FÍSICA 1E

Aula 4: **Movimento bidimensional**

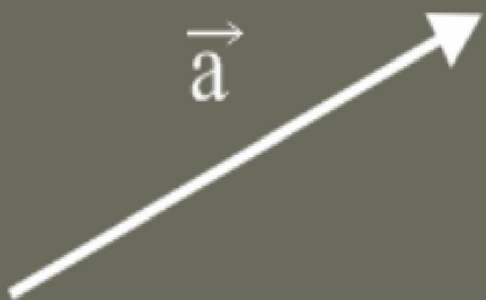
Professor: Ricardo de Sousa, Departamento de Física, UFAM
Turmas 1: **Ciência da Computação**

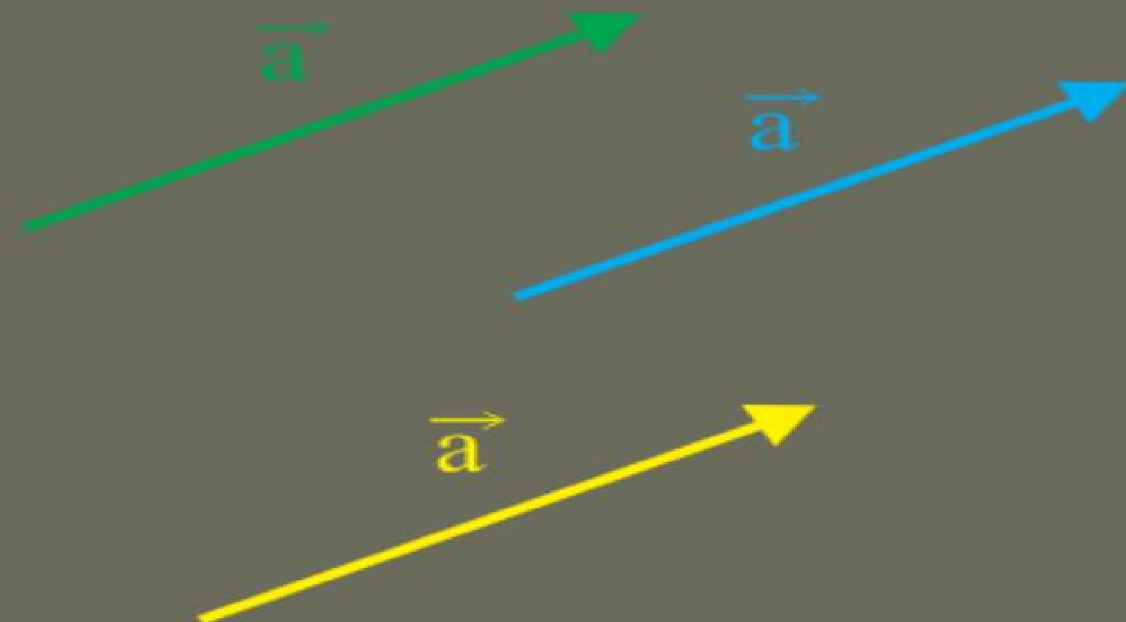
Site: http://fisica1ricardoufam.webnode.com
Facebook: Fisica1Ricardo
E-mail: jsousa@ufam.edu.br

Manaus-2021

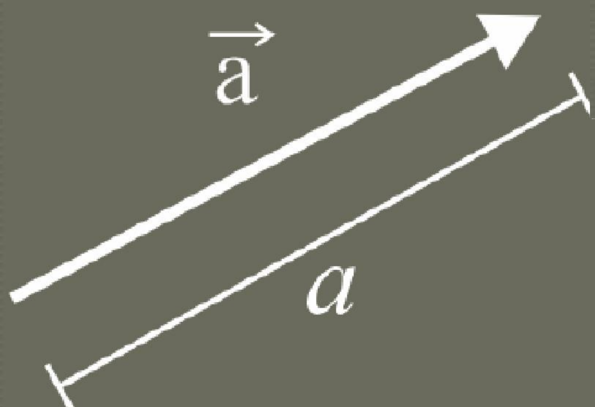
Vetores

Vetores são segmentos de reta orientados, que possuem módulo, direção e sentido.





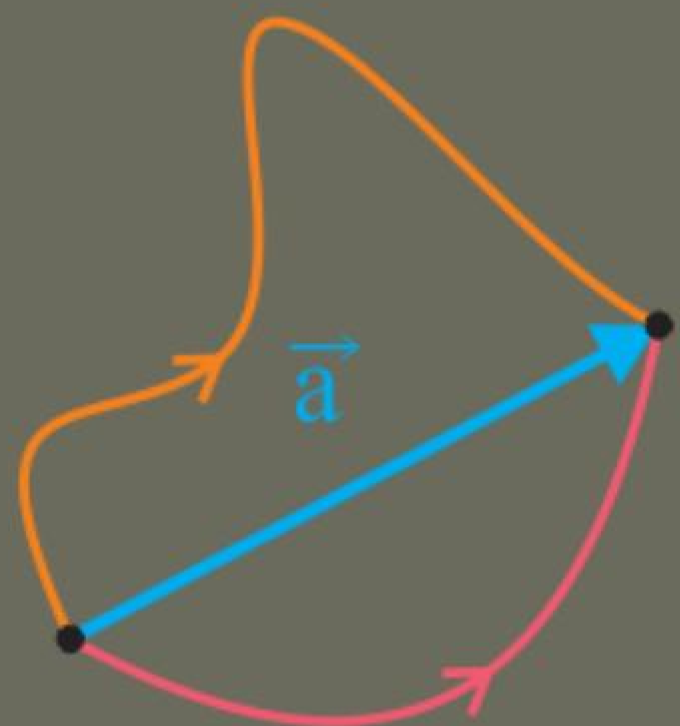
Os três vetores acima são iguais

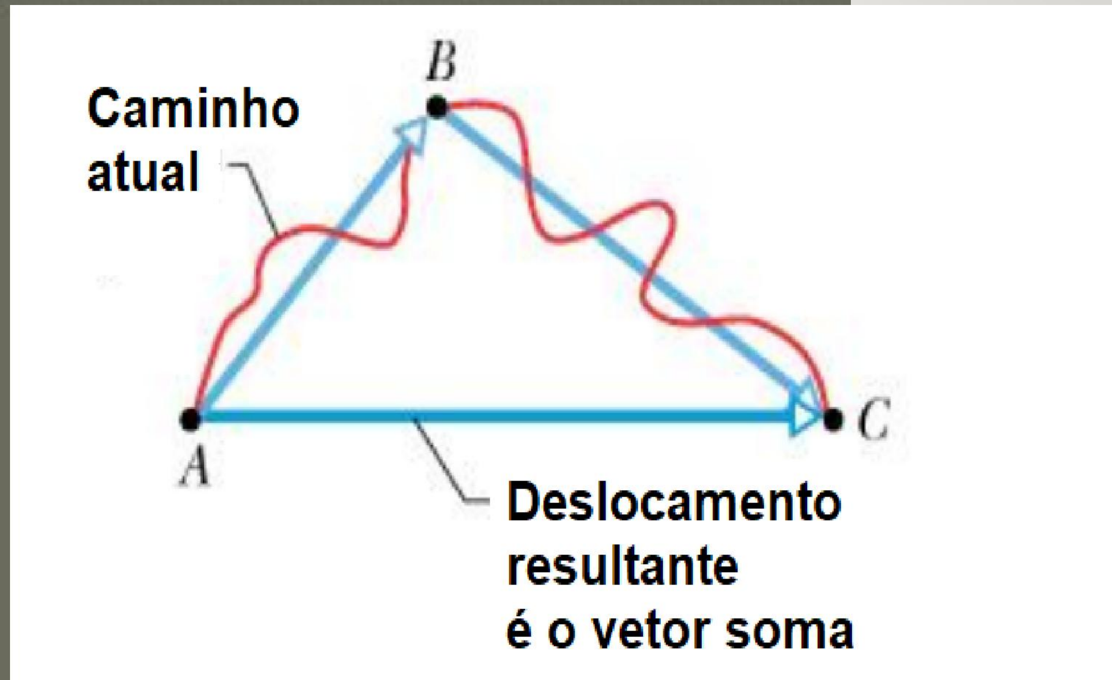


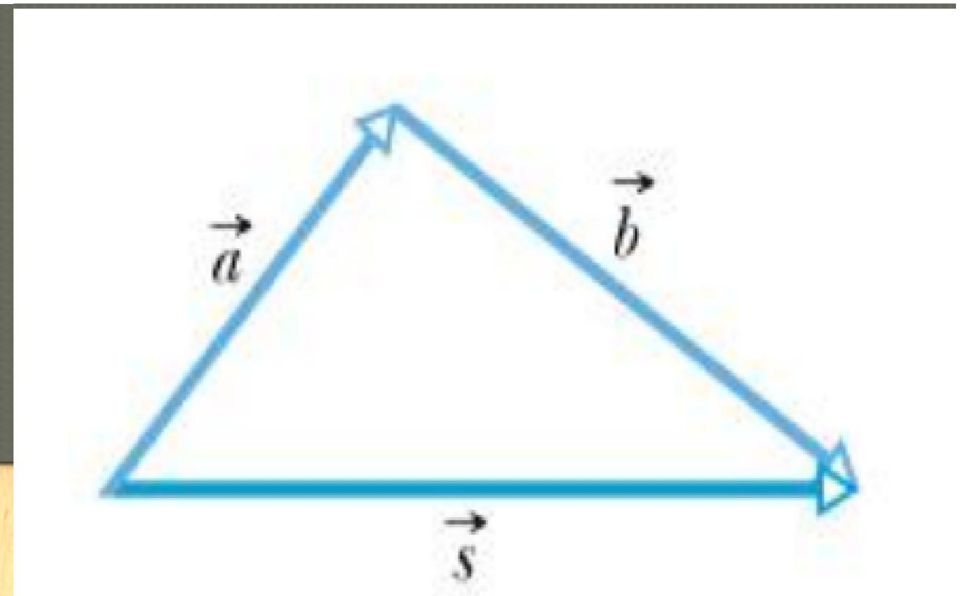
$$|\vec{a}| \propto a$$

O módulo de um vetor é proporcional ao seu comprimento.

