

Física I

Semana 03 - Aula 2

Vetor aceleração

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Vetor aceleração

- Analogamente ao caso do movimento retilíneo, a aceleração indica como a velocidade de uma partícula está variando.

Vetor aceleração

- Analogamente ao caso do movimento retilíneo, a aceleração indica como a velocidade de uma partícula está variando.
- A aceleração descreverá variações do módulo e variações da direção da velocidade.

Vetor aceleração

- Analogamente ao caso do movimento retilíneo, a aceleração indica como a velocidade de uma partícula está variando.
- A aceleração descreverá variações do módulo e variações da direção da velocidade.
- Na Figura 3.6a, um carro, tratado como uma partícula, está se movendo ao longo de uma trajetória curva.

Velocidade instantânea

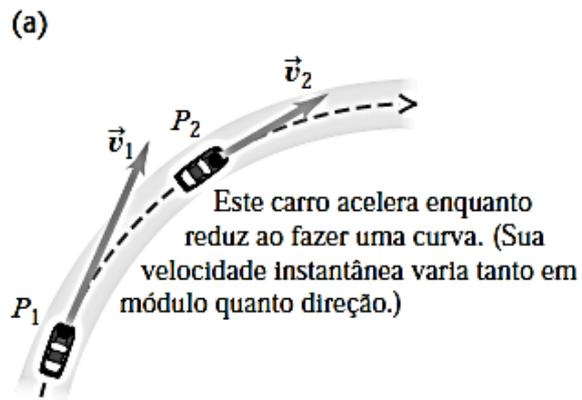
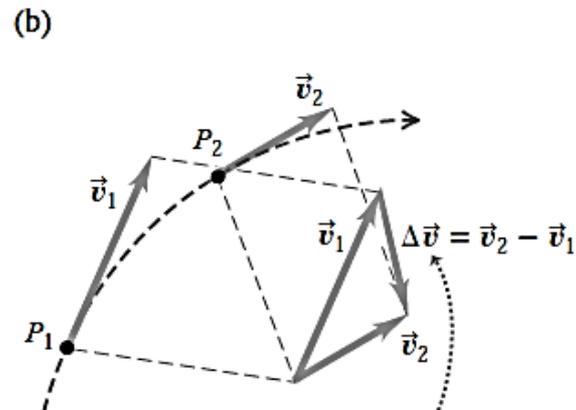
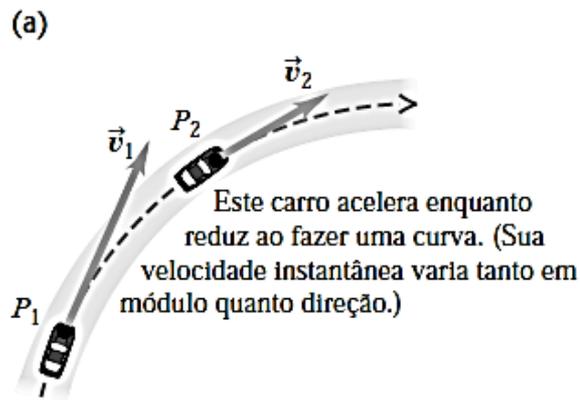


Figura 3.6 (a) Um carro se move ao longo de uma estrada em curva entre os pontos P_1 e P_2 .

Fonte: Sears e Zemansky

Velocidade instantânea



Para determinar a aceleração média do carro entre P_1 e P_2 , primeiro temos que achar a variação na velocidade $\Delta \vec{v}$ by subtraindo \vec{v}_1 de \vec{v}_2 . (Note que $\vec{v}_1 + \Delta \vec{v} = \vec{v}_2$.)

Figura 3.6 (a) Um carro se move ao longo de uma estrada em curva entre os pontos P_1 e P_2 . (b) Obtemos $\Delta \vec{v}$ por subtração de vetores.

