

Dinâmica: Mais aplicações das Leis de Newton

1



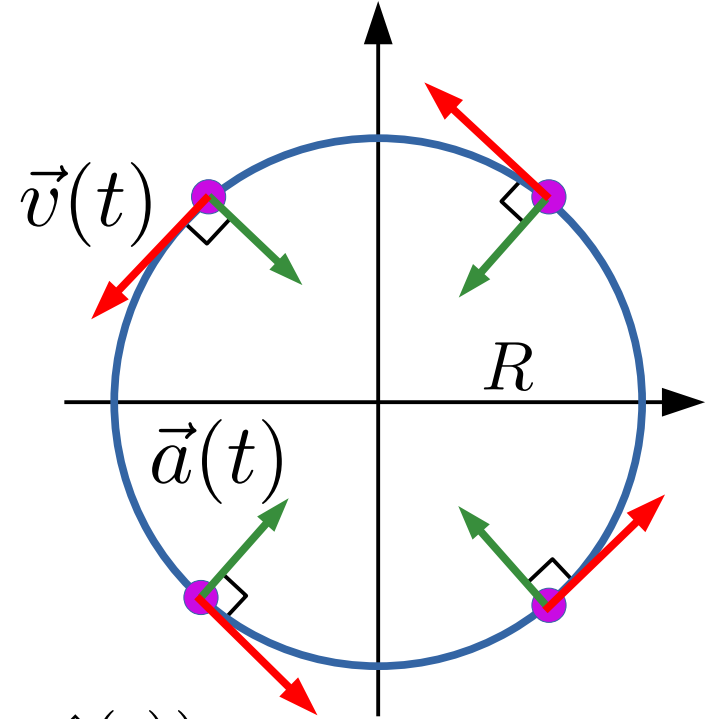
Força Centrípeta:

- Movimento circular uniforme

- Posição: $\vec{r}(t) = R \hat{r}(t)$

- Velocidade: $\vec{v}(t) = \omega R \hat{\theta}(t)$

- Aceleração: $\vec{a}(t) = \omega^2 R (-\hat{r}(t)) = \frac{v^2}{R} (-\hat{r}(t))$



Força Centrípeta

- Aceleração:

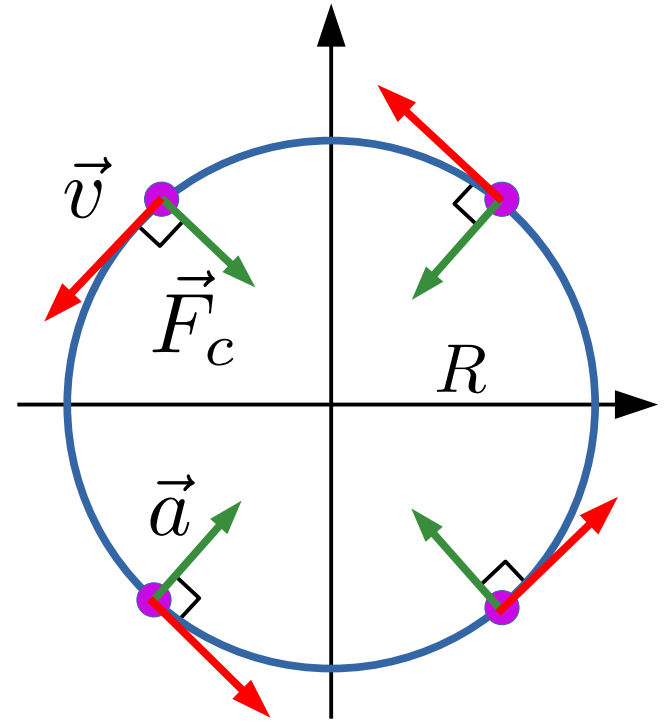
$$\vec{a}(t) = \omega^2 R (-\hat{r}) = \frac{v^2}{R} (-\hat{r})$$