Exemplo de vetor: Vetor deslocamento



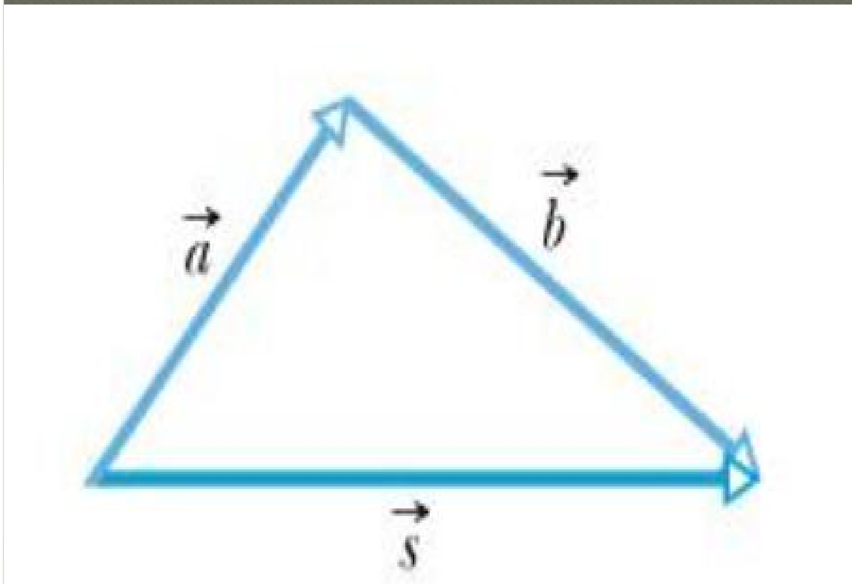




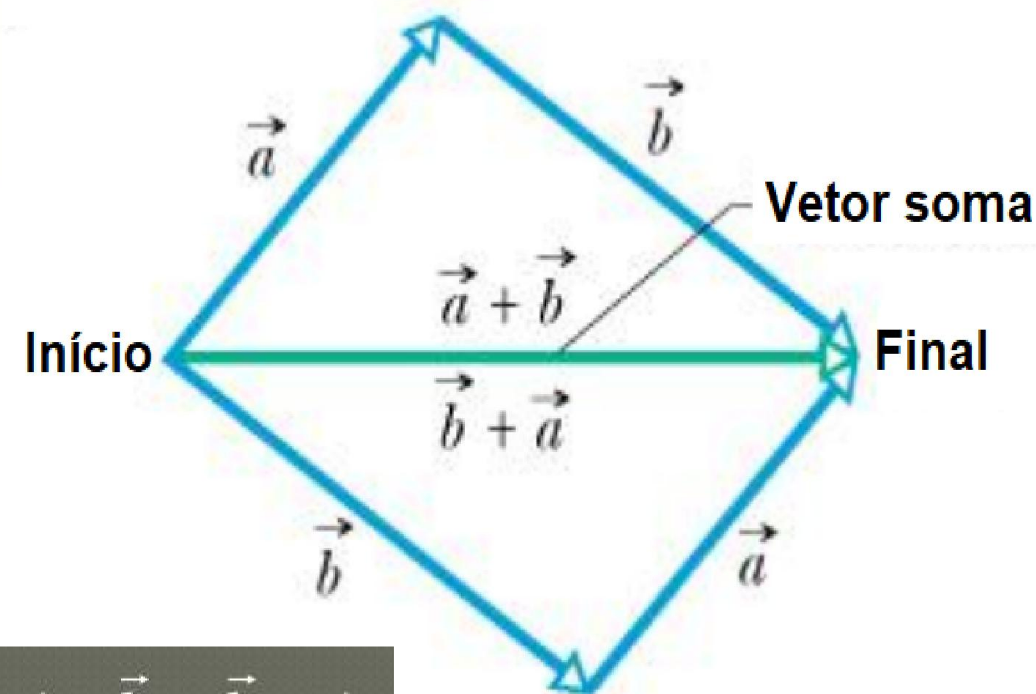
O vetor deslocamento parte do ponto inicial e termina no ponto final da trajetória.

Soma de vetores

Propriedade comutativa

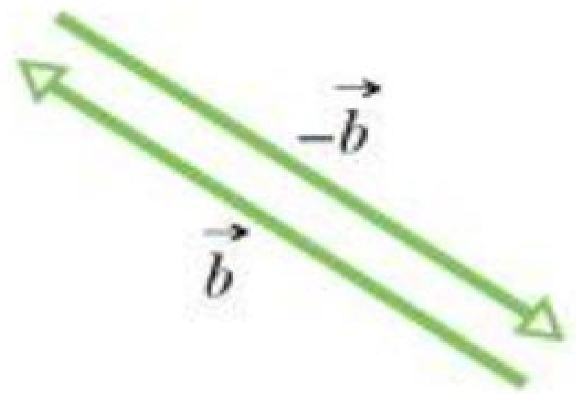


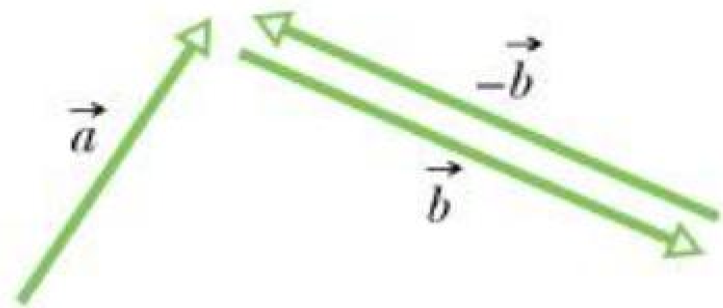
$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$



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

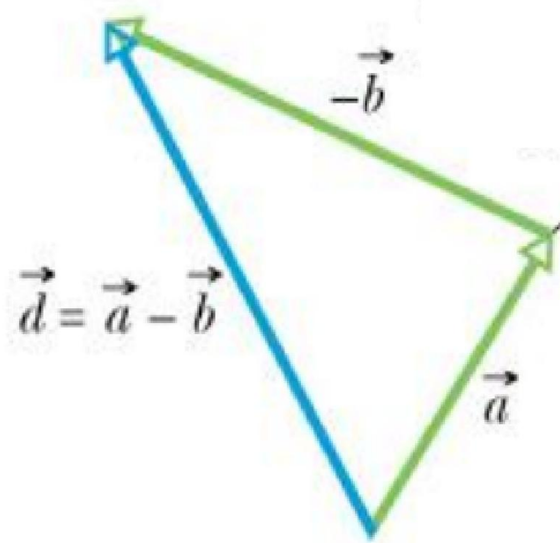
Subtração de vetores





(a)