Fonte: Sears e Zemansky

Velocidade instantânea

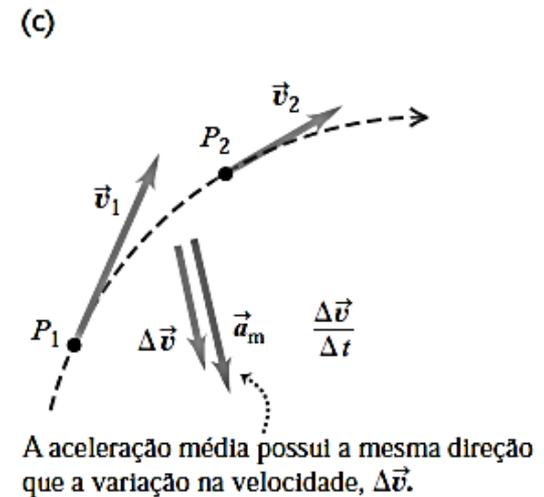
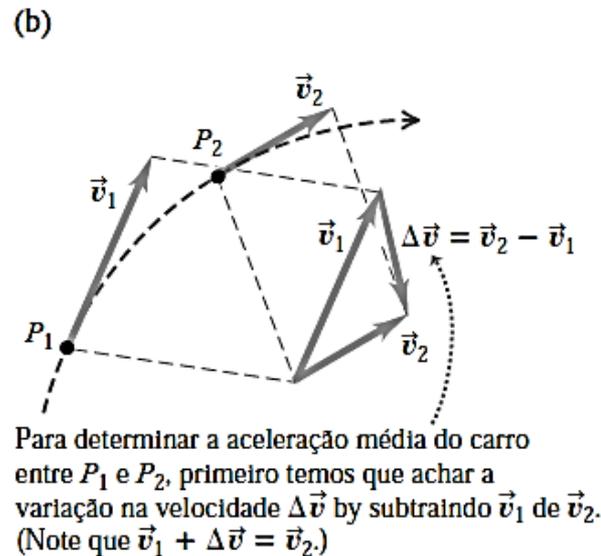
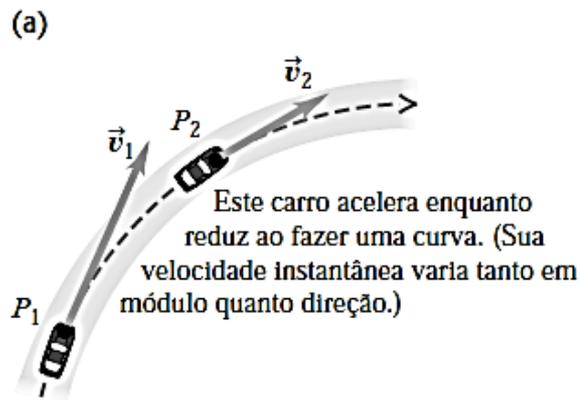


Figura 3.6 (a) Um carro se move ao longo de uma estrada em curva entre os pontos P_1 e P_2 . (b) Obtemos $\Delta \vec{v}$ por subtração de vetores. (c) O vetor \vec{a}_m representa a aceleração média entre P_1 e P_2 .

Fonte: Sears e Zemansky

Vetor aceleração média

➤ Variação vetorial da velocidade:

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

Vetor aceleração média

- **Variação vetorial da velocidade:**

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

- Definimos o vetor **aceleração média** \vec{a}_m da partícula, no intervalo de tempo, como a variação vetorial da velocidade dividida pelo intervalo de tempo Δt .

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Vetor aceleração média

- **Variação vetorial da velocidade:**

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

- Definimos o vetor **aceleração média** \vec{a}_m da partícula, no intervalo de tempo, como a variação vetorial da velocidade dividida pelo intervalo de tempo Δt .

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- A **aceleração média** é uma grandeza *vetorial* que possui a mesma direção e sentido do vetor $\Delta \vec{v}$.

Aceleração instantânea

- É o limite da aceleração média quando o ponto P_2 se aproxima do ponto P_1 e $\Delta\vec{v}$ e Δt tendem a zero simultaneamente:

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

Aceleração instantânea

- É o limite da aceleração média quando o ponto P_2 se aproxima do ponto P_1 e $\Delta\vec{v}$ e Δt tendem a zero simultaneamente:

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

- A aceleração instantânea é agora uma grandeza vetorial.

Aceleração instantânea

- É o limite da aceleração média quando o ponto P_2 se aproxima do ponto P_1 e $\Delta\vec{v}$ e Δt tendem a zero simultaneamente:

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

- A aceleração instantânea é agora uma grandeza vetorial.
- O vetor aceleração instantânea de uma partícula em movimento sempre aponta para o lado côncavo de uma trajetória curva.

