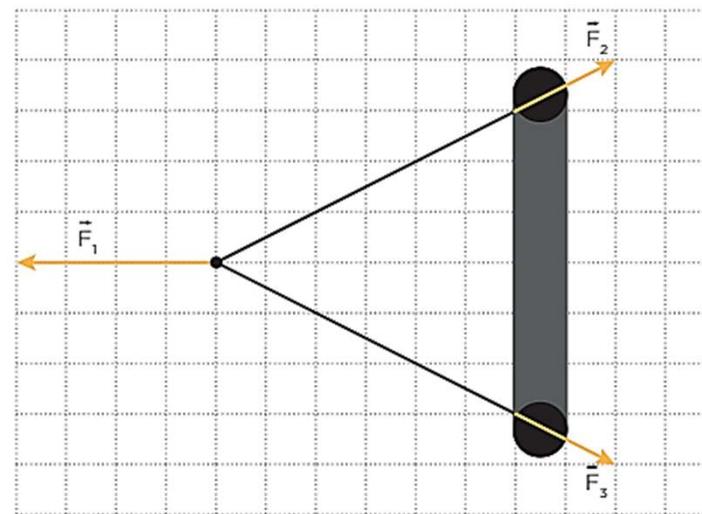


### Definição formal

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots$$

# Exercícios

1. Um estilingue é uma peça usada para atirar corpos. Ele é composto, basicamente, de uma forquilha e de um elástico.



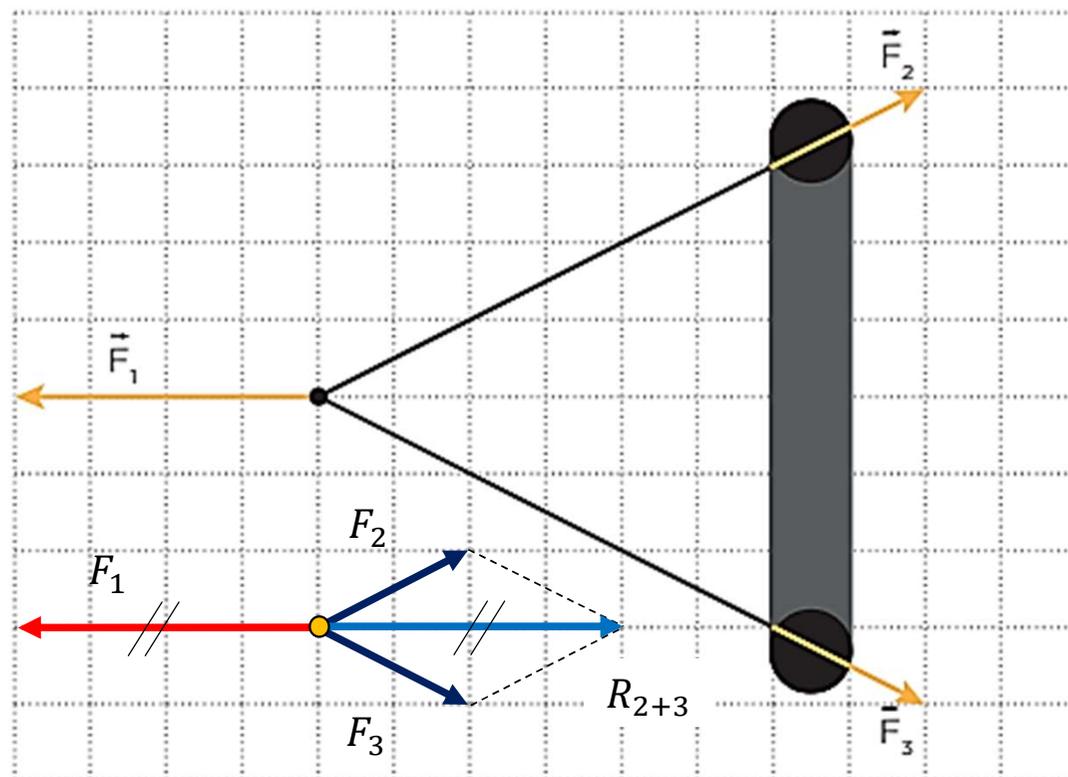
Para atirar um corpo com um estilingue, devemos colocá-lo no elástico, que então é puxado. Vamos representar as forças aplicadas no conjunto corpo e elástico, em visão superior, de forma esquemática. Considere que cada unidade da escala dada seja 10 N.