Invertendo-se o sentido do vetor, seu sinal muda



Note o arranjo cabeça-cauda para adição

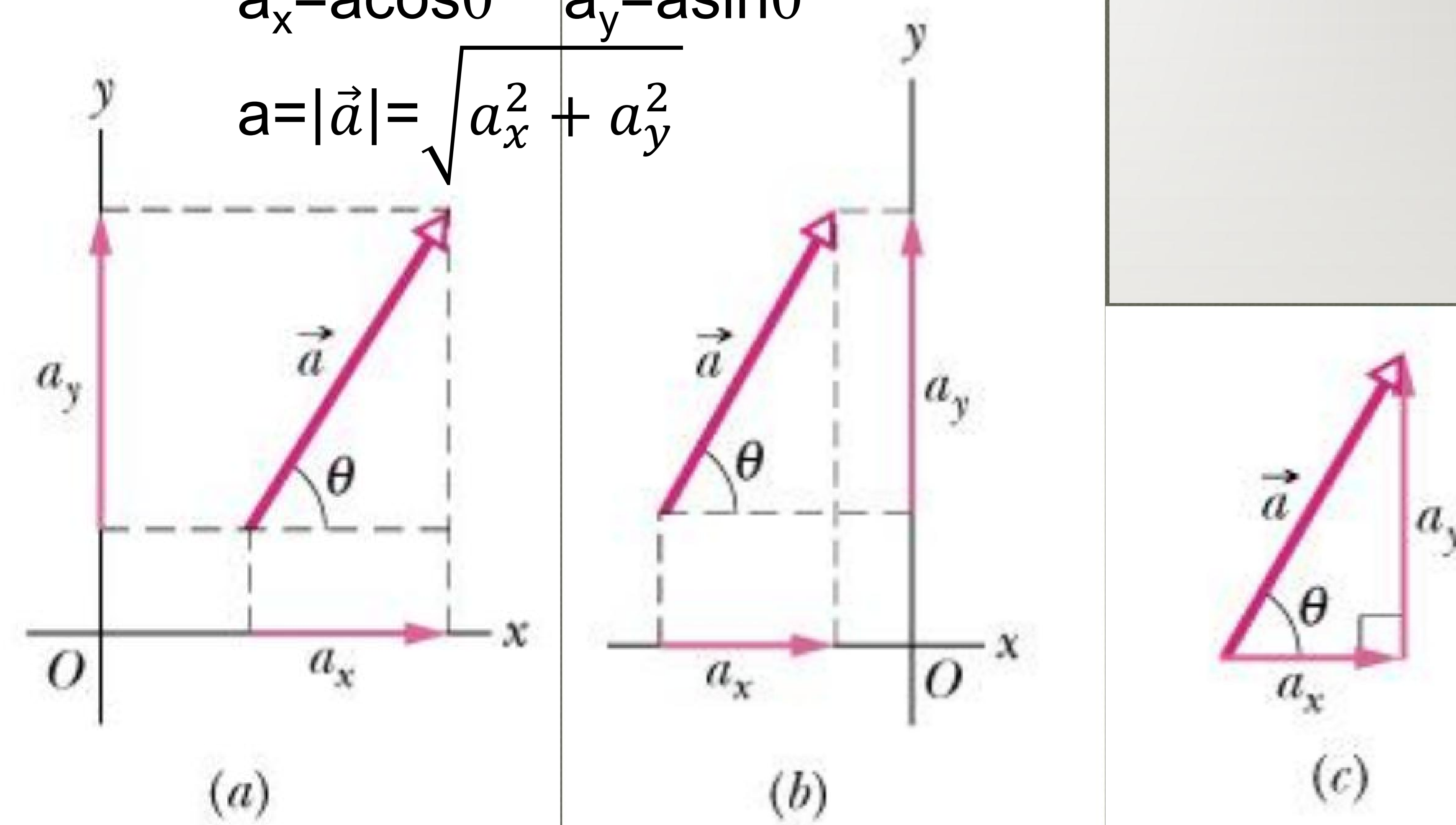
(b)

Componentes dos vetores

Os componentes de um vetor são obtidas por meio da projeção do vetor sobre os eixos do sistema de referência.

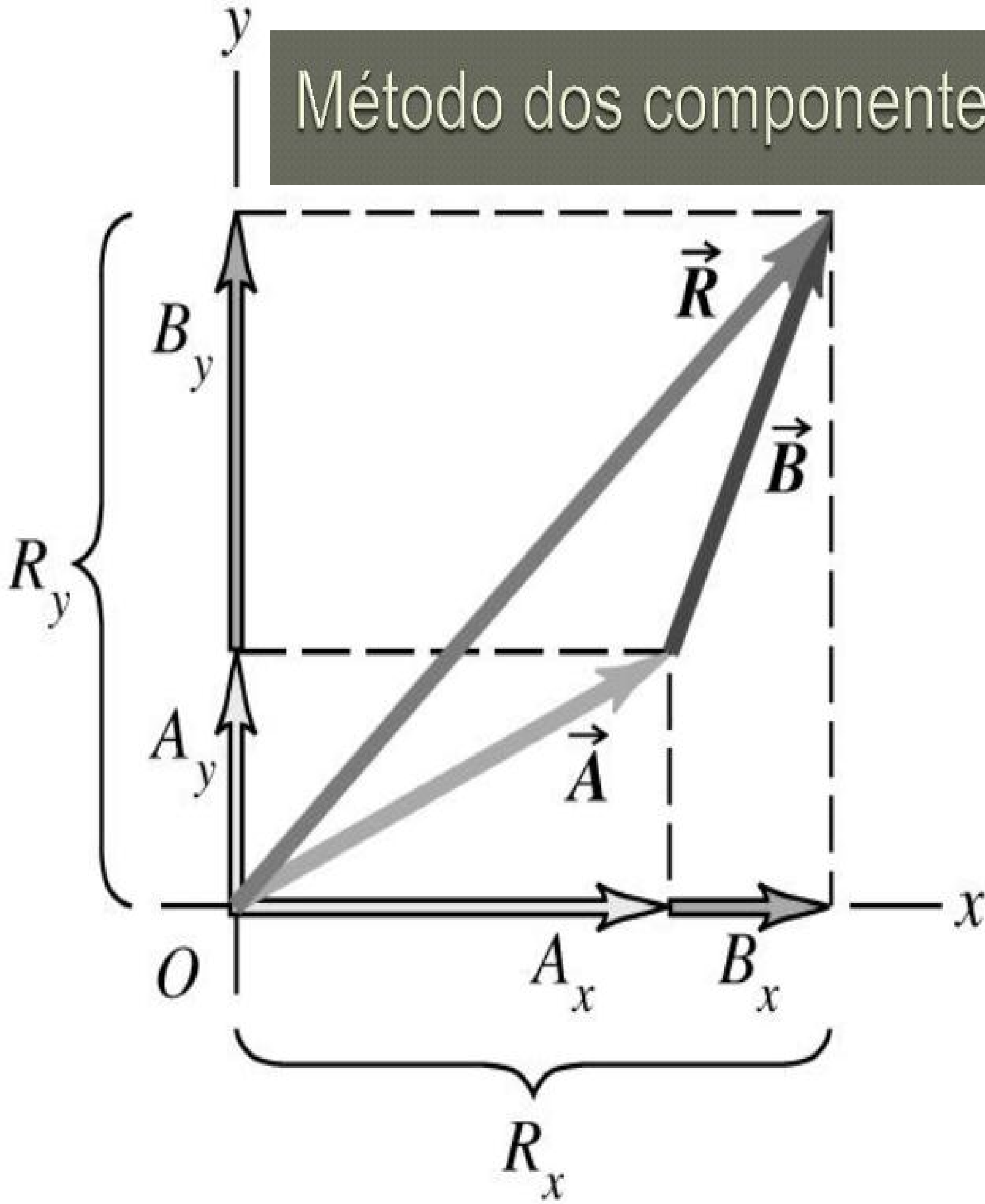
$a_x = a\cos\theta \quad a_y = a\sin\theta$