Aceleração instantânea

- O vetor aceleração instantânea de uma partícula sempre aponta para o lado côncavo, ou seja, para o lado interno de qualquer volta.

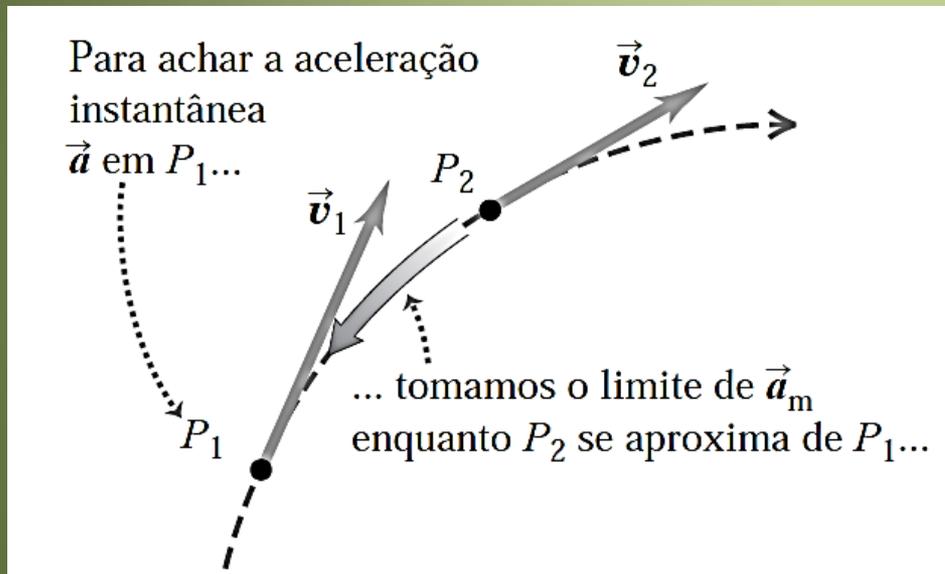


Figura 3.7 Aceleração instantânea \vec{a} no ponto P_1 da Figura 3.6.

Fonte: Sears e Zemansky

Aceleração instantânea

- O vetor aceleração instantânea de uma partícula sempre aponta para o lado côncavo, ou seja, para o lado interno de qualquer volta.

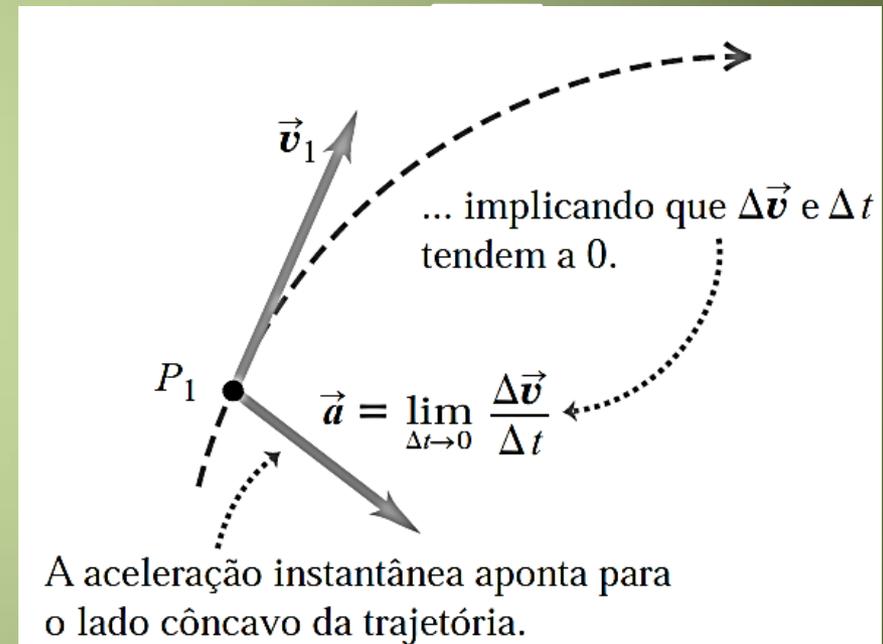
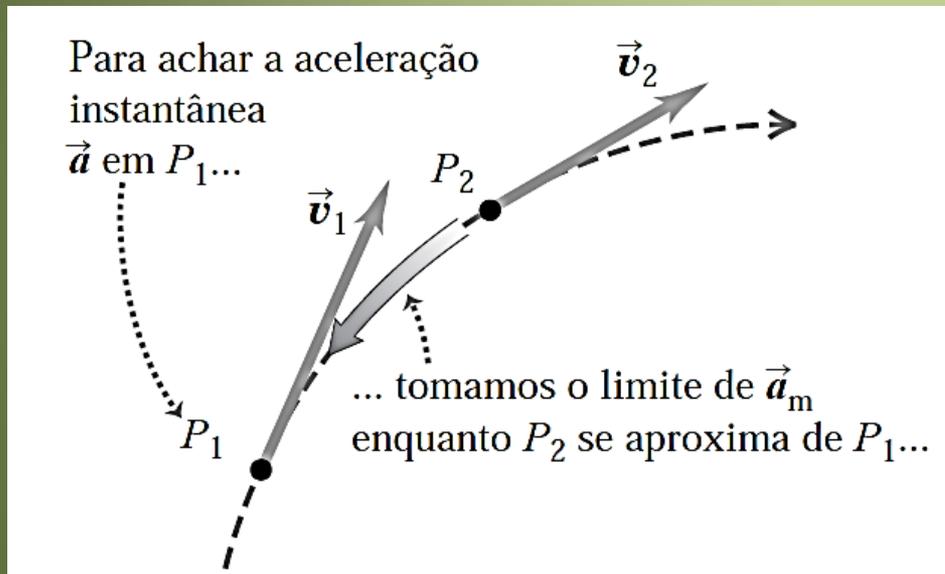