- Equação de movimento:

$$\vec{F}_c = m\vec{a} = m\omega^2 R(-\hat{r}) = \frac{mv^2}{R} (-\hat{r})$$

$$|\vec{F}_c| = m\omega^2 R = \frac{mv^2}{R}$$

- Força centrípeta aponta para o **centro da órbita circular**

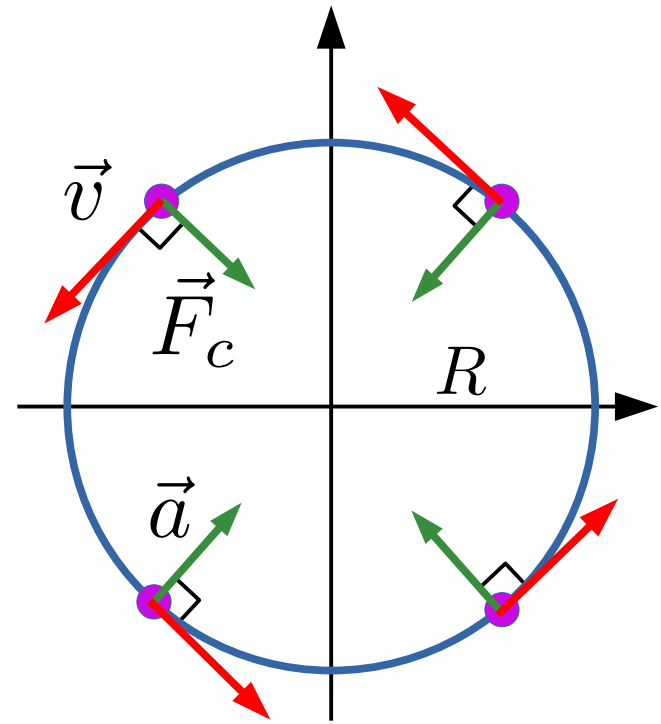


Força Centrípeta

- Equação de movimento:

$$\vec{F}_c = m\vec{a} = m\omega^2 R(-\hat{r}) = \frac{mv^2}{R} (-\hat{r})$$

- Força centrípeta: $\vec{F}_c \perp \vec{v}$
 $\vec{F}_c \parallel -\vec{r}$

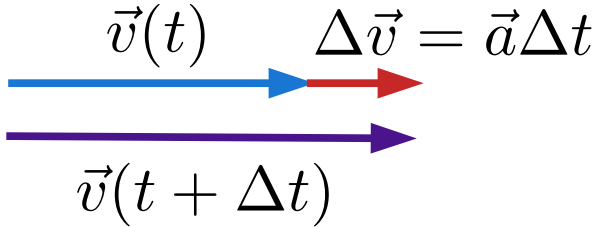


- Por que $\vec{F}_c \perp \vec{v}$ a força centrípeta não muda o módulo da velocidade, **apenas sua direção.**

Força Centrípeta

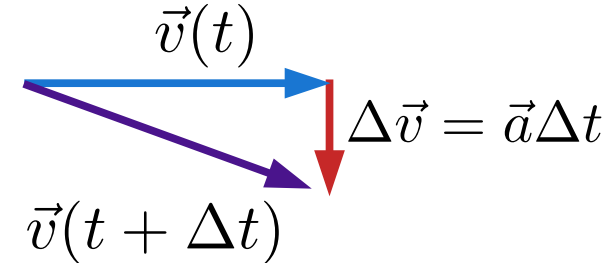
- Força centrípeta: $\vec{F}_c \perp \vec{v}$, $\vec{a}_c \perp \vec{v}$
- Por que $\vec{a}_c \perp \vec{v}$ a força centrípeta não muda o módulo da velocidade, **apenas sua direção.**

• $\vec{a} \parallel \vec{v}$



The diagram illustrates the case where acceleration \vec{a} is parallel to velocity \vec{v} . It shows two horizontal vectors: a blue vector labeled $\vec{v}(t)$ and a purple vector labeled $\vec{v}(t + \Delta t)$. A red arrow labeled $\Delta \vec{v} = \vec{a} \Delta t$ points from the tip of the blue vector to the tip of the purple vector, indicating that the change in velocity is in the same direction as the velocity itself.