$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$



Soma vetorial

Método dos componentes

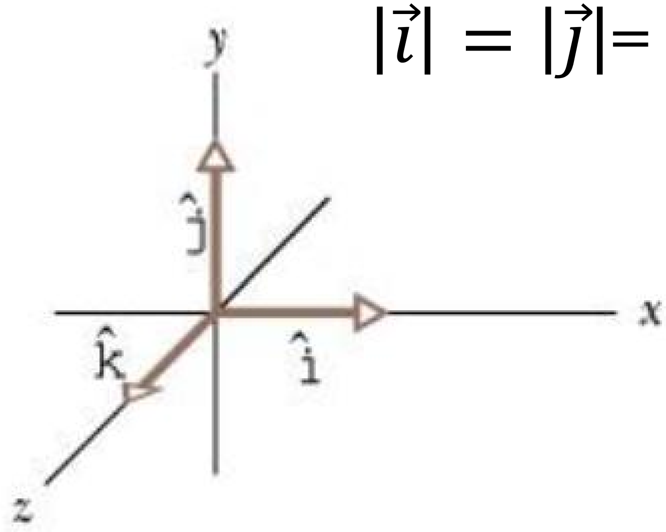


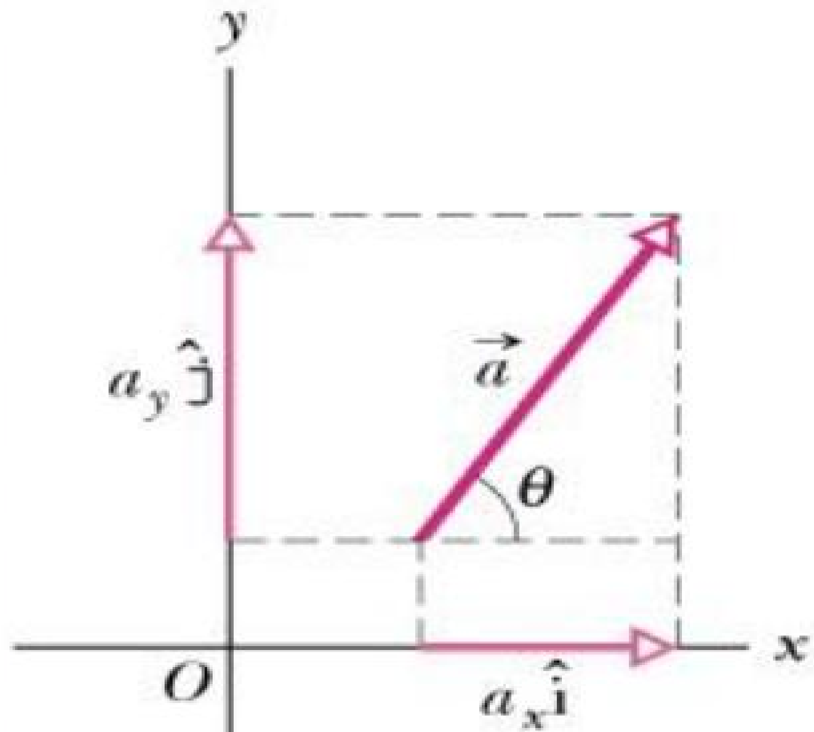
$$R_x = A_x + B_x$$

$$R_y = A_y + B_y$$

Vetores unitários

$|\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1$





$a_x = a\cos\theta$

$a_y = a\sin\theta$

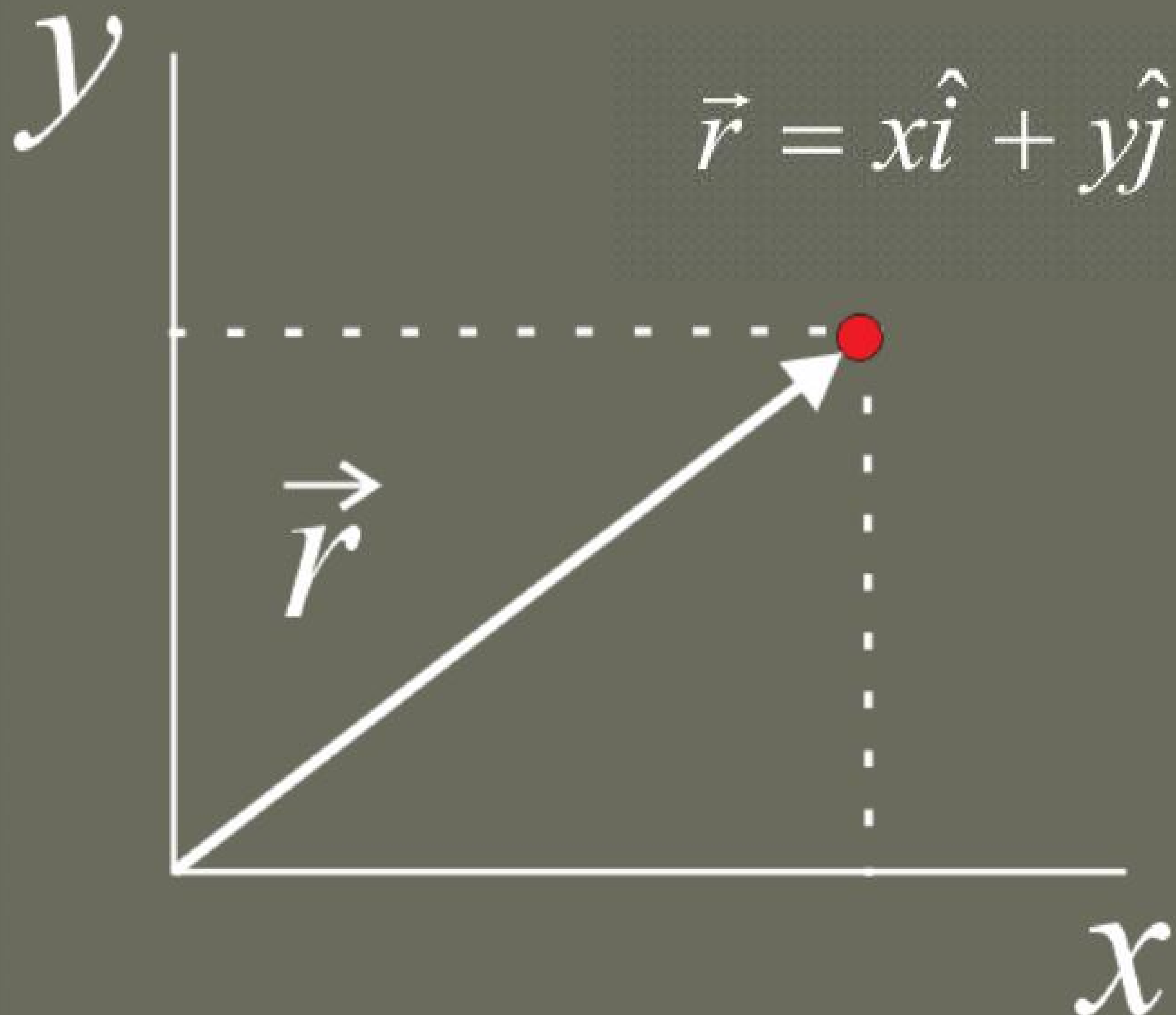
$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$

$$\mathbf{a} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j}$$

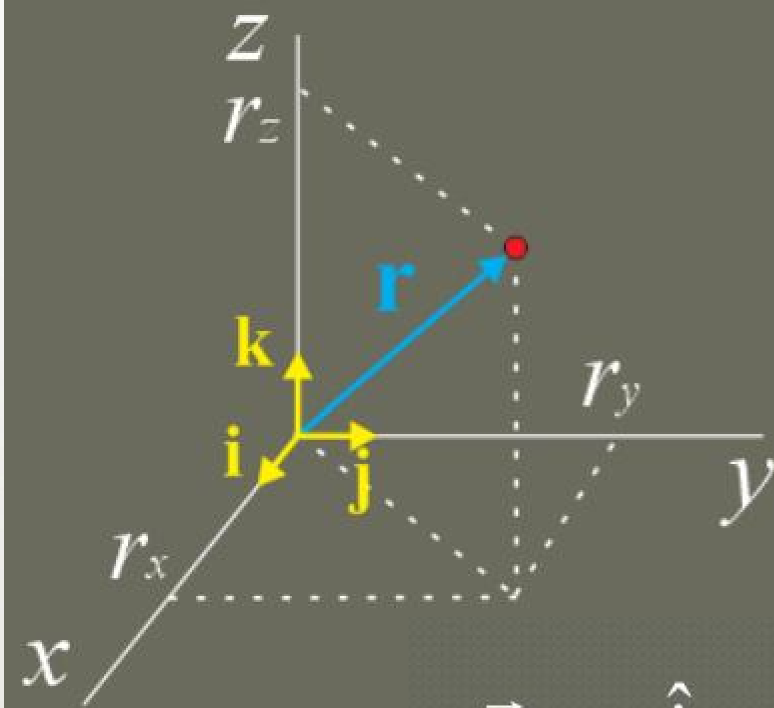
$$\vec{a} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j}$$