Figura 3.7 Aceleração instantânea \vec{a} no ponto P_1 da Figura 3.6.

Fonte: Sears e Zemansky

Aceleração instantânea

- Quando o carro acelera, você tende a se mover no interior dele em um sentido contrário ao da aceleração do carro.

Aceleração instantânea

- Quando o carro acelera, você tende a se mover no interior dele em um sentido contrário ao da aceleração do carro.
- Você tende a ser empurrado para a traseira do carro, quando ele acelera para frente (aumento de velocidade)

Aceleração instantânea

- Quando o carro acelera, você tende a se mover no interior dele em um sentido contrário ao da aceleração do carro.
- Você tende a ser empurrado para a traseira do carro, quando ele acelera para frente (aumento de velocidade)
- Quando o carro faz uma curva em uma estrada plana, você tende a ser empurrado para fora da curva; portanto, o carro possui uma aceleração para dentro da curva.

Aceleração instantânea

➤ Cálculo usando componentes:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

Aceleração instantânea

- Cálculo usando componentes:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

- A componente x de \vec{a} é igual à equação da aceleração instantânea do movimento retilíneo.

Aceleração instantânea

- Cálculo usando componentes:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

- A componente x de \vec{a} é igual à equação da aceleração instantânea do movimento retilíneo.
- Na forma completa com os vetores de base:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \vec{i} + \frac{dv_y}{dt} \vec{j} + \frac{dv_z}{dt} \vec{k}$$

Aceleração instantânea

- Podemos escrever os componentes da aceleração como taxa de variação da posição:

$$a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad a_y = \frac{d^2 y}{dt^2} \quad a_z = \frac{d^2 z}{dt^2}$$

Aceleração instantânea

- Podemos escrever os componentes da aceleração como taxa de variação da posição:

$$a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad a_y = \frac{d^2 y}{dt^2} \quad a_z = \frac{d^2 z}{dt^2}$$

- E o vetor aceleração terá a forma:

$$\vec{a} = \frac{d^2 x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \vec{k}$$

Exemplo 3.2

CÁLCULO DA ACELERAÇÃO INSTANTÂNEA E DA ACELERAÇÃO

MÉDIA: Vamos analisar novamente os movimentos do veículo robótico mencionado no Exemplo 3.1. Os componentes da velocidade instantânea em função do tempo t são:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = (-0,25 \text{ m/s}^2)(2t)$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = 1,0 \text{ m/s} + (0,025 \text{ m/s}^3)(3t^2)$$

e o vetor velocidade é

$$\begin{aligned}\vec{v} &= v_x \hat{i} + v_y \hat{j} = (-0,50 \text{ m/s}^2) t \hat{i} \\ &\quad + [1,0 \text{ m/s} + (0,075 \text{ m/s}^3) t^2] \hat{j}\end{aligned}$$

