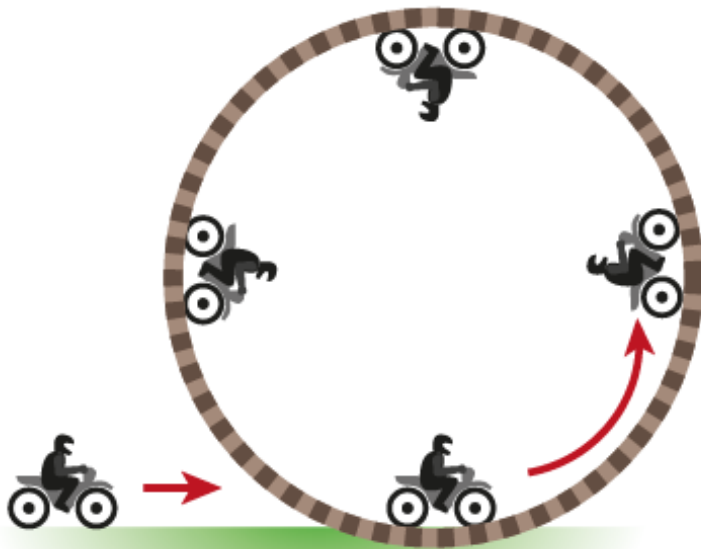




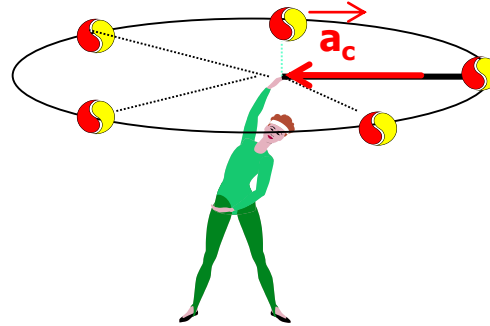
Disciplina: Física
Série: 1º ANO EM
Prof.: Rafael Rodrigues

**ASSUNTO: Dinâmica no MCU -
Resultante centrípeta**

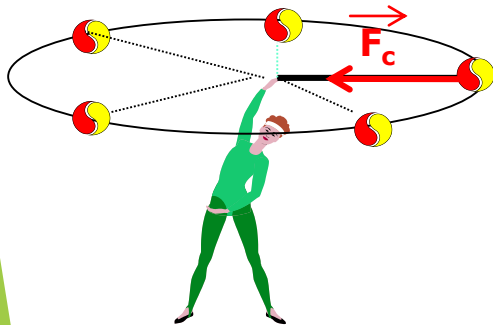


Dinâmica no MCU (MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME)

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.

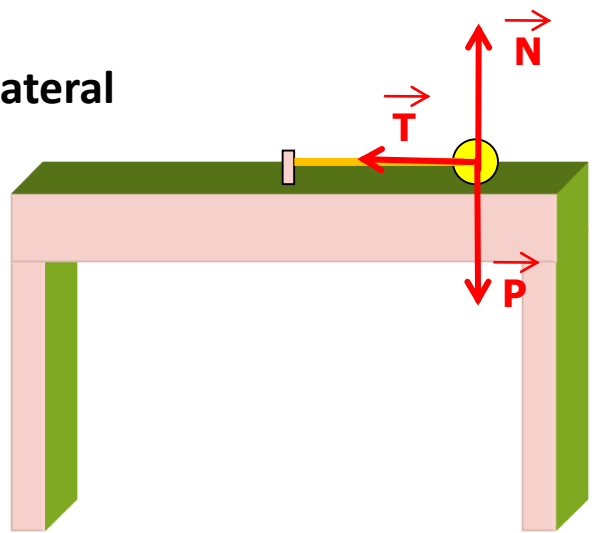


$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \longrightarrow \vec{F}_{\text{centrípeta}} = m \cdot \vec{a}_{\text{centrípeta}}$$

$$a_{\text{centrípeta}} = \frac{v^2}{R} \longrightarrow F_{\text{centrípeta}} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

