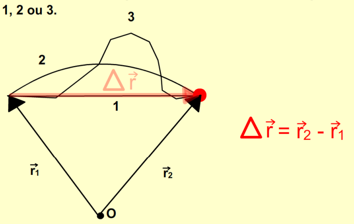
Cinemática Vetorial

Deslocamento Vetorial: Consideremos uma partícula em movimento num plano, que descreve uma das trajetórias, 1, 2 ou 3.



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

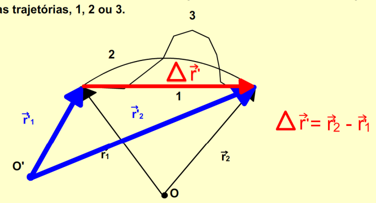
Tomando como referência o ponto O, o vetor $\vec{r}_1$ dá a posição inicial da partícula e o vetor $\vec{r}_2$, a posição final. A variação de posição corresponde ao deslocamento da partícula que ocorre num certo intervalo de tempo é dado pelo vetor $\Delta\vec{r}$.

Note que o deslocamento vetorial $\Delta\vec{r}$ independe da trajetória.

jul 9-15:46

Cinemática Vetorial

Deslocamento Vetorial: Consideremos uma partícula em movimento num plano, que descreve uma das trajetórias, 1, 2 ou 3.



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

Agora vamos tomar um outro ponto O' como referência.

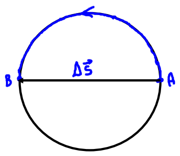
Comparando o $\Delta\vec{r}$ no primeiro deslocamento com $\Delta\vec{r}$ podemos observar que se trata de dois vetores iguais (têm mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido). Podemos concluir que a mudança do ponto de referência não altera o deslocamento vetorial. O ponto de referência é arbitrário.

jul 9-15:46

Exercício de aprendizagem:

(ifsul) - Uma partícula de certa massa movimenta-se sobre um plano horizontal, realizando meia volta em uma circunferência de raio 5,00 m. Considerando π = 3,14 a distância percorrida e o módulo do vetor deslocamento são, respectivamente, iguais a:

a) 15,70 m e 10,00 m
b) 31,40 m e 10,00 m
c) 15,70 m e 15,70 m
d) 10,00 m e 15,70 m



$2\pi R$

$\Delta s = \frac{2\pi R}{2}$

$\Delta s = \pi R$

$\Delta s = 3{,}14 \cdot 5{,}00$

$\Delta s = \underline{15{,}70\ m}$

$|\Delta\vec{s}| = 2 \cdot R$

$|\Delta\vec{s}| = 2 \cdot 5{,}00m$

$\boxed{|\Delta\vec{s}| = 10{,}00\ m}$

jun 26-09:46

Velocidade vetorial

Definição:

Para um ponto material que descreve uma trajetória qualquer (retilínea ou curvilínea), a velocidade vetorial média é definida pela razão entre o vetor deslocamento e o respectivo intervalo de tempo.

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

Δt é uma gradeza escalar e sempre positiva. A relação $\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ pode ser escrita:

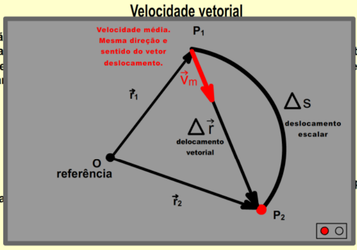
$$\vec{v}_m = \frac{1}{\Delta t} \cdot \Delta\vec{r}$$

$\vec{v}_m$ é o produto de um escalar positivo por um vetor. Logo $\vec{v}_m$ é um vetor que tem a mesma direção e o mesmo sentido do vetor $\Delta\vec{r}$.

jul 9-15:46

Velocidade vetorial

Definiçã ... Para ... curvilíne ... deslocan ... ilínea ou ... o vetor

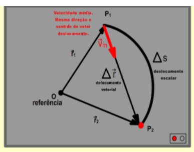


Δt ... escrita ... pode ser

$\vec{v}_m$ é o produto de um escalar positivo por um vetor. Logo $\vec{v}_m$ é um vetor que tem a mesma direção e o mesmo sentido do vetor $\Delta\vec{r}$.

jul 9-15:46

Na figura, podemos observar que, quando a partícula vai de P_1 a P_2, ela sofre além do deslocamento vetorial, o deslocamento escalar $\Delta s = s_f - s_i$.