Exemplo 3.2

CÁLCULO DA ACELERAÇÃO INSTANTÂNEA E DA ACELERAÇÃO

MÉDIA: Vamos analisar novamente os movimentos do veículo robótico mencionado no Exemplo 3.1. Os componentes da velocidade instantânea em função do tempo t são:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = (-0,25 \text{ m/s}^2)(2t)$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = 1,0 \text{ m/s} + (0,025 \text{ m/s}^3)(3t^2)$$

e o vetor velocidade é

$$\begin{aligned}\vec{v} &= v_x \hat{i} + v_y \hat{j} = (-0,50 \text{ m/s}^2)t \hat{i} \\ &\quad + [1,0 \text{ m/s} + (0,075 \text{ m/s}^3)t^2] \hat{j}\end{aligned}$$

(a) Calcule os componentes do vetor aceleração média no intervalo de tempo entre $t = 0,0 \text{ s}$ e $t = 2,0 \text{ s}$.

(b) Ache a aceleração instantânea para $t = 2,0 \text{ s}$.

Componentes perpendiculares e paralelos da aceleração

- O vetor aceleração para uma partícula pode descrever variações na velocidade escalar dessa partícula, a direção do seu movimento ou ambos.

Componentes perpendiculares e paralelos da aceleração

- O vetor aceleração para uma partícula pode descrever variações na velocidade escalar dessa partícula, a direção do seu movimento ou ambos.
- O componente de aceleração paralelo à trajetória informa sobre as variações na velocidade escalar da partícula.

Componentes perpendiculares e paralelos da aceleração

- O vetor aceleração para uma partícula pode descrever variações na velocidade escalar dessa partícula, a direção do seu movimento ou ambos.
- O componente de aceleração paralelo à trajetória informa sobre as variações na velocidade escalar da partícula.
- Enquanto o componente de aceleração perpendicular à trajetória informa sobre as variações na direção do movimento da partícula.