Posição de objetos no plano

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$



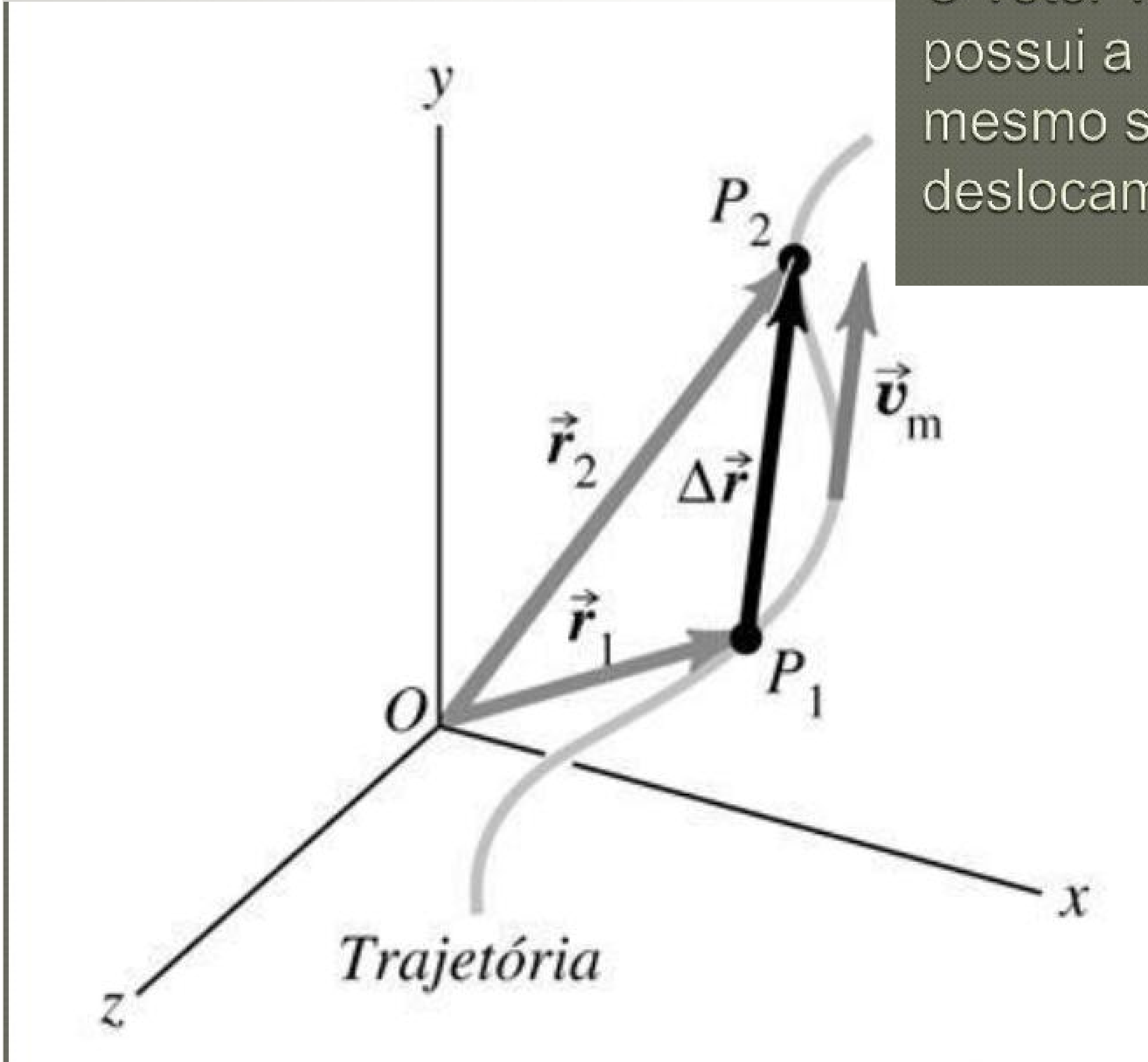
Posição de objetos no espaço



$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$$

Deslocamento e velocidade média

O vetor velocidade média possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor deslocamento.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

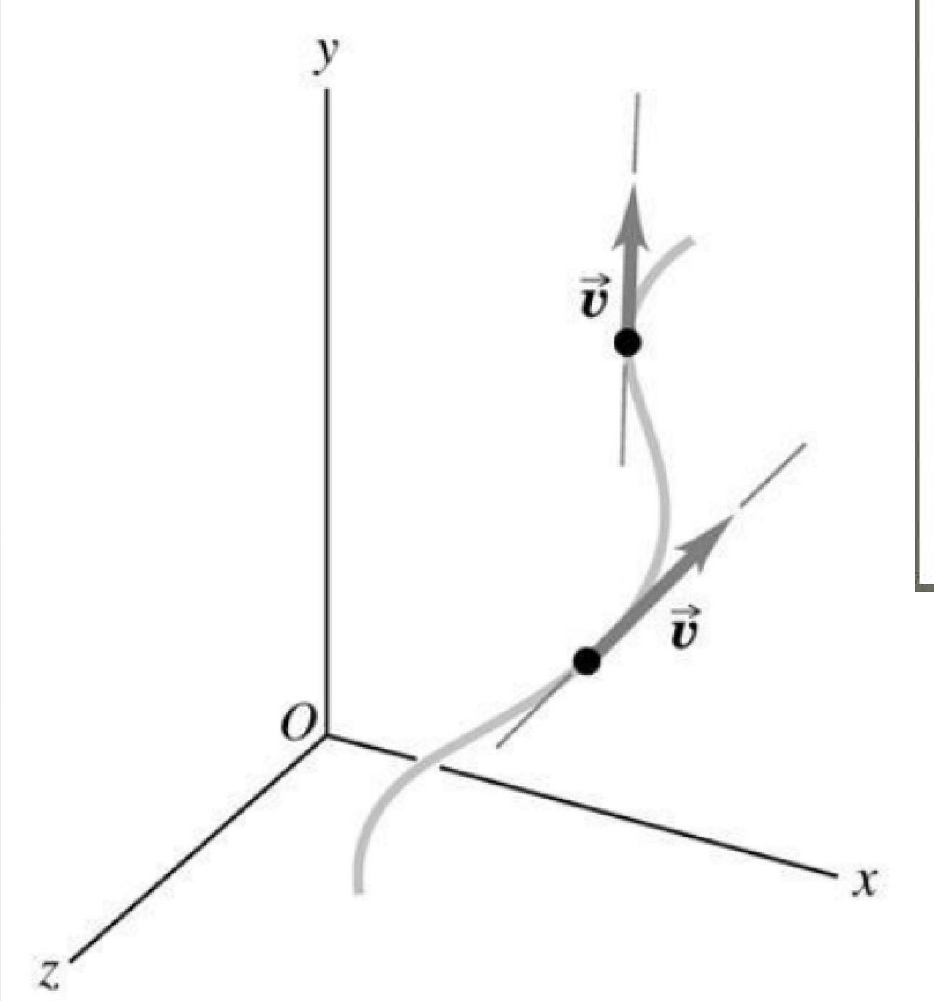
Velocidade instantânea

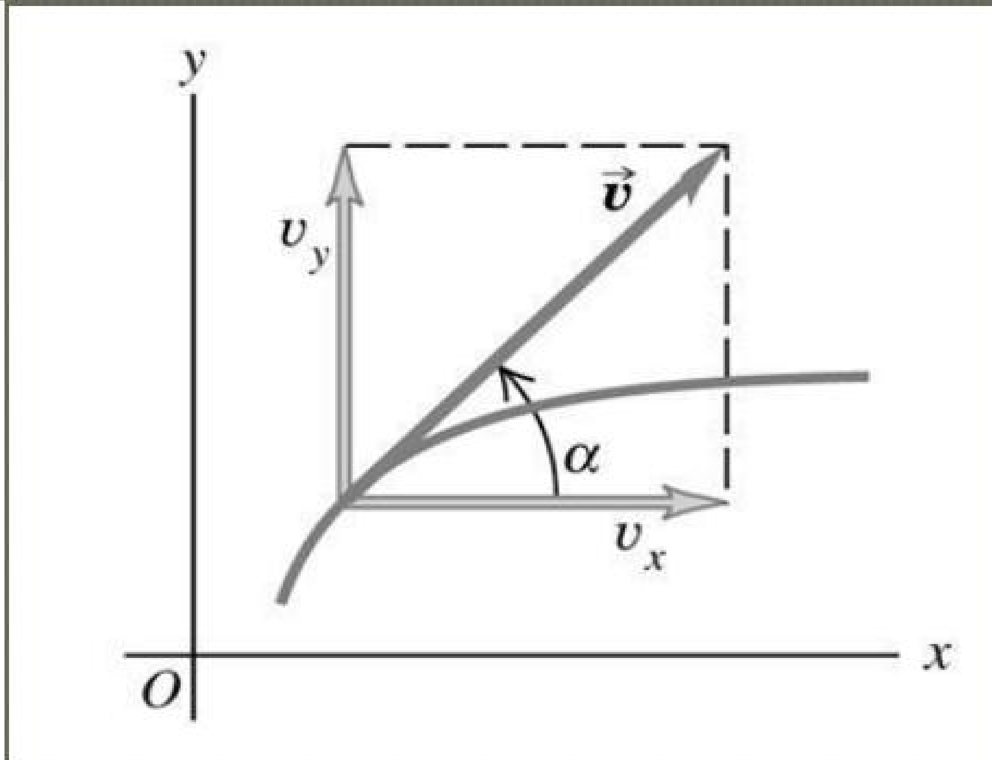
A velocidade instantânea num ponto é o limite da razão entre um deslocamento feito a partir do ponto e o intervalo de tempo decorrido no deslocamento, quando o intervalo de tempo tende a zero.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\vec{r}_{t+\Delta t} - \vec{r}_t}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \right)$$

$\dfrac{d\vec{r}}{dt}$ é a *derivada primeira* da função $\vec{r}(t)$ em relação a *t*.

A velocidade instantânea **v** em cada ponto é tangente à trajetória no referido ponto.