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

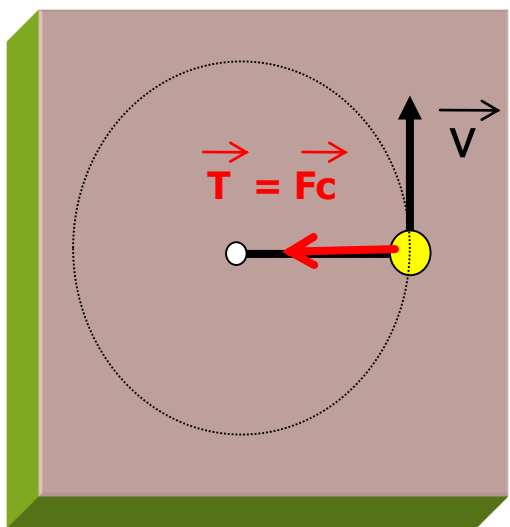
Vista lateral



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

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

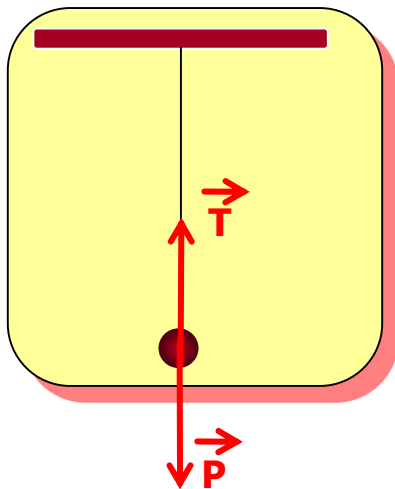
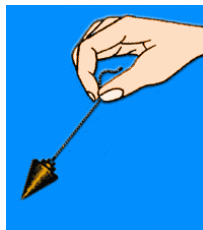
$$F_{\text{centrípeta}} = m \cdot \frac{V^2}{R} \longrightarrow T = m \cdot \frac{V^2}{R}$$



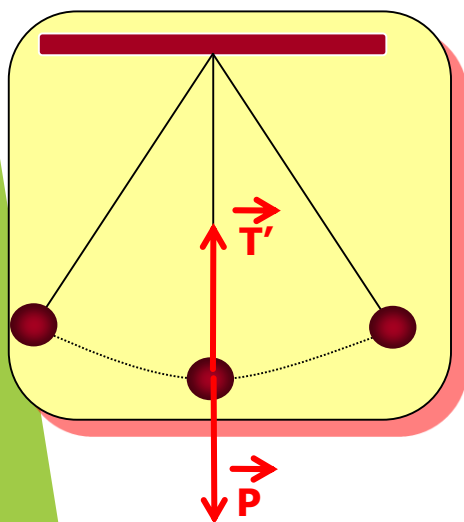
Vista de topo

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

Pêndulo Simples



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



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

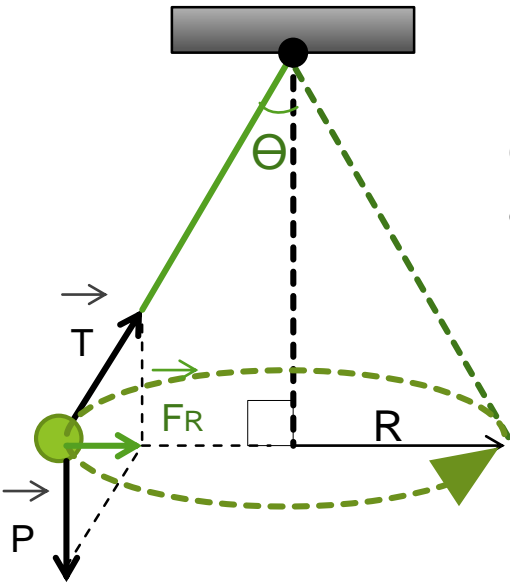
$$|\vec{T}| > |\vec{P}| \rightarrow F_{\text{centrípteta}} = T - P = \frac{m \cdot V^2}{R} \rightarrow$$

$$T = m \cdot g + m \cdot \frac{v^2}{R}$$

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

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:

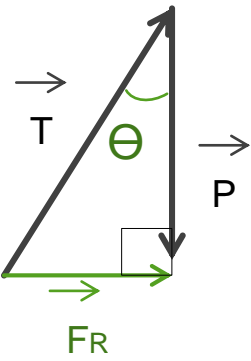


Pêndulo cônico

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

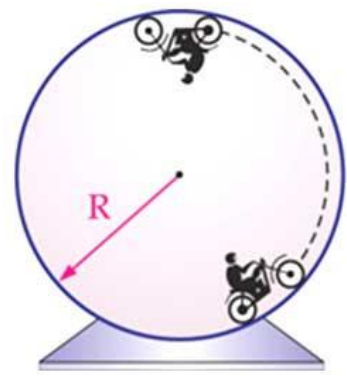
$$m \cdot a_c = mg \cdot \text{tg}\Theta \Rightarrow a_c = g \cdot \text{tg}\Theta$$