Com relação à resultante das forças e à deformação sofrida pelo elástico, podemos afirmar que:

- a) A resultante das forças é nula e o elástico sofre deformação.
- b) A resultante das forças é 80 N e o elástico sofre deformação.
- c) A resultante das forças é 40 N e o elástico sofre deformação.
- d) A resultante das forças é nula e o elástico não sofre deformação.
- e) A resultante das forças é 40 N e o elástico não sofre deformação.

1. Um estilingue é uma peça usada para atirar corpos. Ele é composto, basicamente, de uma forquilha e de um elástico.

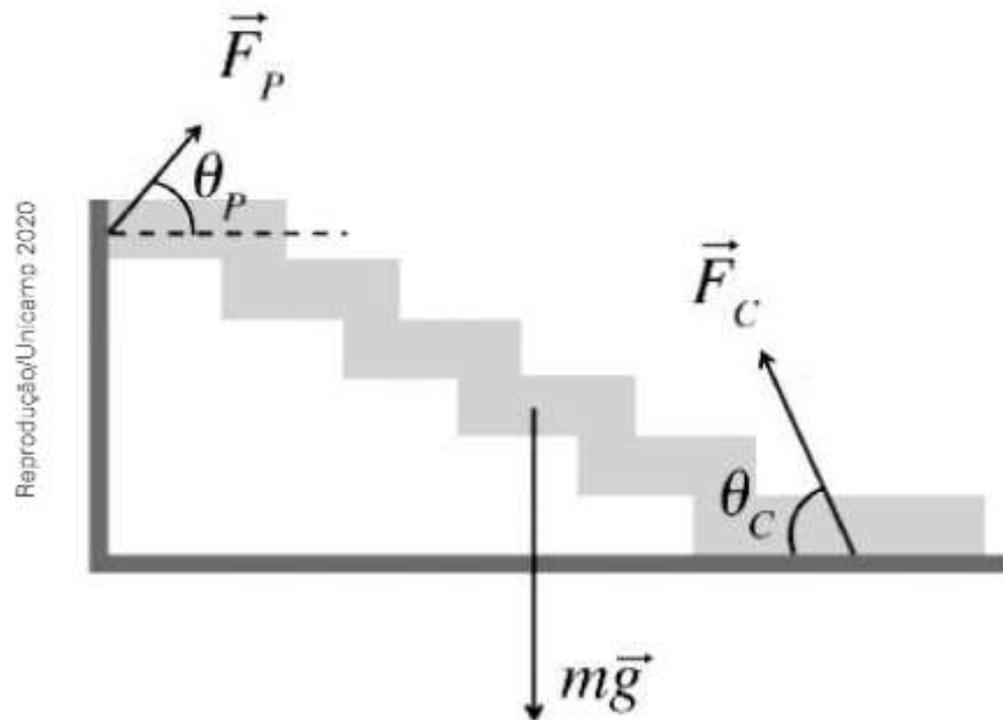
Para atirar um corpo com um estilingue, devemos colocá-lo no elástico, que então é puxado. Vamos representar as forças aplicadas no conjunto corpo e elástico, em visão superior, de forma esquemática. Considere que cada unidade da escala dada seja 10 N.



Com relação à resultante das forças e à deformação sofrida pelo elástico, podemos afirmar que:

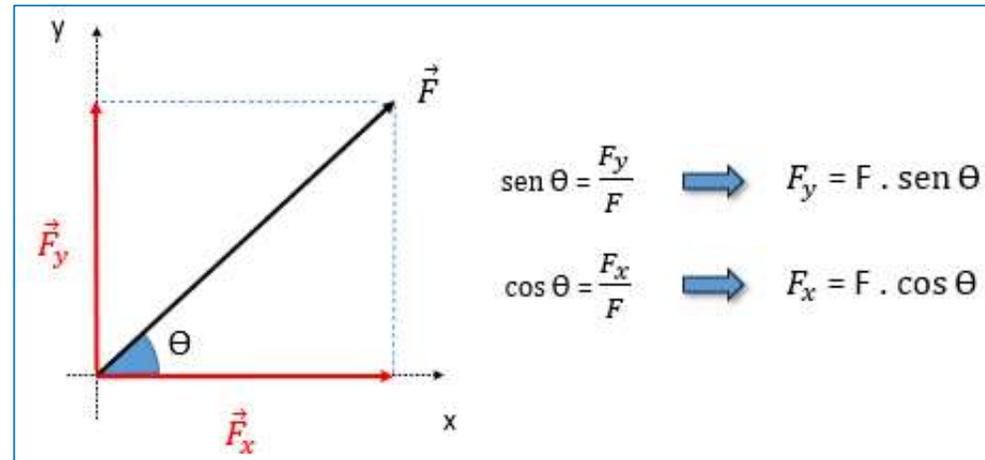
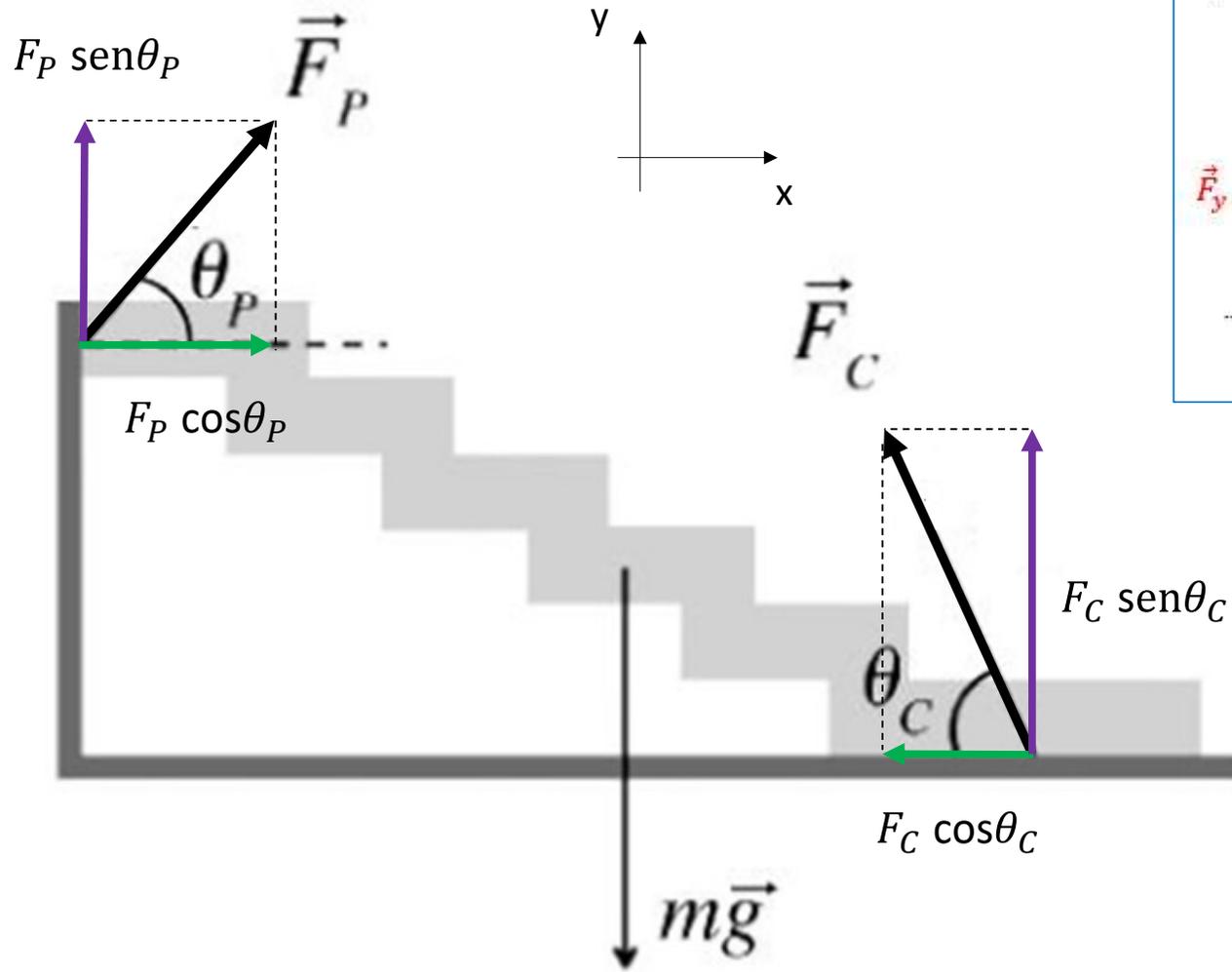
- a) A resultante das forças é nula e o elástico sofre deformação. ←
- b) A resultante das forças é 80 N e o elástico sofre deformação.
- c) A resultante das forças é 40 N e o elástico sofre deformação.
- d) A resultante das forças é nula e o elástico não sofre deformação.
- e) A resultante das forças é 40 N e o elástico não sofre deformação.