$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x}$$

$$|\vec{v}| = v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Aceleração média

$$\vec{a}_{m,AB} = \frac{\Delta\vec{v}_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \frac{\vec{v}_B - \vec{v}_A}{t_B - t_A}$$

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

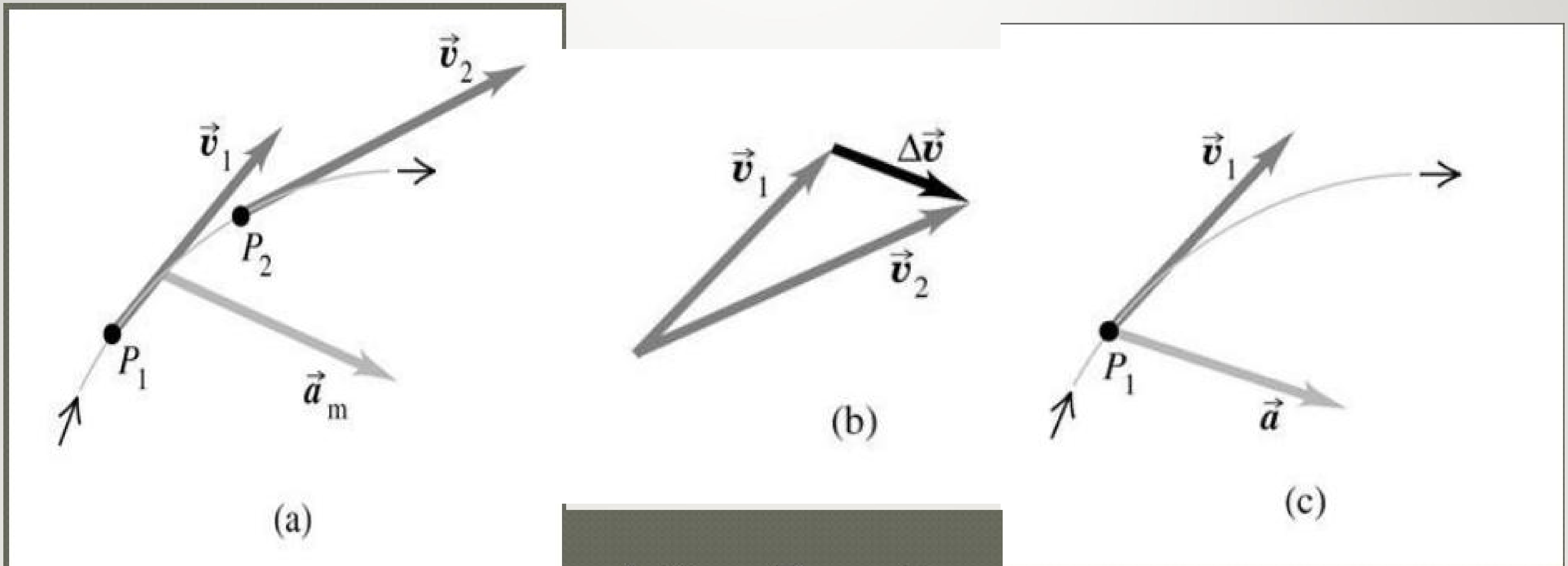
Aceleração instantânea

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\vec{v}_{t+\Delta t} - \vec{v}_t}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$\frac{d\vec{v}}{dt}$ é a *derivada* primeira da função $\vec{v}(t)$ em relação a *t*.

$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ é a *derivada* segunda da função $\vec{r}(t)$ em relação a *t*.

Aceleração média e aceleração instantânea



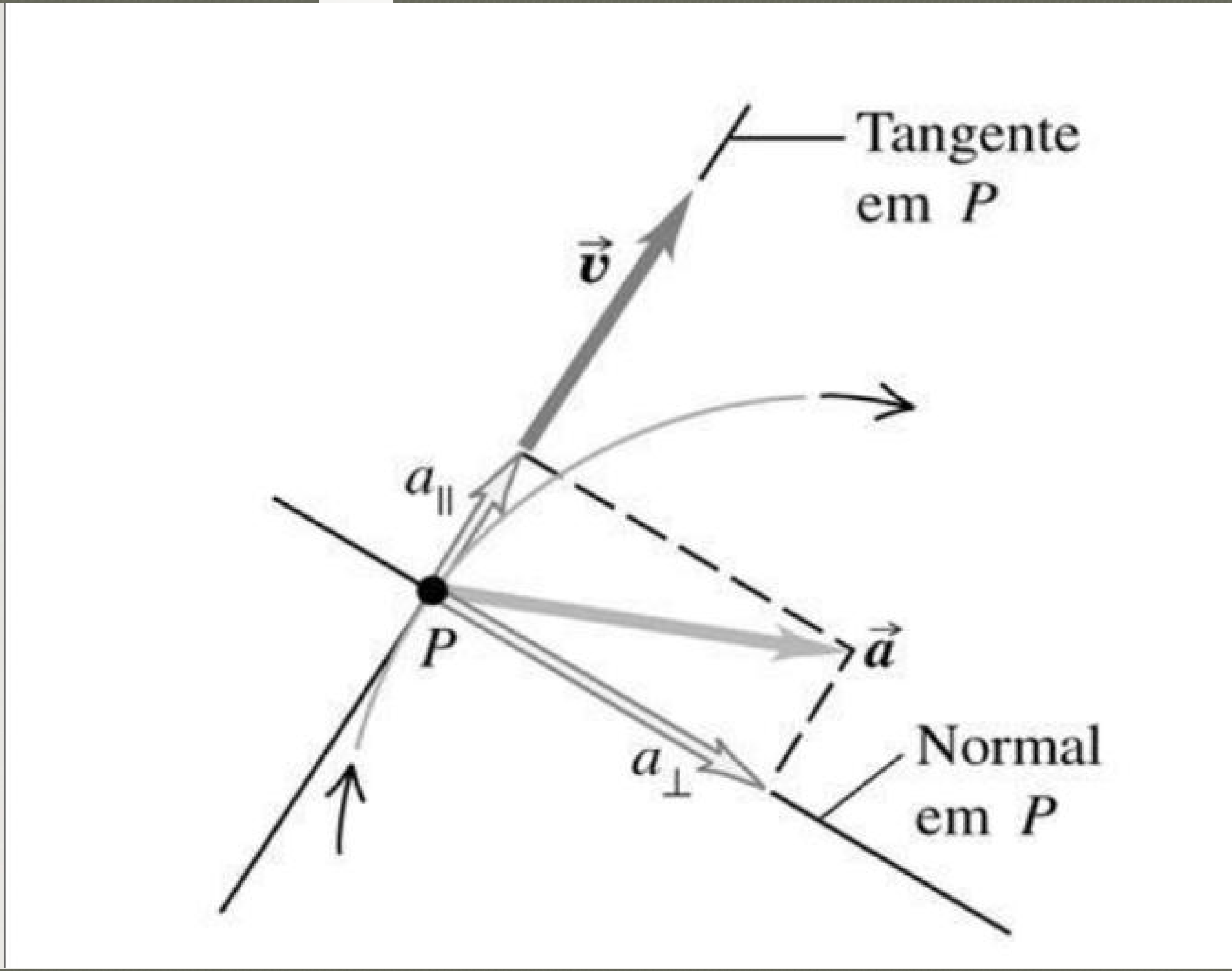
$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Aceleração

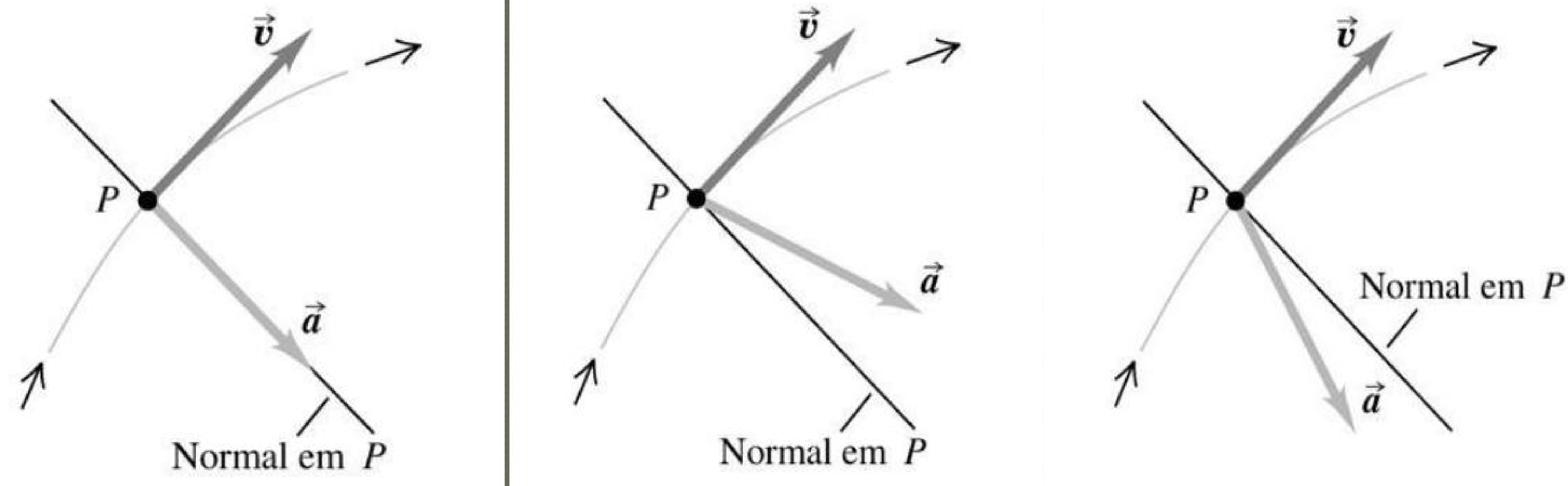
Componentes do vetor aceleração



$a_{\parallel}$ $\rightarrow$ Componente da aceleração paralela ao vetor velocidade.

$a_{\perp}$ $\rightarrow$ Componente da aceleração perpendicular ao vetor velocidade.

