MECÂNICA

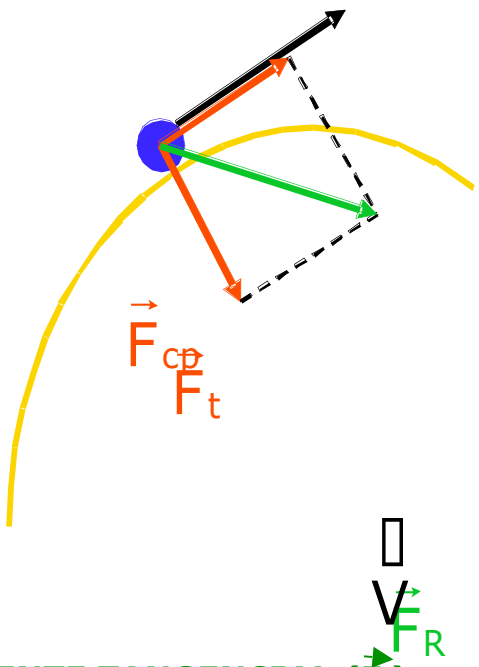
Dinâmica – Força resultante e suas componentes

1- FORÇA RESULTANTE

Força resultante é o somatório vetorial de todas as forças que atuam em um corpo. É importante lembrar que a força resultante não é mais uma força atuante no corpo e sim uma força imaginária que substituiria todas as outras forças sem alterar a aceleração vetorial do corpo.

2- FORÇA RESULTANTE E SUAS COMPONENTES

Como a força altera a velocidade vetorial de um corpo, para facilitar nossos estudos, é comum separarmos a força resultante em duas componentes. Uma delas, a tangencial, será responsável pela alteração do módulo da velocidade sem se preocupar assim, com sua direção e seu sentido e a outra, a centrípeta, será responsável pela alteração da sua direção e do seu sentido sem se preocupar com a alteração de seu módulo.



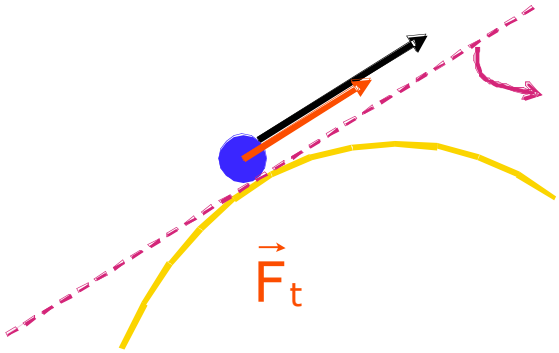
$$\vec{F}_R = \vec{F}_t + \vec{F}_{cp}$$

$$\left|\vec{F}_R\right|^2 = \left|\vec{F}_t\right|^2 + \left|\vec{F}_{cp}\right|^2$$

3- COMPONENTE TANGENCIAL ($\vec{F}_t$)

A componente tangencial, como vimos, está destinada a alterar a intensidade da velocidade, portanto, ela estará presente em todos os movimentos variados e será nula em todos os movimentos uniformes. Sua direção está representada na figura, sempre tangenciando a trajetória e seu módulo é dado pela relação abaixo. Note

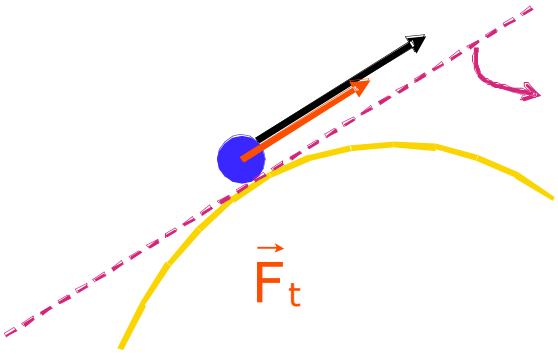
que a aceleração tangencial tem o mesmo módulo da aceleração escalar, portanto, a força tangencial é o produto da massa pela aceleração escalar.