2. (Unicamp-SP) As escadas flutuantes em cascata feitas em concreto armado são um elemento arquitetônico arrojado, que confere leveza a uma estrutura intrinsecamente massiva. Essas escadas são apoiadas somente na extremidade superior (normalmente em uma parede) e no chão. O esquema abaixo mostra as forças aplicadas na escada pela parede ( $\vec{F}_P$ ) e pelo chão ( $\vec{F}_C$ ), além da força peso ( $m\vec{g}$ ) aplicada pela Terra, todas pertencentes a um plano vertical.



Com base nesse esquema, é correto afirmar que

- a)  $F_P \cos\theta_P = F_C \cos\theta_C$  e  $F_P \sin\theta_P + F_C \sin\theta_C = mg$ .
- b)  $F_P \sin\theta_P = F_C \sin\theta_C$  e  $F_P \sin\theta_P + F_C \cos\theta_C = mg$ .
- c)  $F_P \cos\theta_P = F_C \cos\theta_C$  e  $F_P + F_C = mg$ .
- d)  $F_P = F_C$  e  $F_P \sin\theta_P + F_C \sin\theta_C = mg$



Escada  $\rightarrow$  equilíbrio estático

Eixo x  $\rightarrow$  equilíbrio estático

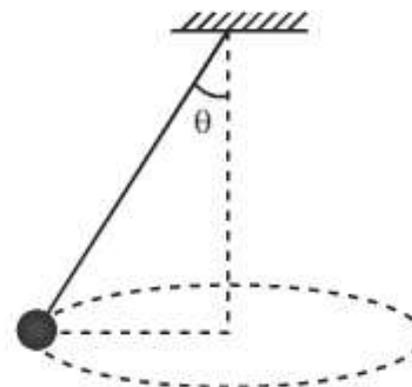
$$F_P \cdot \text{cos } \theta_P = F_C \cdot \text{cos } \theta_C$$

Eixo y  $\rightarrow$  equilíbrio estático

$$F_P \text{ sen } \theta_P + F_C \text{ sen } \theta_C = mg$$

a)  $F_P \text{ cos } \theta_P = F_C \text{ cos } \theta_C$  e  $F_P \text{ sen } \theta_P + F_C \text{ sen } \theta_C = mg$ .  $\leftarrow$

3. Um brinquedo muito famoso e frequentado em parques de diversões é o chapéu mexicano. Caso tenhamos interesse em estudar o movimento executado pela pessoa que está se aventurando no brinquedo, podemos representar o seu movimento esquematicamente por meio de um pêndulo cônico.



Admitindo que o peso de cada banco é 60 N e que a resultante na posição indicada no esquema seja horizontal, analise as afirmações.

- I. Há três forças aplicadas no corpo.
- II. A resultante apresenta sentido para a esquerda.
- III. A intensidade da resultante é 45 N.

Adote:

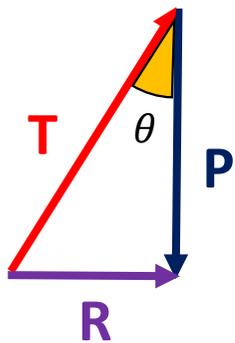
- $\text{sen } \theta = 0,6$
- $\text{cos } \theta = 0,8$

É(São) correta(s):

- a) Apenas I.      b) Apenas II.      c) Apenas III.      d) I e II.      e) I e III.