• $\vec{a} \perp \vec{v}$



The diagram illustrates the case where acceleration \vec{a} is perpendicular to velocity \vec{v} . It shows a blue vector labeled $\vec{v}(t)$ pointing to the right and a purple vector labeled $\vec{v}(t + \Delta t)$ pointing downwards and to the right. A red arrow labeled $\Delta \vec{v} = \vec{a} \Delta t$ points from the tip of the blue vector to the tip of the purple vector, indicating that the change in velocity is perpendicular to the original velocity.

Dinâmica: Aplicações das Leis de Newton

Exemplos:

Uma curva semicircular horizontal numa estrada tem 30 m de raio. Se o coeficiente de atrito estático entre os pneus e o asfalto é 0.6, qual é a velocidade máxima (em km/h) com que o carro pode fazer a curva sem derrapar?

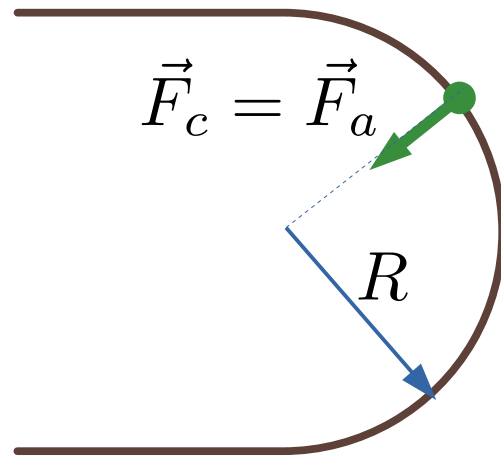
$$\vec{F}_R = m\vec{a} = \frac{mv^2}{R} (-\hat{r})$$

$$F_R = F_a^{max} = \mu_e N$$

$$\mu_e N = \frac{mv^2}{R}$$

$$\mu_e mg = \frac{mv^2}{R}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\mu_e Rg} = 47.8 \frac{km}{h}$$



Dinâmica: Aplicações das Leis de Newton

Exemplos:

Na figura, um carro passa com velocidade constante por uma colina circular e por um vale circular de mesmo raio. No alto colina, a força normal exercida sobre o motorista pelo assento do carro é zero. A massa do motorista é de 70 kg. Qual é o módulo da força normal exercida pelo assento sobre o motorista quando o carro passa pelo fundo do vale?