$$\left|\vec{F}_t\right| = m.\left|\vec{a}_t\right|$$

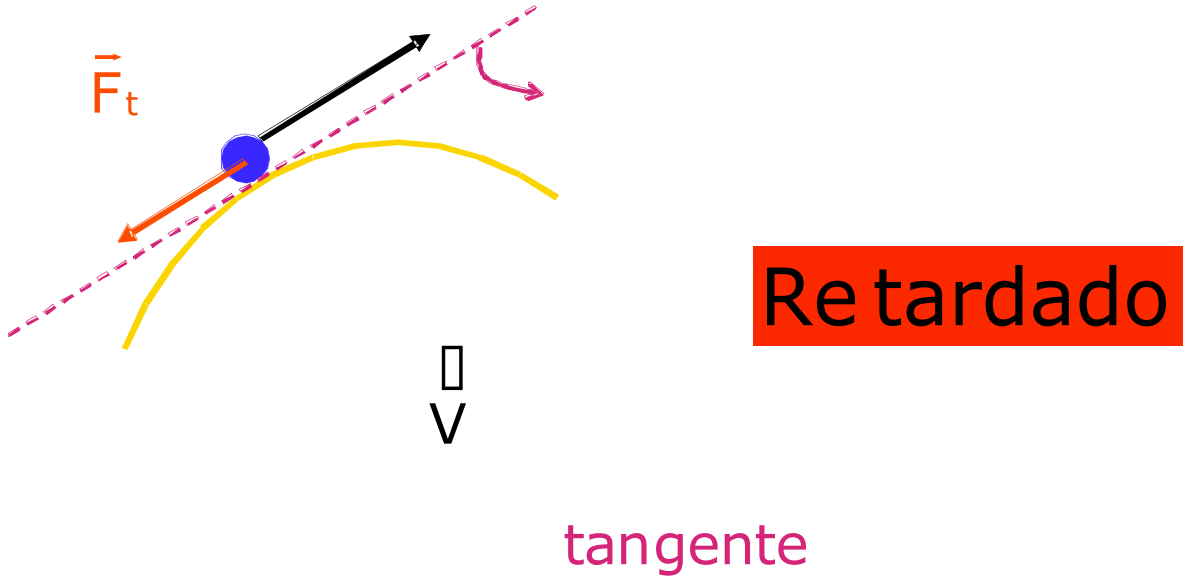
$\vec{V}$

O sentido da componente tangencial é o mesmo da velocidade nos movimentos acelerados e oposto nos movimentos retardados.



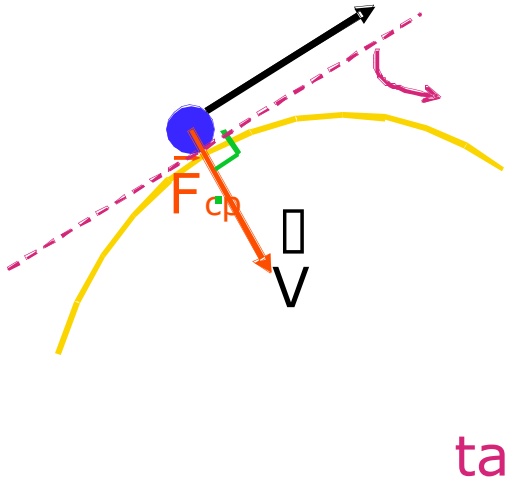
Acelerado

$\vec{V}$



4- COMPONENTE CENTRÍPETA ($\vec{F}_{CP}$)

A componente centrípeta está destinada a alterar a direção e o sentido da velocidade, portanto, ela estará presente em todos movimentos curvilíneos e será nula em todos os movimentos retilíneos. Sua direção, sempre perpendicular à trajetória, está representada na figura abaixo.



O módulo da componente centrípeta pode ser determinado pela relação abaixo:

$$\left|\vec{F}_{cp}\right| = m.\left|\vec{a}_{cp}\right|$$

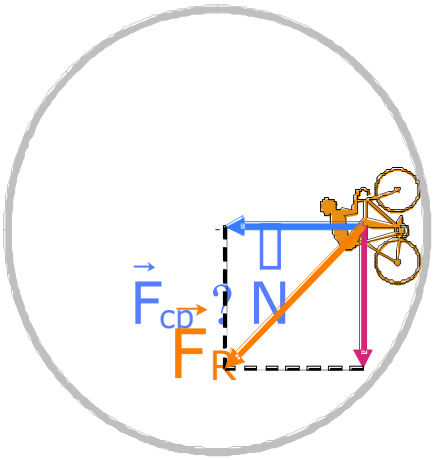
Lembrando das relações que permitem calcular a aceleração centrípeta e substituindo-as na equação da força centrípeta, teremos:

$$\left|\vec{a}_{cp}\right| = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \boxed{\left|\vec{F}_{cp}\right| = m.\frac{V^2}{R}} \text{(I)}$$

$$\left|\vec{a}_{cp}\right| = \omega^2.R \Rightarrow \boxed{\left|\vec{F}_{cp}\right| = m.\omega^2.R} \text{(II)}$$

