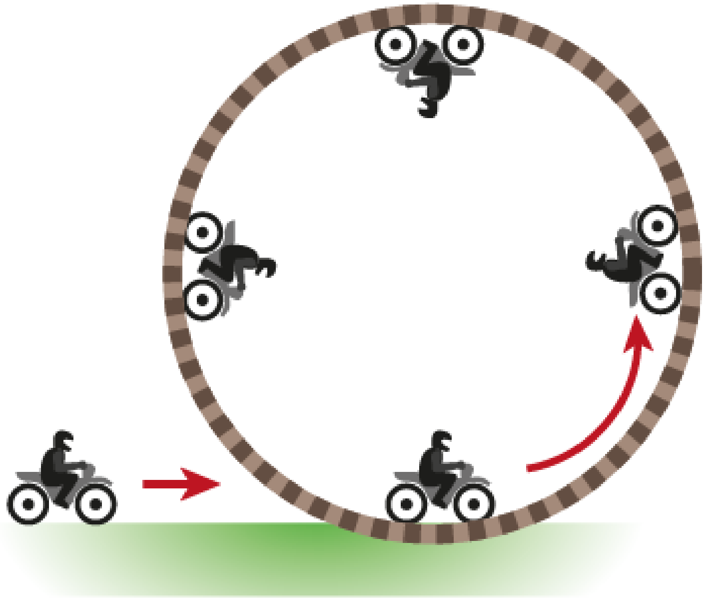
Disciplina: Física

Série: 1º ANO EM

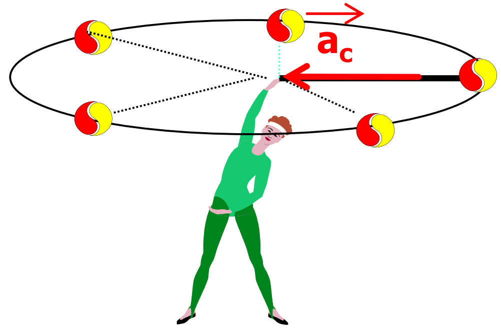
Prof.: Rafael Rodrigues

ASSUNTO: Dinâmica no MCU - Resultante centrípeta

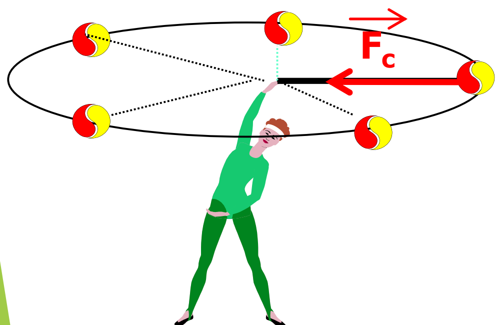


Dinâmica no MCU (MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME)

Um corpo executa um MCU quando descreve uma trajetória circular mantendo um valor de velocidade constante. O corpo sofrerá a ação apenas da aceleração centrípeta.



De acordo com a 2ª Lei de Newton, se um corpo sofre aceleração, ele sofrerá a ação de uma resultante de força no mesmo sentido da aceleração. Essa resultante de forças é chamada de força centrípeta.

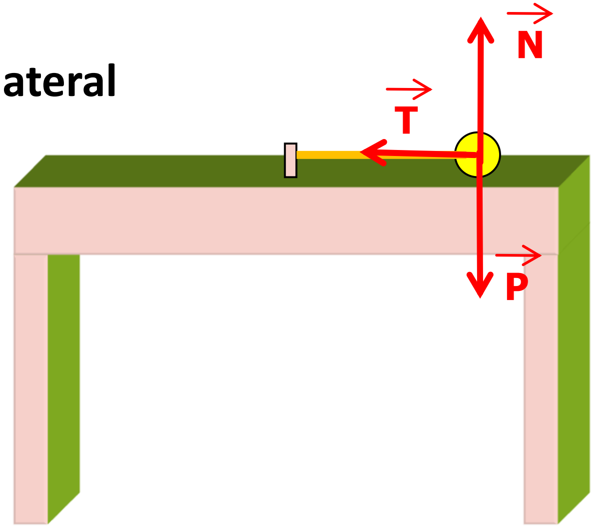


$$\overrightarrow{F_R} = m.\vec{a} \longrightarrow \vec{F}_{centípeta} = m.\vec{a}_{centrípeta}$$