Comparando o módulo de Δs com o de $\Delta\vec{r}$ temos:

$|\Delta s| \geq |\Delta\vec{r}|$

$|\Delta s| = |\Delta\vec{r}| \rightarrow$ trajetória retilínea

$|\Delta s| > |\Delta\vec{r}| \rightarrow$ trajetória curvilínea

Observe o que acontece, se dividirmos ambos os membros da expressão $|\Delta s| \geq |\Delta\vec{r}|$ por Δt:

$$\frac{|\Delta s|}{\Delta t} \geq \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t}$$

$$\boxed{|v_m| \geq |\vec{v}_m|}$$ obs.

jul 9-15:46

I. Em Física, só tem sentido falar em velocidade como vetor.

II. A velocidade média assim como o deslocamento é um vetor, por isso costuma-se chamá-la de velocidade vetorial média.
A denominação vetorial é desnecessária.

III. A velocidade escalar média v_m, definida a partir do espaço percorrido, não é um vetor e não permite representação gráfica.

$|\Delta s| \geq |\Delta \vec{r}|$ por Δt :

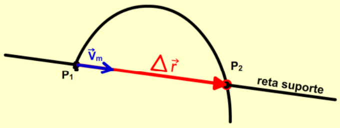
$$\frac{|\Delta s|}{\Delta t} \geq \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t}$$

$$\boxed{|v_m| \geq |\vec{v}_m|}$$ obs.

jul 9-15:46

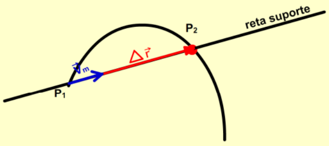
Velocidade Vetorial Instantânea

Como já foi visto até agora, o vetor velocidade média tem a mesma direção e sentido do vetor deslocamento. Para você entender melhor a velocidade vetorial instantânea vamos inserir na figura uma reta suporte para mostrar melhor a direção do vetor deslocamente e da velocidade vetorial média.



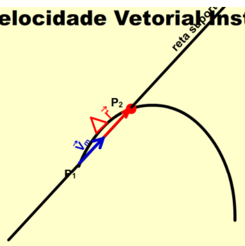
jul 9-15:46

Velocidade Vetorial Instantânea



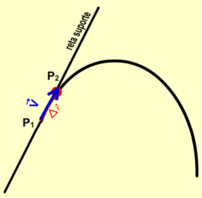
jul 9-15:47

Velocidade Vetorial Instantânea



jul 9-15:47

Velocidade Vetorial Instantânea

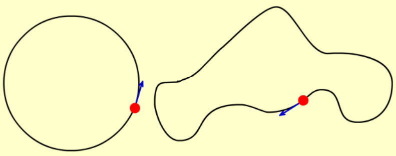


Observe na figura que quando P_2 está mais próximo de P_1 , a direção da reta suporte do vetor $\vec{v}_m$ aproxima-se da direção da reta tangente à trajetória no ponto P_1, e o intervalo de tempo diminui, aproximando-se de zero. Isso nos leva a concluir que a velocidade vetorial instantânea é tangente à trajetória.

jul 9-15:47

Velocidade Vetorial Instantânea

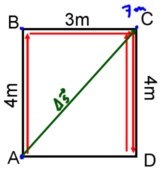
Abaixo vemos a velocidade vetorial instantânea representada por um vetor sempre tangente à trajetória.



jul 9-16:02

2) Um corpo desloca-se de A até B, depois de B a C, de C a D e retorna a C. Esse deslocamento total dura 5s. Determine:

a) a velocidade escalar média;
b) a velocidade média.



a) $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$V_m = \frac{S_c - S_A}{\Delta t}$