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

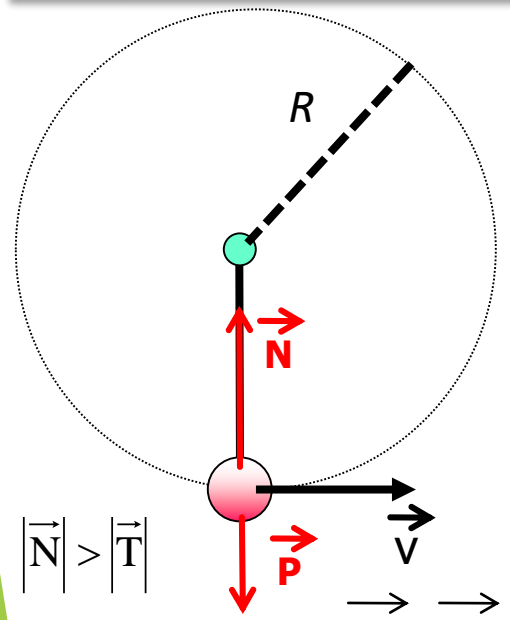


Movimento Circular Vertical

Globo da morte

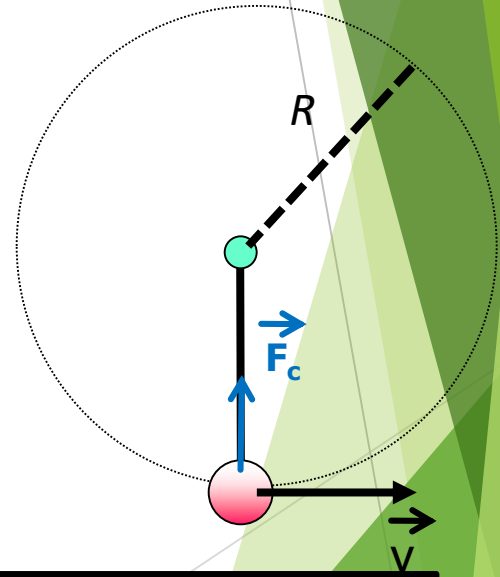


No ponto mais baixo

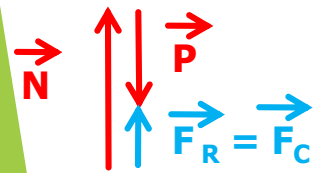


Força resultante: $N + P$

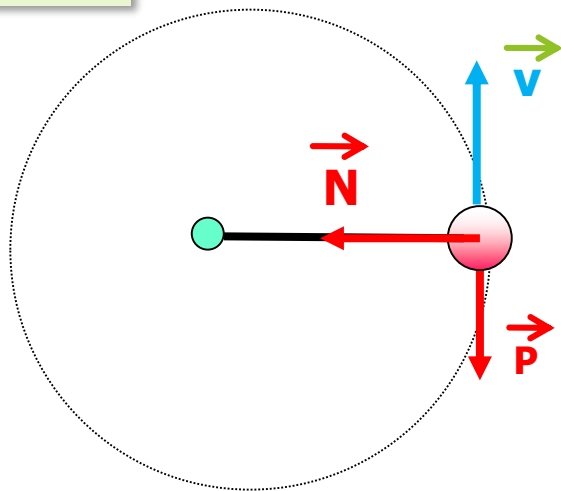
PODEMOS
SUBSTITUIR
POR



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



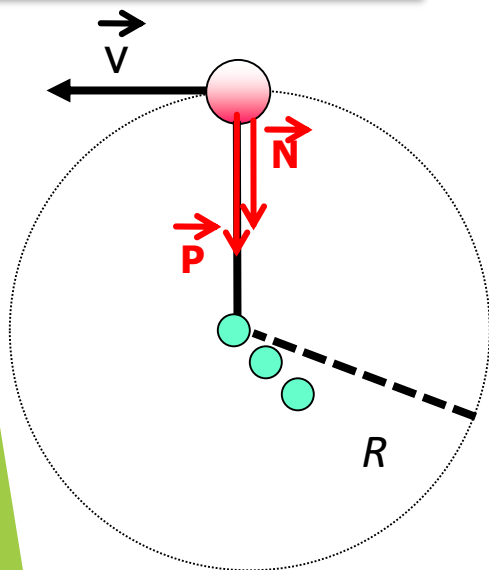
Subindo



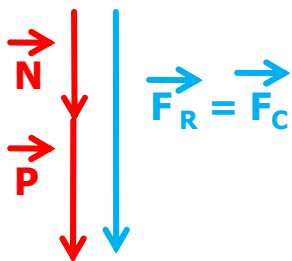
A normal é a resultante de forças na direção do centro:

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

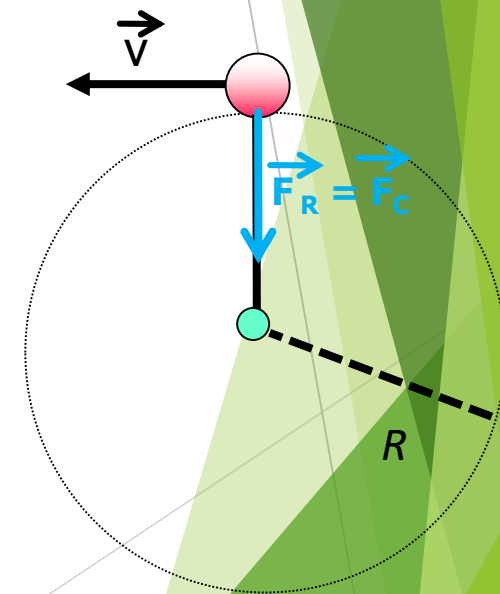
No ponto mais alto



Força resultante: $N + P$

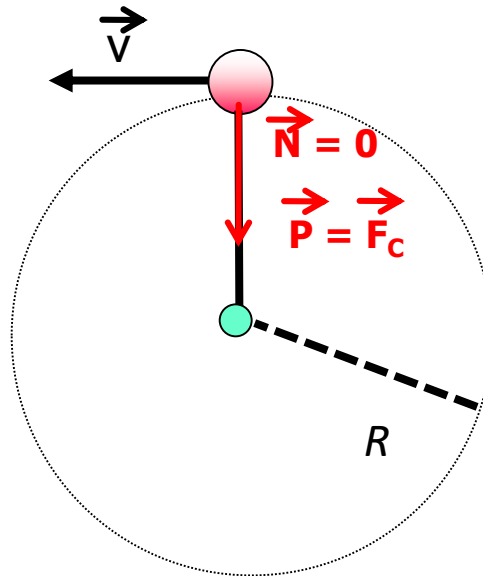


Podemos substituir por



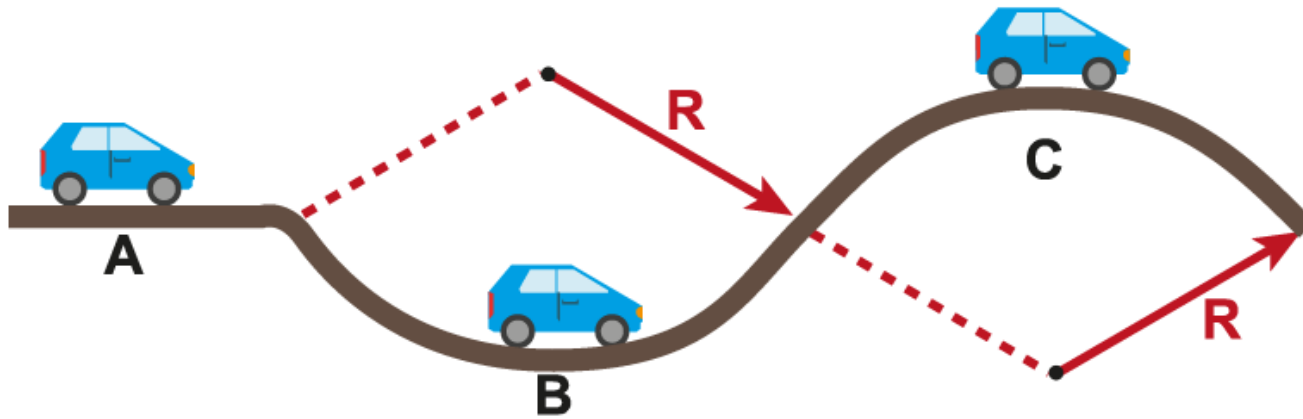
$$F_{\text{centrípteta}} = N + P = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