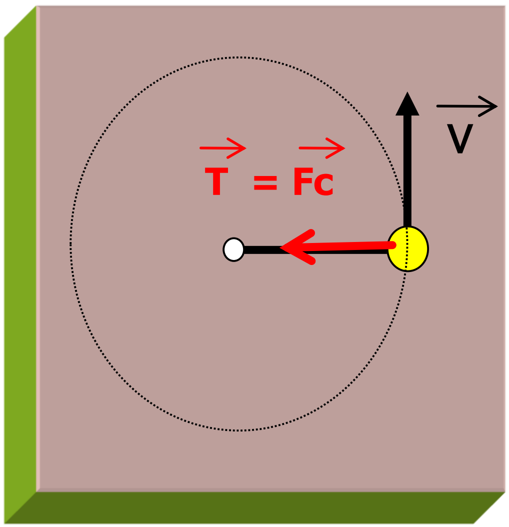
$$a_{centrípeta} = \frac{V^2}{R} \longrightarrow F_{centrípteta} = m.\frac{V^2}{R}$$

Um corpo gira sobre uma mesa lisa preso a uma corda:

Vista lateral



- **A força peso é anulada pela reação da normal.**
- **A tensão exercida pela corda é a resultante de força que atua no corpo.**



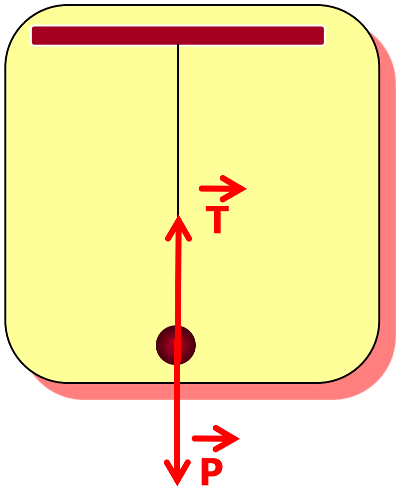
Vista de topo

Se a tensão exercida pela corda é a resultante de forças que atua na direção do centro, ela faz o papel de força centrípeta:

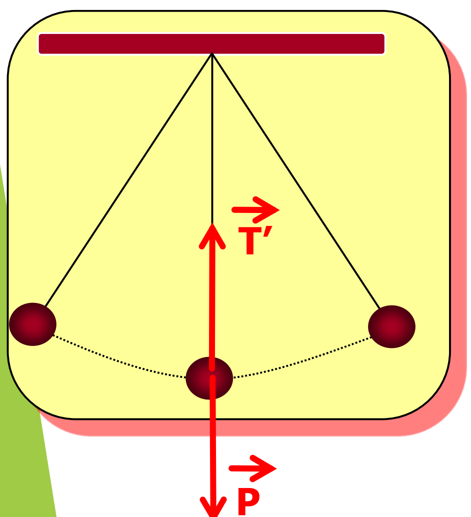
$$F_{centrípteta} = m.\frac{V^2}{R} \longrightarrow \boxed{T = m.\frac{V^2}{R}}$$

Aumentando a velocidade do corpo, a tensão na corda aumenta .

Pêndulo Simples



Pêndulo em repouso: $\vec{F}_R = 0 \longrightarrow |\vec{P}| = |\vec{T}|$

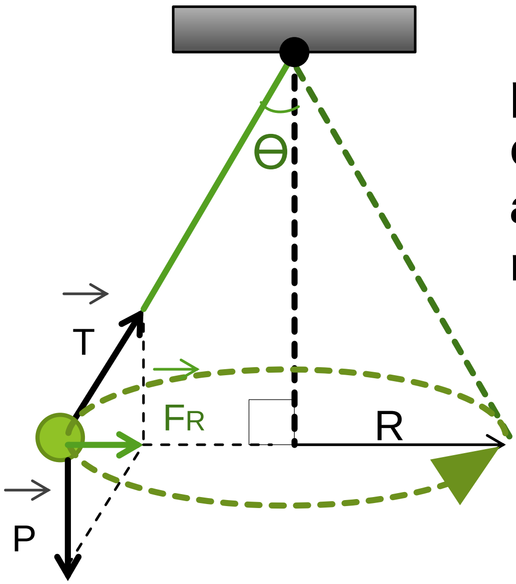


No ponto mais baixo existe uma resultante atuando na direção do centro.

$$|\vec{T'}| > |\vec{P}| \longrightarrow F_{centrípteta} = T - P = \frac{m.V^2}{R} \longrightarrow \boxed{T = m.g + m.\frac{v^2}{R}}$$

Com o pêndulo oscilando, a tensão na corda é maior do que com o pêndulo em repouso.