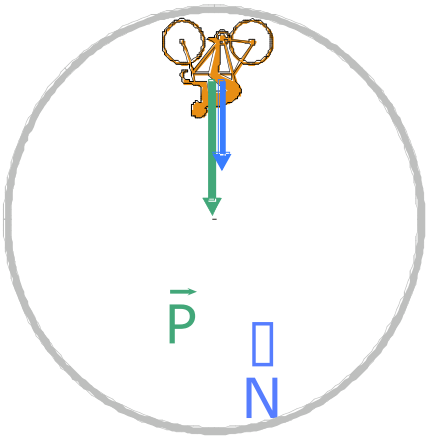
$$\left|\vec{a}_{cp}\right| = \omega.V \Rightarrow \boxed{\left|\vec{F}_{cp}\right| = m.\omega.V} \text{(III)}$$

Observe a seguir um exemplo onde nós podemos verificar as componentes tangencial e centrípeta.



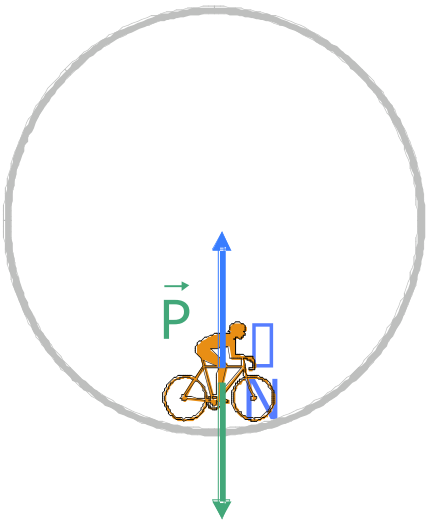
$$\vec{F}_t \ ? \ \vec{P}$$

No movimento mostrado acima, temos a força peso vertical para baixo, que na posição mostrada, está tangenciando a trajetória, portanto, ela é a componente tangencial. A reação normal é a única força na direção do centro, portanto, ela é a componente centrípeta. A soma vetorial das duas componentes nos dá a força resultante.



$$\vec{F}_{cp} = \vec{N} + \vec{P}$$

No exemplo acima, a resultante centrípeta é a soma vetorial das forças peso e reação normal e no exemplo abaixo a resultante centrípeta é a diferença entre a força normal e a força peso.

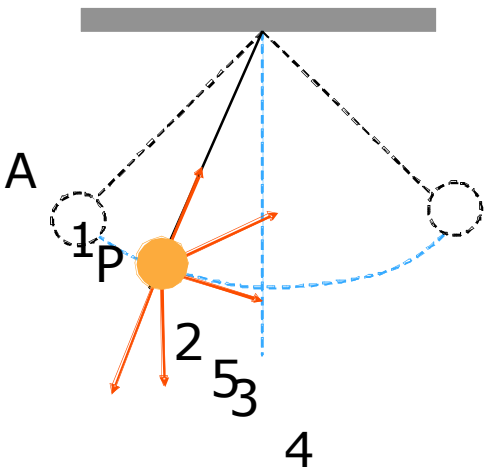


$$\vec{F}_{cp} = \vec{N} - \vec{P}$$

EXERCÍCIOS

1. **(FUND. CARLOS CHAGAS) –** A figura abaixo representa um pêndulo simples que oscila entre as posições A e B, no campo gravitacional terrestre. Quando o pêndulo se encontra na posição P, a força resultante é mais bem indicada pelo vetor:

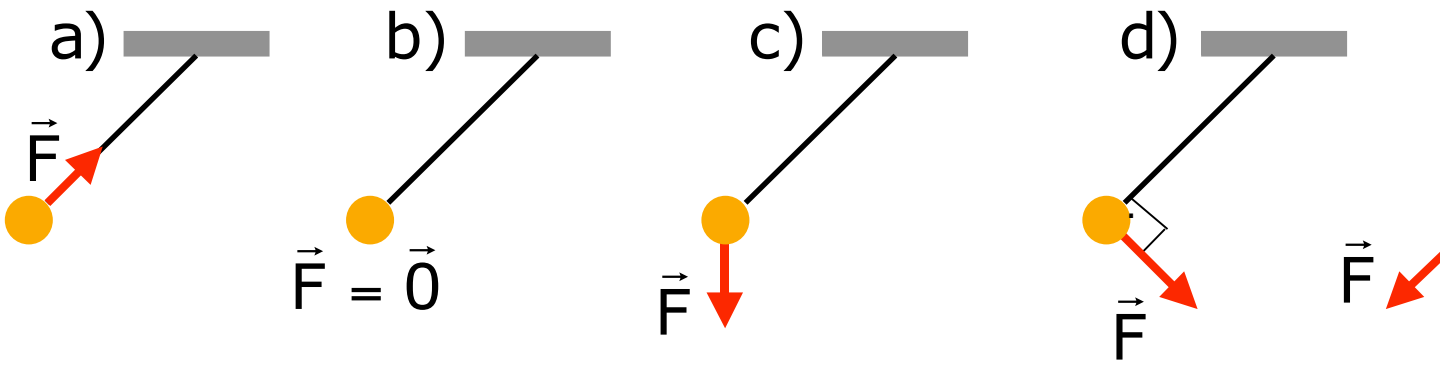
a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5