Direção e sentido do vetor aceleração



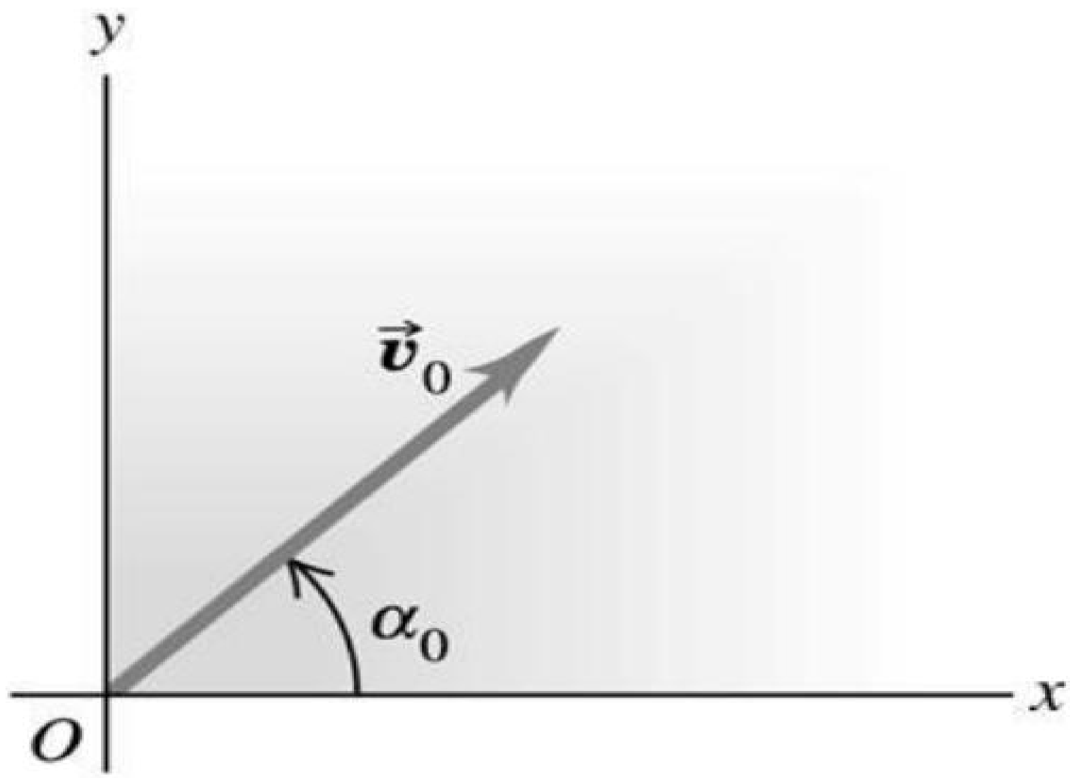
(a) (b) (c)

Velocidade escalar **constante**

Velocidade escalar **crescente**

Velocidade escalar **decrescente**

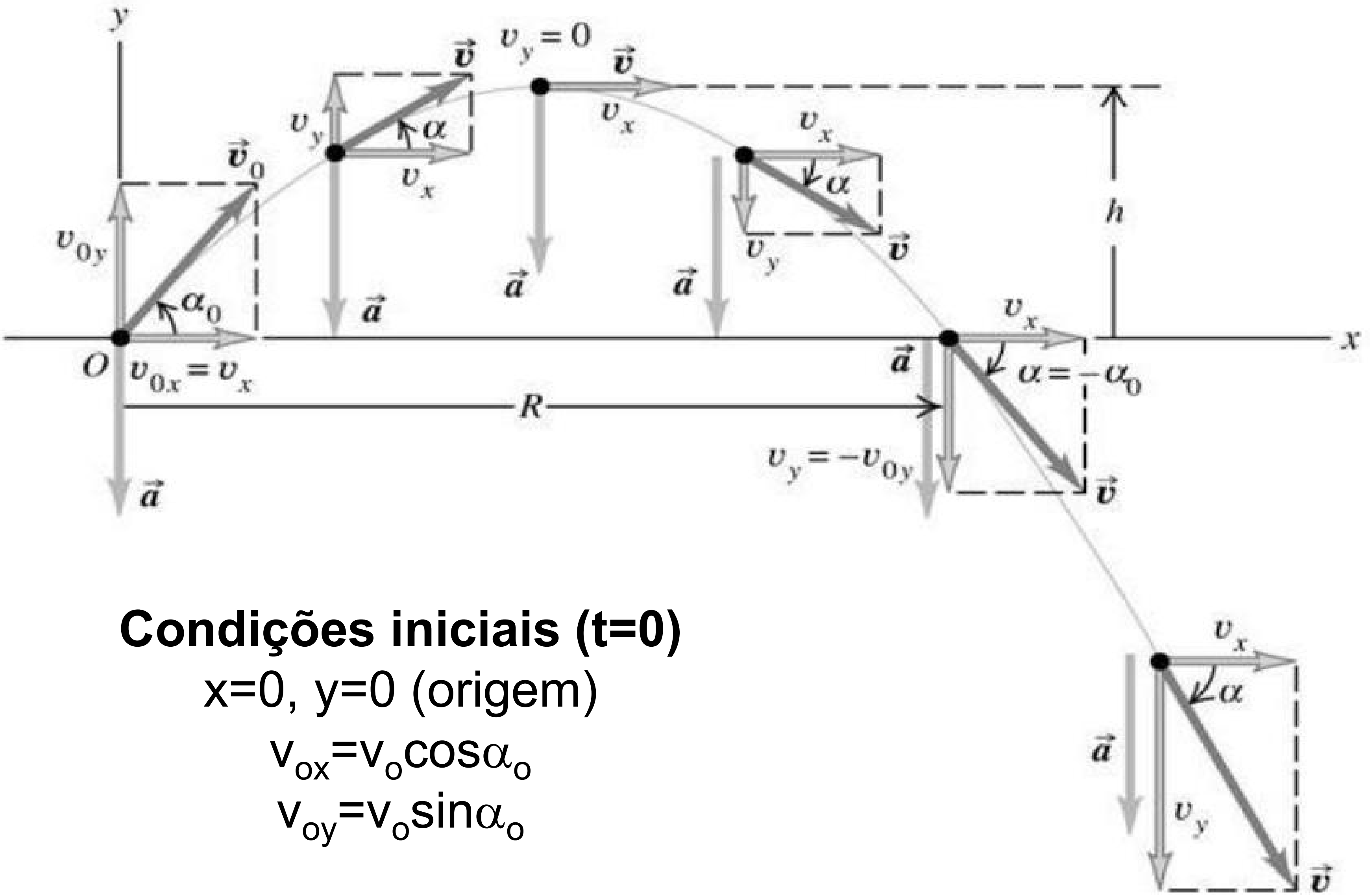
Movimento de projéteis



$$\vec{a} = -g\hat{j}$$

- O lançamento de projétil resulta num movimento contido no plano vertical;
- Os movimentos em *x* e *y* são independentes (ortogonais);
- O movimento em *x* ocorre com velocidade constante ($a_x = 0$);
- O movimento em *y* ocorre com aceleração constante ($a_y = -g$).

Decomposição do movimento de um projétil



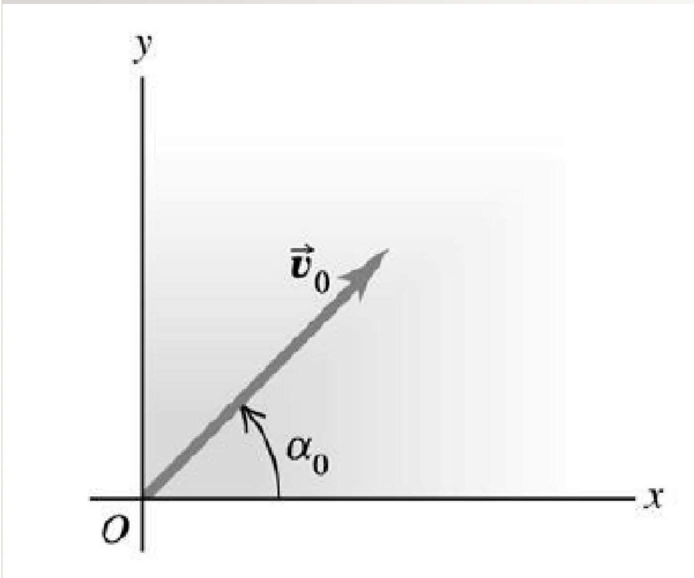
Condições iniciais (t=0)

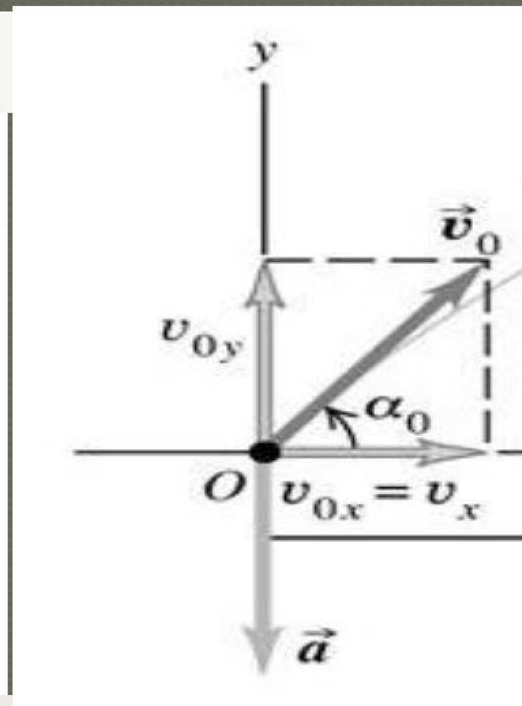
x=0, y=0 (origem)