Pêndulo Cônico



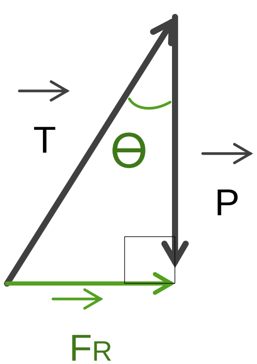
Pêndulo cônico

Na figura , a resultante centrípeta do pêndulo cônico é horizontal e corresponde ao vetor soma das forças atuantes (tração e peso). Pelo triângulo retângulo de forças, temos:

$tg\Theta = F_R/P \Rightarrow \boxed{F_R = P \cdot tg\,\Theta}$

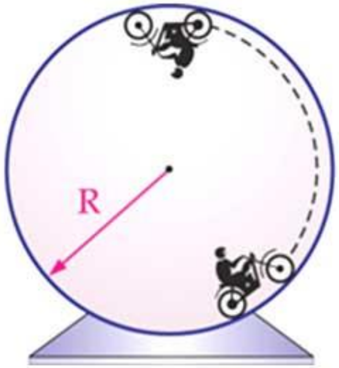
$m \cdot a_c = mg \cdot tg\,\Theta \Rightarrow \boxed{a_c = g \cdot tg\,\Theta}$

$v^2/R = g \cdot tg\,\Theta \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{R \cdot g \cdot tg\,\Theta}}$