- Na colina a normal $N = 0$,

$$\vec{F}_R = \vec{F}_c = \vec{P} + \vec{N}$$

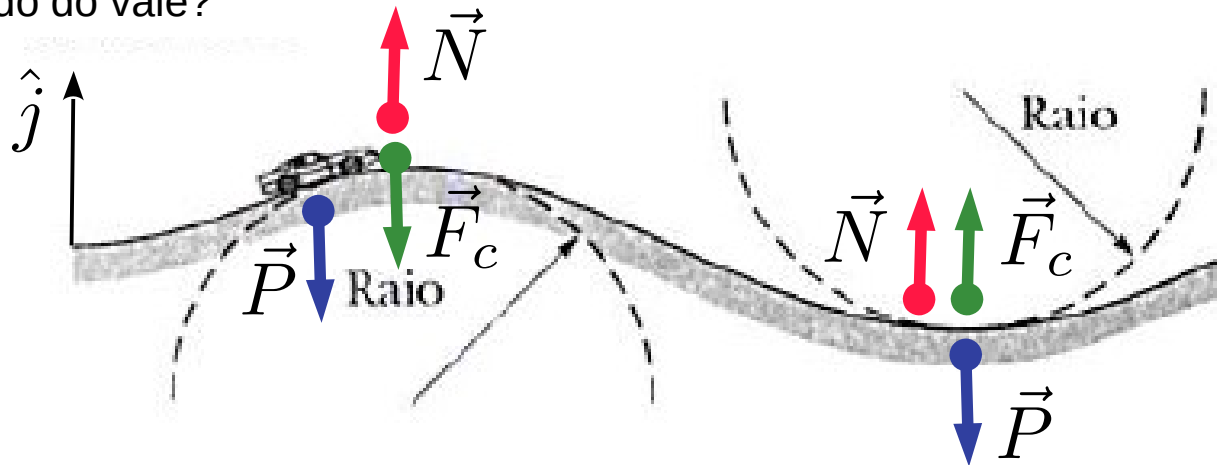
- portanto $P = F_c$

$$\vec{F}_R = m\vec{a}$$

$$-P + N = -m\frac{v^2}{R}$$

$$mg = m\frac{v^2}{R}$$

$$\therefore \frac{v^2}{R} = g$$



- No vale, F_c muda de orientação:

$$-P + N = +m\frac{v^2}{R}$$

$$-mg + N = m\frac{v^2}{R}$$

$$\therefore N = m\frac{v^2}{R} + mg$$

$$N = 2mg = 1372N$$

Dinâmica: Aplicações das Leis de Newton

Exemplos:

Um carro percorre uma pista curva superelevada ($\text{tg } \Theta = 0.2$) de 200 m de raio. Desprezando o atrito, qual a velocidade máxima sem risco de derrapagem?

- Para haver equilíbrio dinâmico, devemos ter:

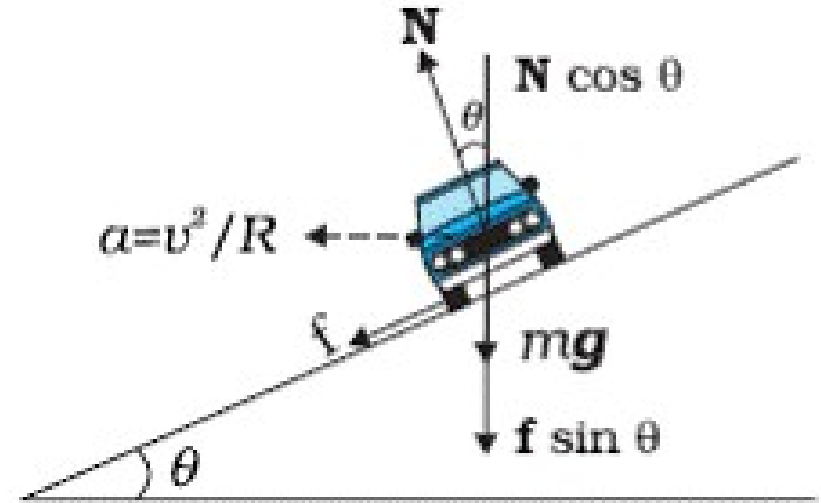
$$N \cos \theta = mg$$

- A força centrípeta será

$$F_c = \frac{mv^2}{R} = N \sin \theta$$

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{mg}{\cos \theta} \sin \theta$$

$$v = \sqrt{g R \text{tg}[\theta]} = 20 \frac{m}{s} = 72 \frac{km}{h}$$



Campos Elétrico (E) e Magnético (B):

- Partículas carregadas, com carga q , estão sujeitas a forças elétricas e magnéticas:

- Força elétrica:

$$\vec{F}_{el} = q\vec{E} \implies \vec{F}_{el} = q\vec{E} = m\vec{a} \quad \therefore \vec{a} \parallel \vec{E}$$

- Força magnética é proporcional à velocidade da partícula

$$\vec{F}_{mag} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

- Portanto, $\vec{F}_{mag} \perp \vec{v}$

Nesse caso, se $\vec{B} \perp \vec{v}$, temos $F_{mag} = F_c$

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \implies R = \frac{mv}{qB}$$