Admitindo que o peso de cada banco é 60 N e que a resultante na posição indicada no esquema seja horizontal, analise as afirmações.

- I. Há três forças aplicadas no corpo. (F)
- II. A resultante apresenta sentido para a esquerda. (F)
- III. A intensidade da resultante é 45 N. (V)



$$\tan \theta = \frac{R}{P}$$

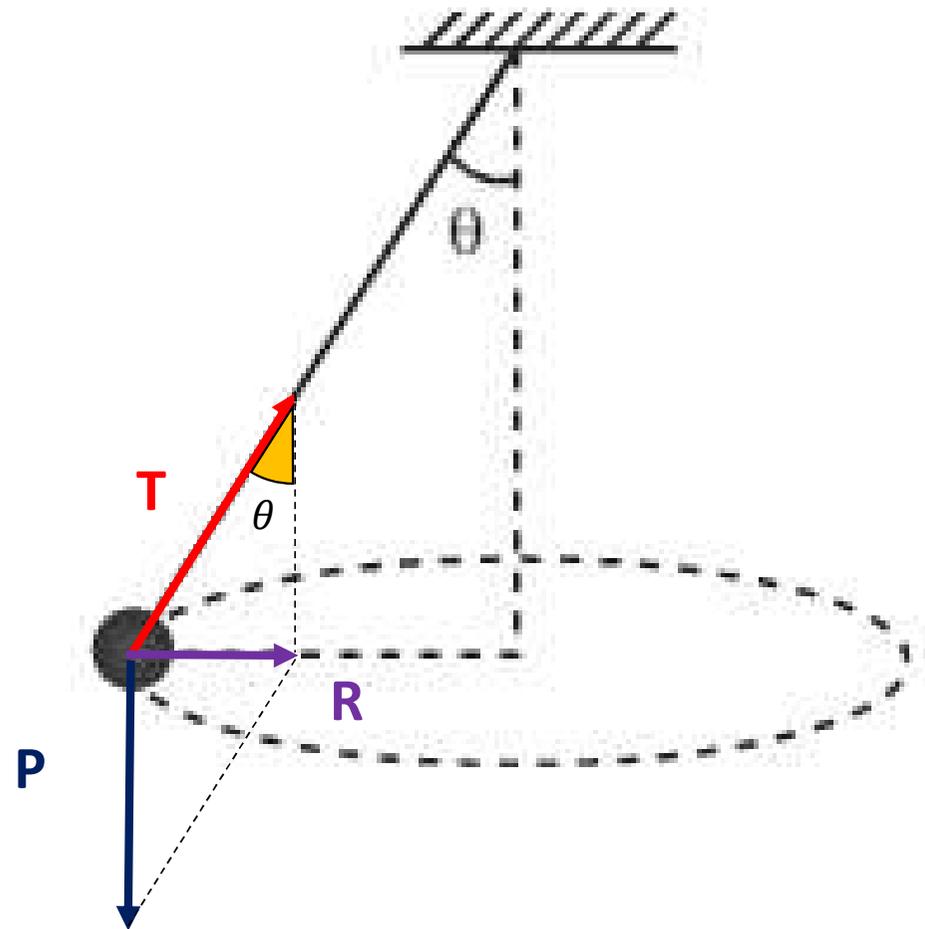
$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{R}{P}$$

$$\frac{0,6}{0,8} = \frac{R}{60}$$

$$R = \frac{60 \cdot 0,6}{0,8}$$

$$R = \frac{36}{0,8}$$

$$R = 45 \text{ N}$$



É(São) correta(s):

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.**
- d) I e II.
- e) I e III.

Adote:

- $\sin \theta = 0,6$
- $\cos \theta = 0,8$

## Tarefa

### Caderno de estudos 1

Leitura sugerida - Caderno de Estudos	TM	TC	TD
Cap. 1 - Dinâmica Newtoniana	Ex. 10, 11, 12, 13	Ex. 14, 18	
Cap. 6 - Dinâmica Newtoniana		Ex. 11	13,14