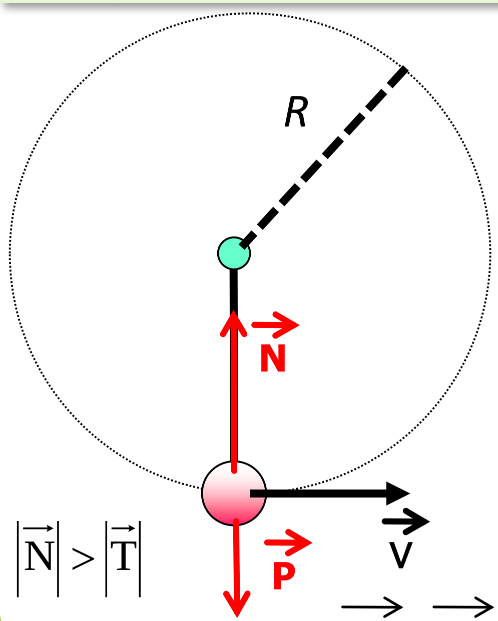


Movimento Circular Vertical

Globo da morte

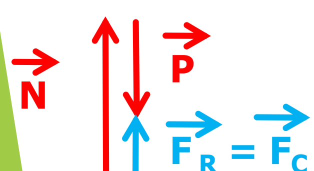


No ponto mais baixo

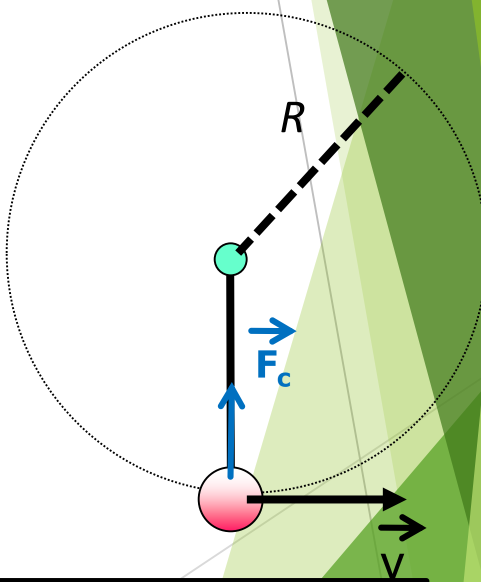


$|\vec{N}| > |\vec{T}|$

Força resultante: $\vec{N} + \vec{P}$

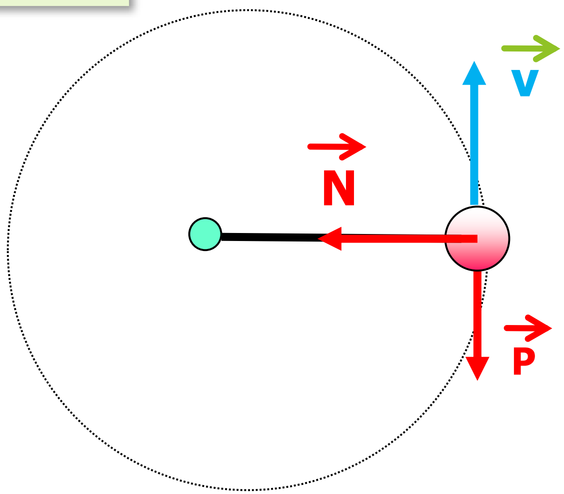


PODEMOS SUBSTITUIR POR



$$F_{centrípteta} = N - P = \frac{m.V^2}{R}$$

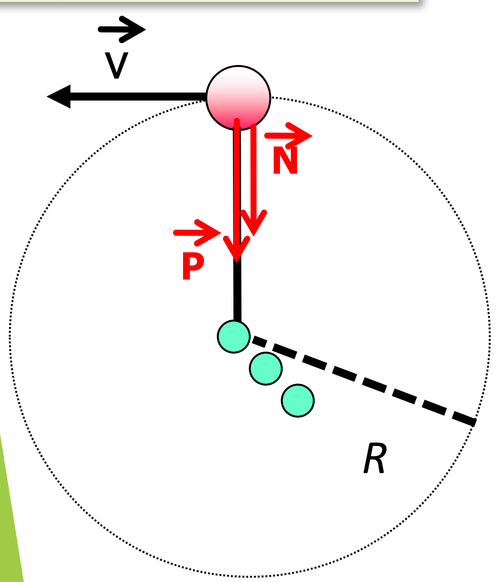
Subindo



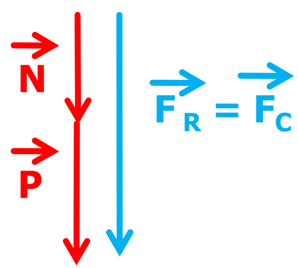
A normal é a resultante de forças na direção do centro:

$$F_{centrípteta} = N = \frac{m.V^2}{R}$$

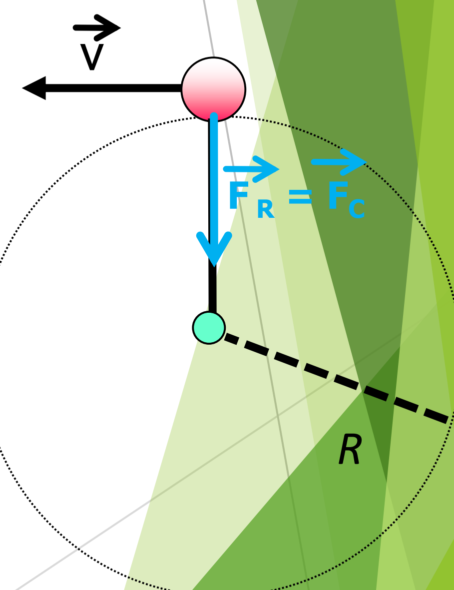
No ponto mais alto



Força resultante: $\vec{N} + \vec{P}$

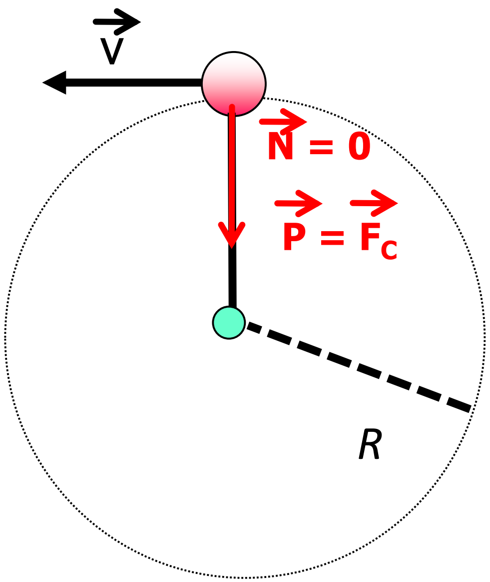


Podemos substituir por



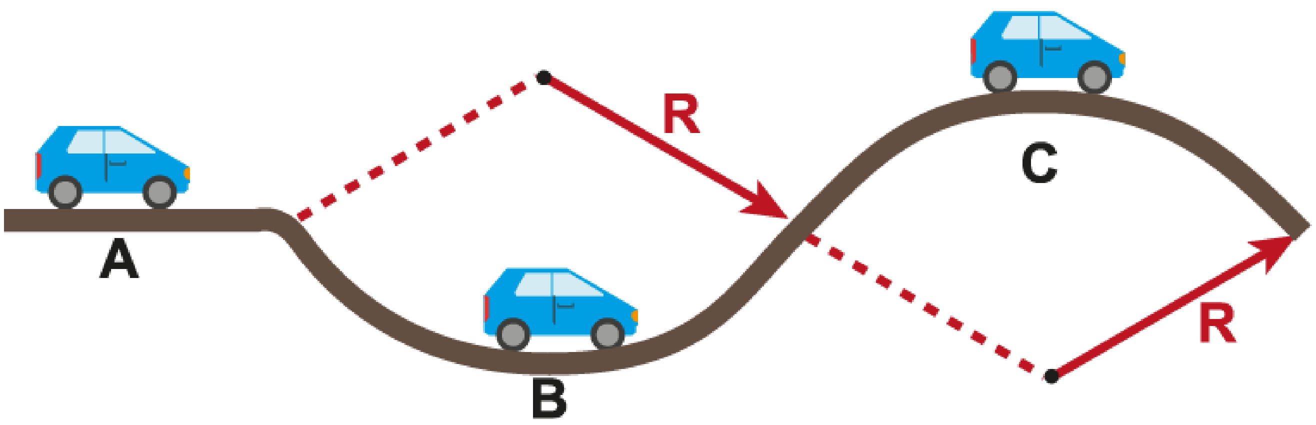
$$F_{centrípteta} = N + P = \frac{m.V^2}{R}$$

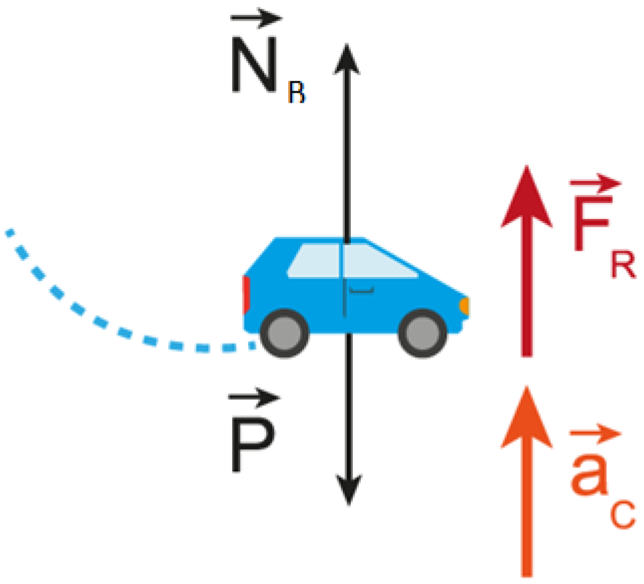
A velocidade mínima para passar pelo ponto mais alto dará quando a reação da normal for nula:



$$F_C = P = \frac{m.V_{min}^2}{R} \longrightarrow \cancel{m}.g = \frac{\cancel{m}.V_{min}^2}{R} \longrightarrow \boxed{V_{min} = \sqrt{g.R}}$$