2. (FATEC) – Um corpo em movimento, num plano horizontal, descreve uma trajetória curva. É correto afirmar que:

a) O movimento é necessariamente circular e uniforme.
b) A força resultante é necessariamente centrípeta.
c) A força resultante admite uma componente centrípeta.
d) A trajetória é necessariamente parabólica.
e) A força centrípeta existe apenas quando a trajetória é circular.

3. (UFPB) – Considere um pêndulo que oscila livremente em um plano vertical. Assinale a opção que melhor representa a força resultante $\vec{F}$ na esfera pendular quando ela atinge o ponto de inversão de movimento.



4. (PUC) – Considere um satélite artificial que gira em torno do centro da Terra, permanecendo em repouso em relação a um observador fixo na superfície terrestre (satélite estacionário utilizado em telecomunicações).

a) Qual a velocidade angular do satélite?
b) Qual o papel da força gravitacional que a Terra aplica sobre o satélite?

5. **(E.E. MAUÁ) –** Se a partícula de massa m = $4{,}00.10^{-3}$kg descreve uma trajetória circular de raio R = 0,500m, com velocidade escalar V = 1,00 m/s, ela está sujeita a uma força de intensidade constante f dada pela expressão $f = m\omega^2R$.
   a) Que é ω? Determine o seu valor.
   b) Quais são a intensidade, a direção e o sentido de $\vec{f}$?
   c) Qual é o significado físico de ω^2R? Qual o seu valor?

6. **(UFN) –** A intensidade da força centrípeta necessária para um corpo descrever movimento circular uniforme com velocidade V é F. Se a velocidade escalar passar a ser 2V, a intensidade da força centrípeta necessária deverá ser:
   a) F/4 b) F/2 c) F d) 2F e) 4F

7. **(UFAL) –** Um carro de massa m = $8{,}0.10^2$kg descreve uma circunferência de raio R = $1{,}0.10^2$m com velocidade escalar constante V = 20 m/s. Calcule a intensidade da força resultante no carro.

8. **(FUVEST) –** Um restaurante é montado numa plataforma que gira com velocidade angular constante $\omega = \pi/1800$ radianos/segundo. Um freguês, de massa M = 50kg, senta-se no balcão localizando-se a 20 metros do eixo de rotação, toma sua refeição e sai no mesmo ponto de entrada.
   a) qual o tempo mínimo de permanência do freguês na plataforma?
   b) Qual a intensidade da força centrípeta sobre o freguês enquanto toma a sua refeição?

9. **(FAAP) –** Um corpo preso à extremidade de uma corda gira numa circunferência vertical de raio 40cm em um local onde g = 10 m/s^2. A menor velocidade escalar que ele deverá ter no ponto mais alto será de:
   a) zero b) 1,0m/s c) 2,0m/s d) 5,0m/s e) 10,0m/s

10. **(FATEC) –** Uma esfera de massa 2,0kg oscila num plano vertical, suspensa por um fio leve e inextensível de 1,0m de comprimento. Ao passar pela parte mais baixa da trajetória, sua velocidade escalar é de 2,0m/s. Sendo g = 10m/s^2, a intensidade da força de tração no fio quando a esfera passa pela posição inferior, é em newtons:
    a) 2,0 b) 8,0 c) 12,0 d) 20,0 e) 28,0

Respostas

1. ALTERNATIVA D

2. ALTERNATIVA C

3. ALTERNATIVA D

4. a) $\pi/12$ rad/h b) CENTRÍPETA

5. **a) velocidade escalar angular e o seu valor é 2,00 rad/s**

   b) $8{,}00.10^{-3}$N na direção do raio (normal à trajetória), apontando para o centro.

   c) ω^2.R é a aceleração centrípeta e o seu valor é 2,00m/s^2.

6. **ALTERNATIVE E**

7. **$F_r = 3{,}2.10^3$N**

8. **a) t = 1,0 hora** **b) $F_{cp} = 3{,}0.10^{-3}$N**

9. **ALTERNATIVA C**

10. **ALTERNATIVA E**