$V_m = \frac{7 - 0}{5}$

$\boxed{V_m = \frac{7}{5}\ m/s}$

$\boxed{V_m = 1{,}4\ m/s}$

b) $|\vec{V}_m| = \frac{|\Delta\vec{s}|}{\Delta t}$

$|\Delta\vec{s}| = \sqrt{3^2 + 4^2}$

$|\Delta\vec{s}| = \sqrt{9+16}$

$|\Delta\vec{s}| = \sqrt{25}$

$|\Delta\vec{s}| = 5\ m$

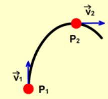
$|\vec{V}_m| = \frac{5\ m}{5\ s}$

$\boxed{|\vec{V}_m| = 1\ m/s}$

jun 26-09:54

Aceleração Vetorial

Aceleração vetorial média: Considere agora uma partícula que, percorrendo uma trajetória como a esquematizada na figura abaixo, passa pela posição P_1 no instante t_1 com velocidade vetorial $\vec{v}_1$ e pela posição P_2 no instnate t_2 com velocidade vetorial $\vec{v}_2$.



De P_1 para P_2, a partícula experimenta uma variação de velocidade vetorial $\Delta\vec{v}$, dada por:

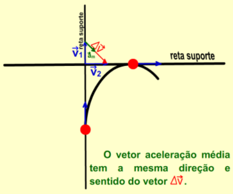
$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

A aceleração vetorial média da partícula no intervalo de t_1 a t_2 é definida por:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \vec{a}_m = \frac{1}{\Delta t} \cdot \Delta\vec{v}$$

A direção e o sentido do vetor aceleração média serão determinados pelo vetor $\Delta\vec{v}$.

jul 9-16:05



O vetor aceleração média tem a mesma direção e sentido do vetor $\Delta\vec{v}$.

jul 9-16:05

Vetor aceleração instantânea

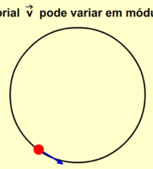
A aceleração vetorial instantânea $\vec{a}$ pode ser entendida como sendo uma aceleração vetorial média, quando o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno.
Sempre que houver variação da velocidade vetorial $\vec{v}$, haverá aceleração vetorial.
A velocidade vetorial $\vec{v}$ pode variar em módulo e em direção.

Módulo Direção Módulo e direção

jul 9-16:05

Vetor aceleração instantânea

A aceleração vetorial instantânea $\vec{a}$ pode ser entendida como sendo uma aceleração vetorial média, quando o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno.
Sempre que houver variação da velocidade vetorial $\vec{v}$, haverá aceleração vetorial.
A velocidade vetorial $\vec{v}$ pode variar em módulo e em direção.

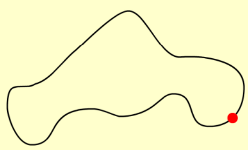


Módulo Direção Módulo e direção

jul 9-16:05

Vetor aceleração instantânea

A aceleração vetorial instantânea $\vec{a}$ pode ser entendida como sendo uma aceleração vetorial média, quando o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno.
Sempre que houver variação da velocidade vetorial $\vec{v}$, haverá aceleração vetorial.
A velocidade vetorial $\vec{v}$ pode variar em módulo e em direção.



Módulo Direção Módulo e direção

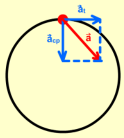
jul 9-16:05

Vetor aceleração instantânea

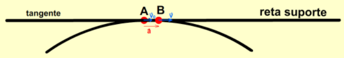
A aceleração vetorial instantânea $\vec{a}$ pode ser entendida como sendo uma aceleração vetorial média, quando o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno.

Sempre que houver variação da velocidade vetorial $\vec{v}$, haverá aceleração vetorial.

A velocidade vetorial $\vec{v}$ pode variar em módulo e em direção. Por esse motivo a aceleração vetorial $\vec{a}$ é decomposta em duas acelerações componentes: aceleração tangencial ($\vec{a}_t$), que está relacionada com a variação do módulo de $\vec{v}$, e a aceleração centrípeta ($\vec{a}_{cp}$), que está relacionada com a variação da direção de $\vec{v}$.



jul 9-16:11

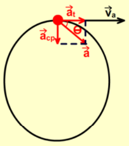


A partícula passou pelo ponto A com uma velocidade $\vec{v}_0$ e pelo ponto B com uma velocidade $\vec{v}$. Para isso ela gastou um intervalo de tempo Δt. Em um intervalo de tempo praticamente nulo, o quociente $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ é a aceleração vetorial instantânea. A direção e o sentido do vetor aceleração instantânea são determinados pelo vetor $\Delta \vec{v}$. (ver animação)

Observando a animação acima, e considerando-se que a partícula desloca na direção da tangente, teremos: um movimento retilíneo acelerado, se $\vec{a}$ tiver mesma direção e sentido do vetor $\vec{v}_0$; um movimento retardado, se $\vec{a}$ tiver mesma direção e sentido contrário do vetor $\vec{v}_0$.