Depressão: **Analisar o ponto B**



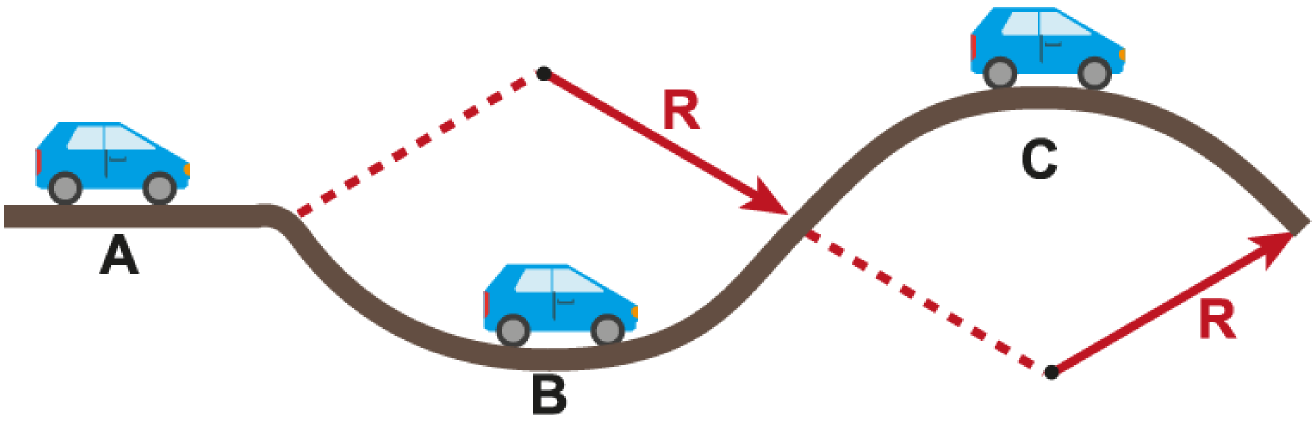


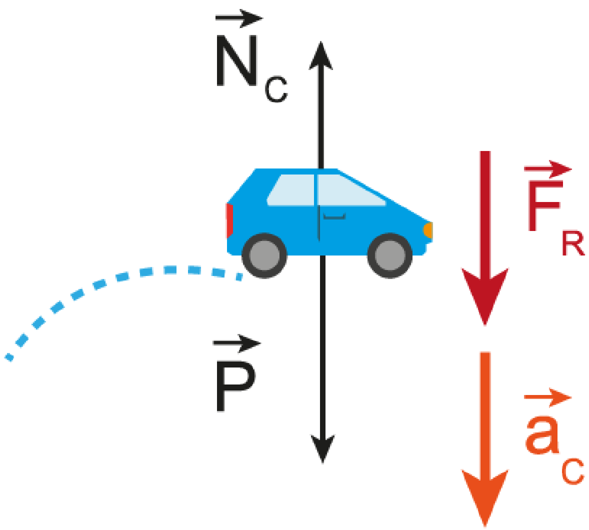
$$F_{Rcp} = N_B - P = m \cdot a_C$$

$$N_B - mg = m \times \frac{V^2}{R}$$

$$N_B = mg + m \times \frac{V^2}{R}$$

Lombada: **Analisar o ponto C**



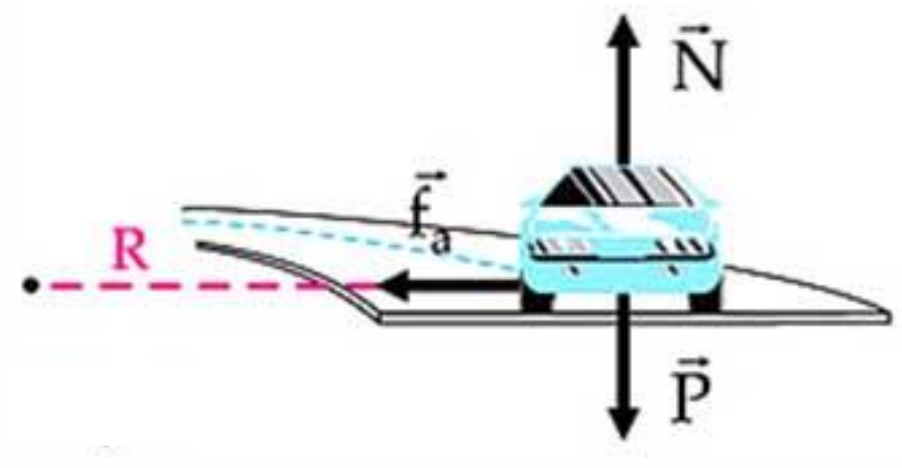


$$F_{Rcp} = P - N_C = m \cdot a_C$$

$$N_C - mg = m \times \frac{V^2}{R}$$

$$N_C = mg - m \times \frac{V^2}{R}$$

Curvas Planas

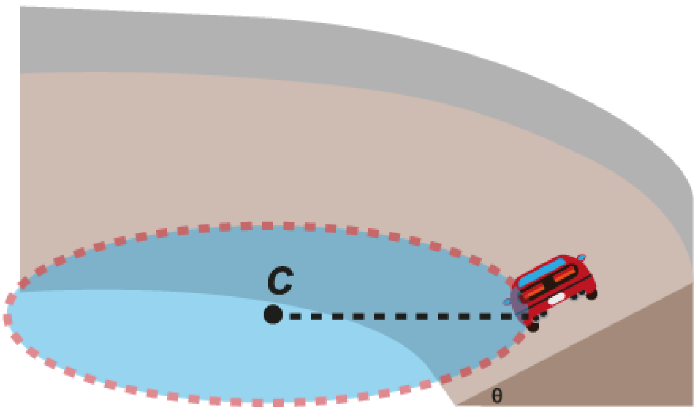


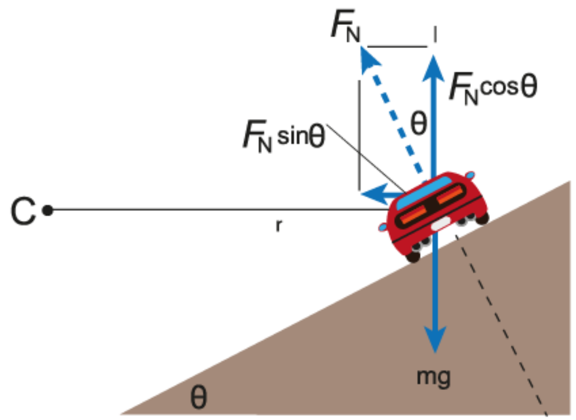
- o peso é anulado pela reação da normal.
- a resultante de forças é a força de atrito estático.
- a força de atrito estático faz o papel de força centrípeta.
- se a velocidade aumenta, a força de atrito estático aumenta.