Componentes da aceleração

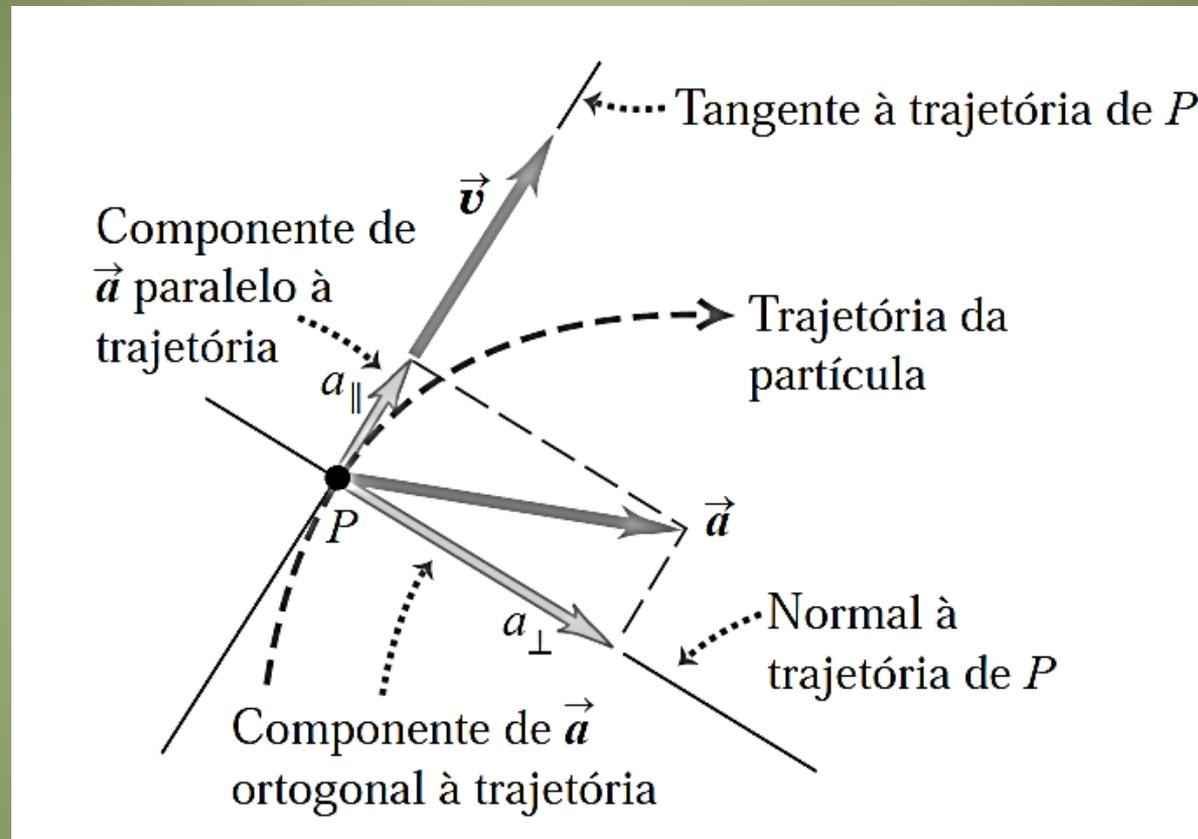


Figura 3.10 A aceleração pode ser decomposta no componente \vec{a}_{\parallel} paralelo à trajetória (e à velocidade) e no componente \vec{a}_{\perp} ortogonal à trajetória (ou seja, ao longo da normal à trajetória).

Componentes da aceleração

(a)

Aceleração paralela à velocidade da partícula:

- Há variação no *módulo*, mas não na *direção* da velocidade.
- A partícula se move em linha reta com velocidade escalar variável.

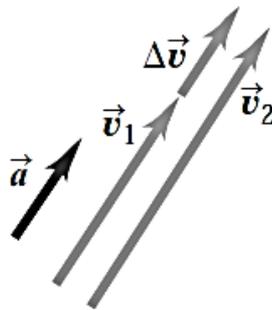


Figura 3.11 O efeito da aceleração direcionada (a) em paralelo.

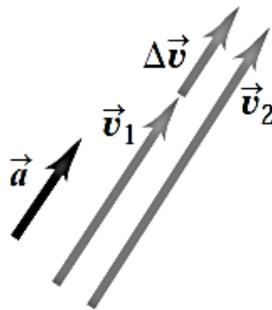
Fonte: Sears e Zemansky

Componentes da aceleração

(a)

Aceleração paralela à velocidade da partícula:

- Há variação no *módulo*, mas não na *direção* da velocidade.
- A partícula se move em linha reta com velocidade escalar variável.



(b)

Aceleração ortogonal à velocidade da partícula:

- Há variação na *direção*, mas não no *módulo* da velocidade.
- A partícula se move em uma trajetória curva com velocidade escalar constante.

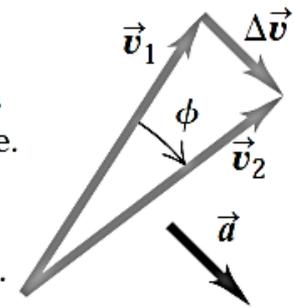


Figura 3.11 O efeito da aceleração direcionada (a) em paralelo e (b) ortogonal à velocidade de uma partícula.

Fonte: Sears e Zemansky

Vetores velocidade e aceleração

(a) Quando a velocidade escalar é constante ao longo de uma trajetória curva...

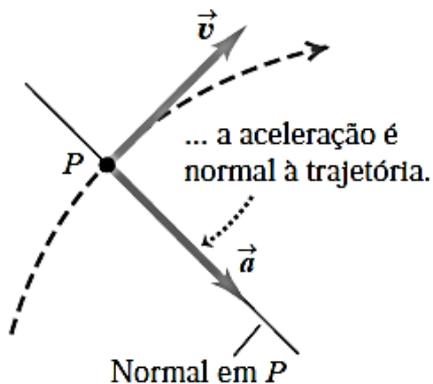
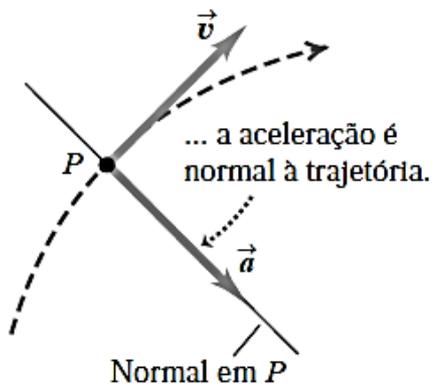


Figura 3.12 Vetores da velocidade e aceleração para uma partícula que atravessa um ponto P em uma trajetória curva com (a) velocidade escalar constante.