$v_{ox}=v_o\cos\alpha_o$

$v_{oy}=v_o\sin\alpha_o$

Movimento de projéteis





$$x - x_0 = v_x t$$

$$y - y_0 = v_{y0} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Trajetória

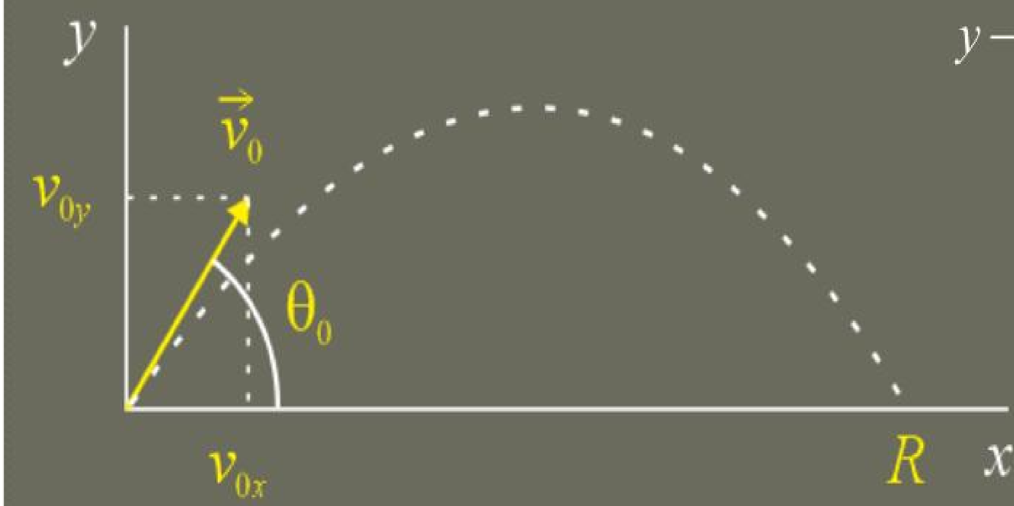
Movimento em *x*: $x = (v_0 \cos \alpha_0) t$

Movimento em *y*: $y = (v_0 \operatorname{sen} \alpha_0) t - \frac{1}{2} g t^2$

Equação de uma parábola

$$\boxed{y = (\tan \alpha_0) x - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha_0} x^2}$$

Alcance horizontal



$$x - x_0 = v_{0x} t$$

$$y - y_0 = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = R \\ x_0 = 0 \\ y = 0 \\ y_0 = 0 \\ v_{0x} = v_0 \cos\theta_0 \\ v_{0y} = v_0 \,\mathrm{sen}\,\theta_0 \end{array} \right.$$

Movimento em *x*: $R = (v_0 \cos\theta_0)\, t$

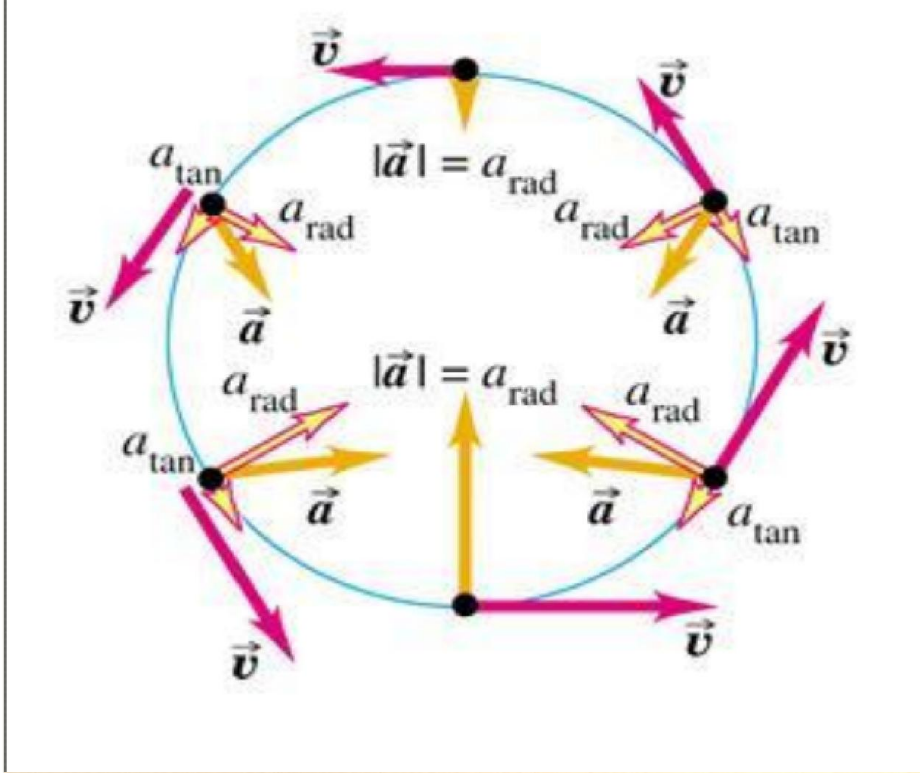
Movimento em *y*: $0 = (v_0 \,\mathrm{sen}\,\theta_0)\, t - \frac{1}{2} g t^2$

$$\boxed{R = \frac{v_0^2}{g} \,\mathrm{sen}\, 2\theta_0}$$

Movimento circular

Velocidade escalar variável

Movimento circular variável (MCV)



Vetor velocidade:

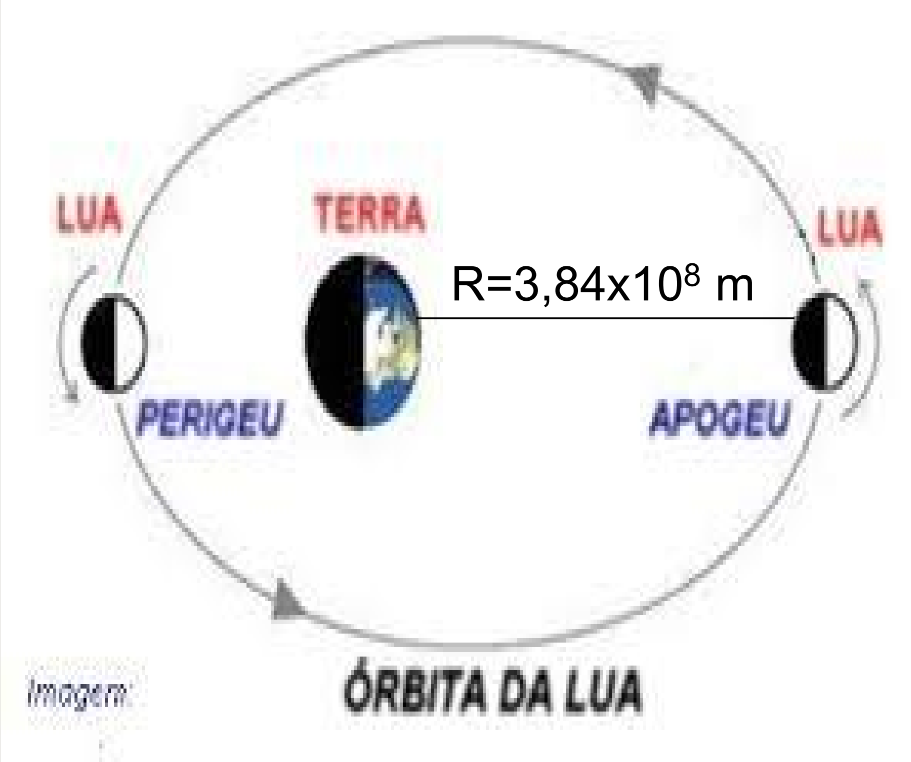
$$\vec{v} = v\hat{u}_\phi$$

$$\boxed{a = \frac{v^2}{r}}$$

Vetor aceleração:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv\hat{u}_\phi}{dt} = v\frac{d\hat{u}_\phi}{dt} + \hat{u}\frac{dv}{dt}$$

4-Calcular (a) a velocidade angular, (b) a velocidade linear, e (c) a aceleração centrípeta da Lua, considerando-se que a Lua leva 28 dias para fazer uma revolução completa, e que a distância da Terra à Lua é $38,4 \times 10^4$ km.



Período: T=28 dias=$2,42 \times 10^6$ s

a) $w = \frac{2\pi}{T} = 2,6 \times 10^{-6}$ rad/s

b) $\mathrm{v} = wR = 998$ m/s

c) $a_r = \frac{v^2}{R} = 2,6 \times 10^{-3}$ m/s^2