- a maior velocidade para fazer a curva sem derrapar é uma velocidade para qual a força centrípeta é a força de atrito estático máximo.

$$F_{centrípeta} = (F_{atrito})_{máxima} = \frac{m.V^2_{máxima}}{R} \longrightarrow \mu_e.\cancel{m}.g = \frac{\cancel{m}.V^2_{máxima}}{R} \longrightarrow \boxed{V_{máx} = \sqrt{\mu_e.g.R}}$$

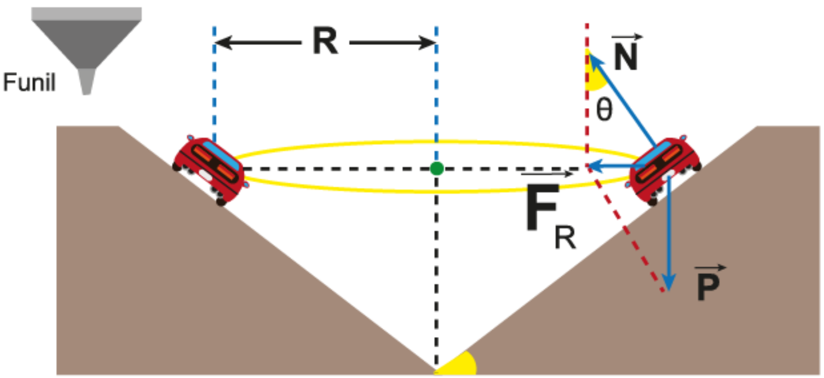
Se as rodas travarem e deslizarem, passa a atuar força de atrito cinético, que é menor que a estático máxima. Assim, o carro tem probabilidade de derrapar.

Curvas Inclinadas





Imagens: SEE-PE, redesenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.



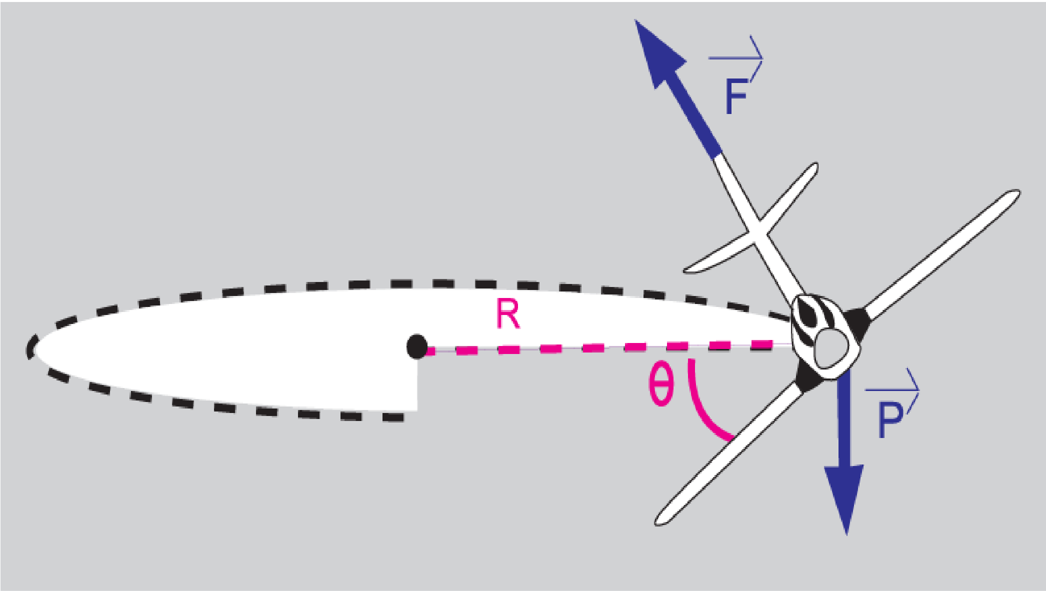
$$\mathrm{tg}\,\theta = \frac{F_{R_C}}{P} \Rightarrow F_{R_C} = P.\mathrm{tg}\,\theta$$