Fonte: Sears e Zemansky

Vetores velocidade e aceleração

(a) Quando a velocidade escalar é constante ao longo de uma trajetória curva...



(b) Quando a velocidade escalar é crescente ao longo de uma trajetória curva...

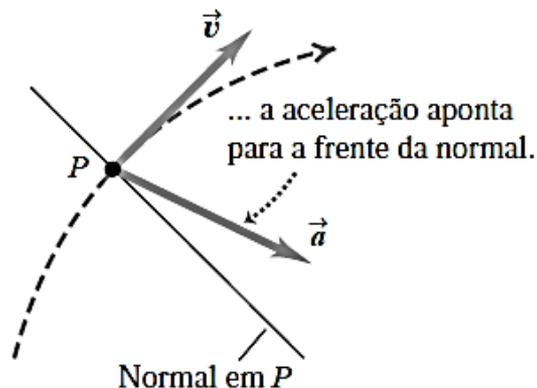
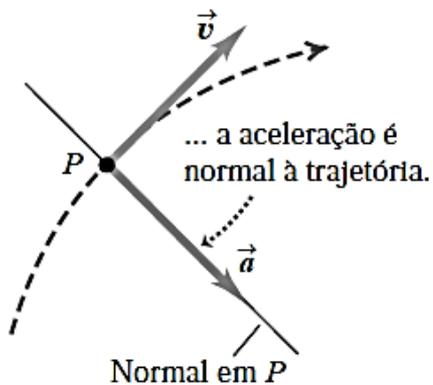


Figura 3.12 Vetores da velocidade e aceleração para uma partícula que atravessa um ponto P em uma trajetória curva com (a) velocidade escalar constante, (b) velocidade escalar crescente.

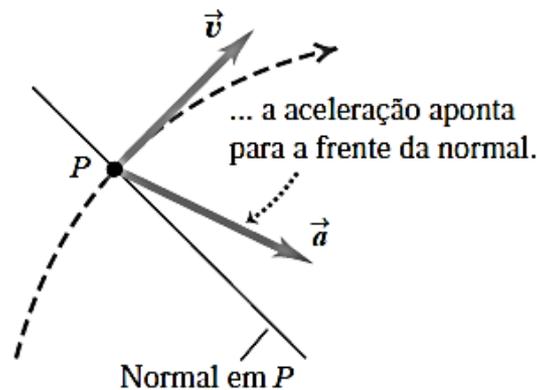
Fonte: Sears e Zemansky

Vetores velocidade e aceleração

(a) Quando a velocidade escalar é constante ao longo de uma trajetória curva...



(b) Quando a velocidade escalar é crescente ao longo de uma trajetória curva...



(c) Quando a velocidade escalar é decrescente ao longo de uma trajetória curva...

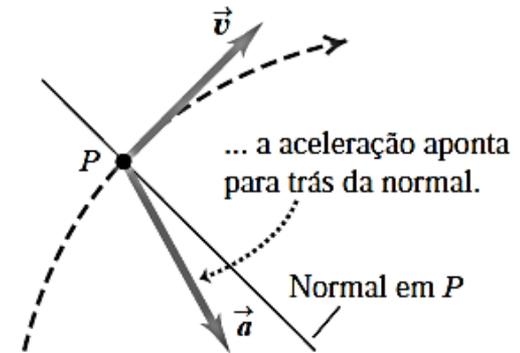


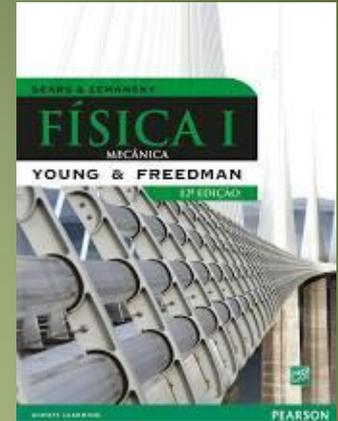
Figura 3.12 Vetores da velocidade e aceleração para uma partícula que atravessa um ponto P em uma trajetória curva com (a) velocidade escalar constante, (b) velocidade escalar crescente e (c) velocidade escalar decrescente.

Fonte: Sears e Zemansky

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



Contatos



profhenriquefaria.com



henrique.faria@unesp.br