No caso de a partícula descrever uma trajetória curvilínea, a aceleração vetorial instantânea é representada por um vetor que pode formar um ângulo Θ, com $0° < \Theta < 180°$ com vetor velocidade instantânea $\vec{v}$.

jul 9-16:11



$$|\vec{a}_t| = \frac{|\vec{v}| - |\vec{v}_0|}{\Delta t}$$

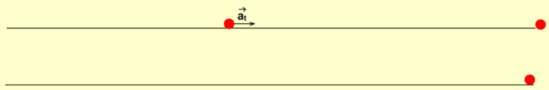
$|\vec{a}_t| \neq 0 \longrightarrow$ implica variação do módulo da velocidade.

Θ, com $0° < \Theta < 180°$ com vetor velocidade instantânea $\vec{v}$.

jul 9-16:11

Vamos agora estudar cada caso abaixo. Passe o mouse sobre eles.

Movimento retilíneo uniformemente variado, se $\vec{a}_t$ for constante.



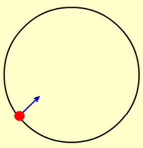
Movimento retilíneo variado se $\vec{a}_t$ não for constante

$\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| = 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| = 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$

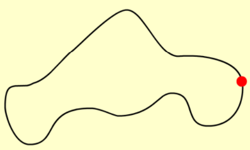
jul 9-16:14

Vamos agora estudar cada caso abaixo. Passe o mouse sobre eles.

Se $\vec{a}_c$ for constante teremos movimento circular e uniforme.



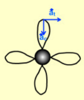
Se $\vec{a}_c$ não for constante teremos um movimento curvilíneo variado.



$\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| = 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| = 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$

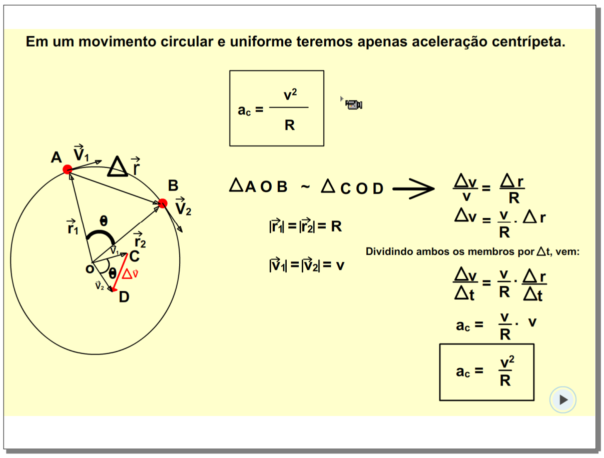
jul 9-16:14

Vamos agora estudar cada caso abaixo. Passe o mouse sobre eles.

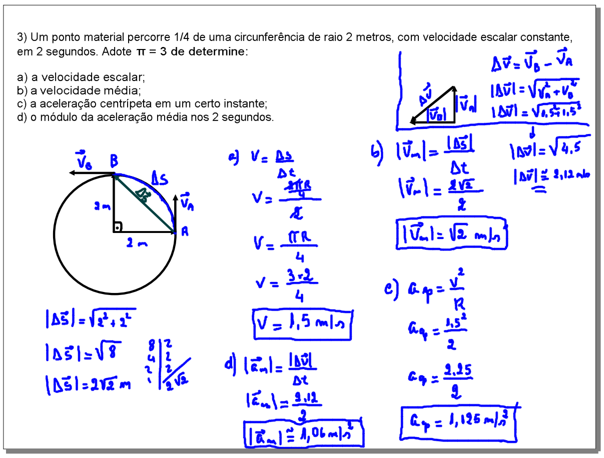


$\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| = 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| = 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$ $\boxed{\begin{matrix}|\vec{a}_t| \neq 0 \\ |\vec{a}_c| \neq 0\end{matrix}}$

jul 9-16:14



jul 5-11:07



jun 26-10:03