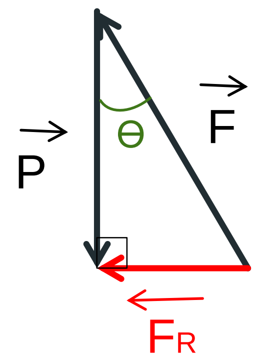
$$m.\frac{v^2}{R} = m.g.tg\,\theta$$

$$\boxed{v = \sqrt{R.g.\mathrm{tg}\,\theta}}$$

Pelas mesmas razões apresentadas nos estudos do pêndulo cônico e da curva do avião, pode-se entender também a curva sobrelevada. A força normal e peso geram, por composição, a sua resultante centrípeta horizontal

Curvas Inclinadas





$$tg\theta = \frac{F_{R_C}}{P} \Rightarrow F_{R_C} = P.tg\theta$$

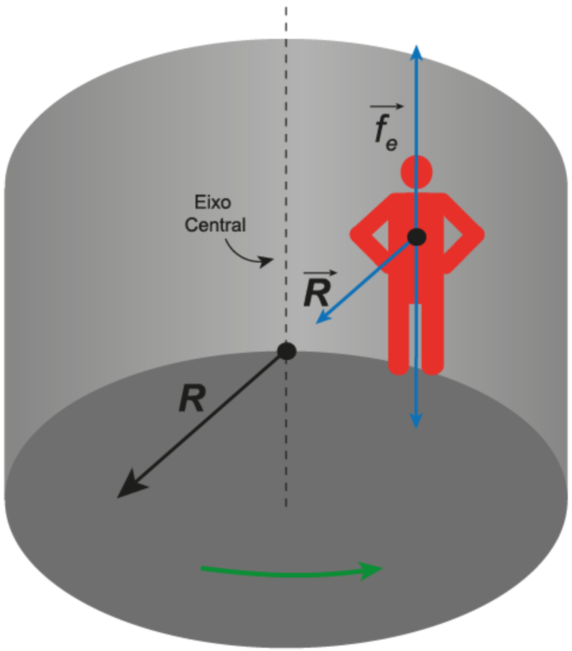
$$m.\frac{v^2}{R} = m.g.tg\theta$$

$$\boxed{v = \sqrt{R.g.tg\,\theta}}$$

Pelas mesmas razões apresentadas nos estudos do pêndulo cônico, pode-se entender o motivo de um avião ter suas asas inclinadas no momento em que efetua uma curva horizontal de raio R. A força de sustentação aerodinâmica, normal às asas, e o peso do avião geram, por composição, a sua resultante centrípeta horizontal.

Rotor

Um rotor é um espaço cilíndrico oco que pode rodar em torno do eixo vertical central. Uma pessoa entra no rotor, fecha a porta, e fica de pé contra a parede em repouso; o cilindro começa a rodar até atingir uma certa velocidade; quando o chão se abre, abaixo da pessoa, ela vê um poço profundo, mas a pessoa não cai, permanecendo presa à parede do rotor.



$$f_{at_e} = P = m.g \Rightarrow \mu_e.N = m.g$$

$$N = \frac{m.g}{\mu_e}$$

$$F_{R_c} = N \Rightarrow m.\frac{v^2}{R} = \frac{m.g}{\mu_e}$$

$$\boxed{v_{min} = \sqrt{\frac{R.g}{\mu_e}}}$$