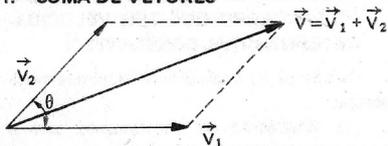


# Cinemática Vetorial e Composição de Movimentos

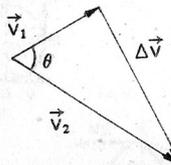
## 1. SOMA DE VETORES



$$V^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2 V_1 V_2 \cos \theta$$

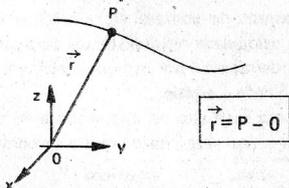
$$|V_2 - V_1| \leq V \leq V_2 + V_1$$

## 2. DIFERENÇA DE VETORES

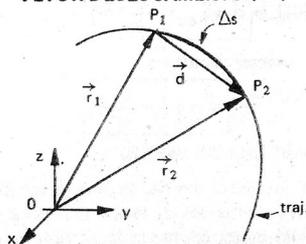


$$(\Delta V)^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos \theta$$

## 3. VETOR POSIÇÃO ( $\vec{r}$ )



## 4. VETOR DESLOCAMENTO ( $\vec{d}$ )



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

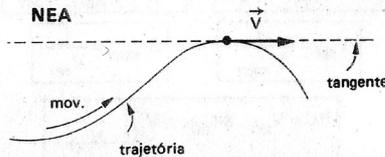
$$|\Delta s| \geq |\vec{d}|$$

## 5. VELOCIDADE VETORIAL MÉDIA

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

$$|\Delta s| \geq |\vec{d}| \iff |v_m| \geq |\vec{v}_m|$$

## 6. VELOCIDADE VETORIAL INSTANTÂNEA



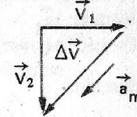
A) Módulo:  $|\vec{v}| = |v|$

B) Direção: tangente à trajetória

C) Sentido: o mesmo do movimento

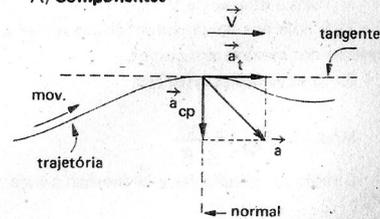
## 7. ACELERAÇÃO VETORIAL MÉDIA

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



## 8. ACELERAÇÃO VETORIAL INSTANTÂNEA

A) Componentes



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{cp}$$

$$a^2 = a_t^2 + a_{cp}^2$$



**B) Aceleração tangencial**

- 1) Varia o módulo de  $\vec{V}$
- 2) É nula nos movimentos uniformes e está presente nos movimentos variados.

3) Características vetoriais:

Módulo:  $|\vec{a}_t| = |\dot{\gamma}|$

Direção: paralela a  $\vec{V}$  (tangente à trajetória)

Sentido: movimento acelerado  $\rightarrow \vec{a}_t$

movimento retardado  $\leftarrow \vec{a}_t$

**C) Aceleração Centrípeta**

- 1) Varia a direção de  $\vec{V}$
- 2) É nula nos movimentos retilíneos e está presente nos movimentos curvos.

3) Características vetoriais:

Módulo:  $|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R}$

Direção: perpendicular a  $\vec{V}$  (normal à trajetória)

Sentido: dirigido para o centro da trajetória

**D) Principais Movimentos**

1) MRU  $\Rightarrow \vec{a} = \vec{0}$

2) MRUV  $\Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_t = \gamma \vec{t}$   
 $\vec{t}$  = versor da tangente

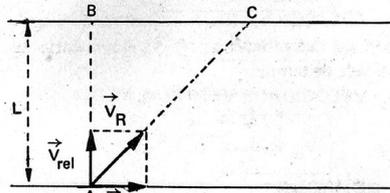
3) MCU  $\Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_{cp} = -\frac{v^2}{R} \vec{n}$

$\vec{n}$  = versor da normal

4) MCVU  $\Rightarrow \vec{a} = \gamma \vec{t} + \frac{v^2}{R} \vec{n}$

**9. TRAVESSIA DE UM RIO**

Para atravessar um rio, de largura constante, no menor intervalo de tempo possível a velocidade do barco, relativa às águas, deve ter direção perpendicular à correnteza.



$\vec{V}_R = \vec{V}_{rel} + \vec{V}_{arr}$        $V_R^2 = V_{rel}^2 + V_{arr}^2$

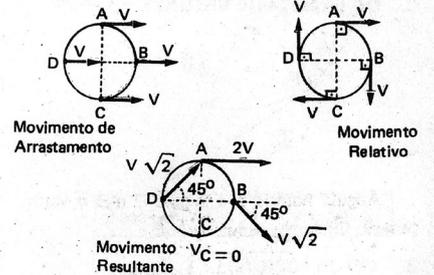
$V_{rel} = \frac{L}{\Delta t_{min}}$        $\Delta t_{min} = \frac{L}{V_{rel}}$

$BC = V_{arr} \cdot \Delta t_{min} = V_{arr} \cdot \frac{L}{V_{rel}}$

**10. VELOCIDADES DOS PONTOS DO PNEU DE UM CARRO QUE TEM VELOCIDADE DE HORIZONTAL CONSTANTE  $\vec{V}$**

Os pontos do pneu têm os seguintes movimentos:

- (1) Movimento de arrastamento com a mesma velocidade horizontal do carro;
- (2) Movimento circular e uniforme em relação ao carro;
- (3) Movimento resultante em relação ao solo.



Os pontos de contato entre o pneu e o chão têm velocidade resultante nula para que o pneu não derrape e é por isso que o atrito entre o pneu e o chão é estático.

O ponto mais alto do pneu (ponto A) tem velocidade duas vezes maior que a velocidade do carro.