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

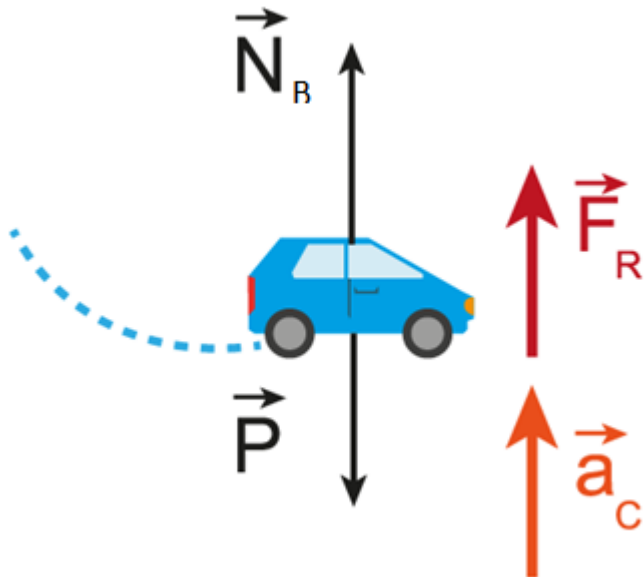


$$F_C = P = \frac{m \cdot V_{\min}^2}{R} \longrightarrow \cancel{m \cdot g} = \frac{\cancel{m} \cdot V_{\min}^2}{R} \longrightarrow V_{\min} = \sqrt{g \cdot R}$$

Depressão: Analisar o ponto B



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

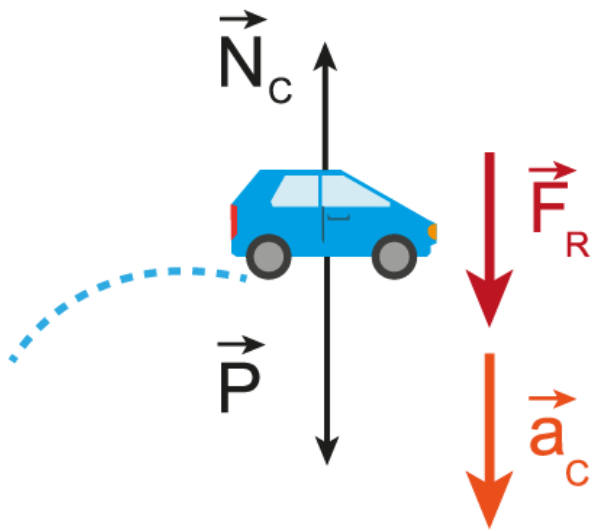
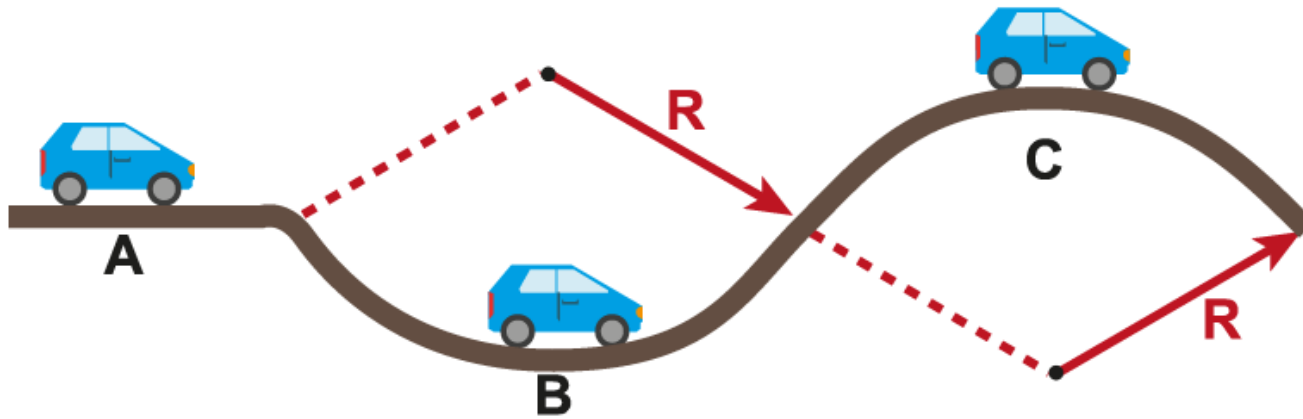


$$N_B - mg = m \times \frac{V^2}{R}$$

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

Lombada:

Analisar o ponto C

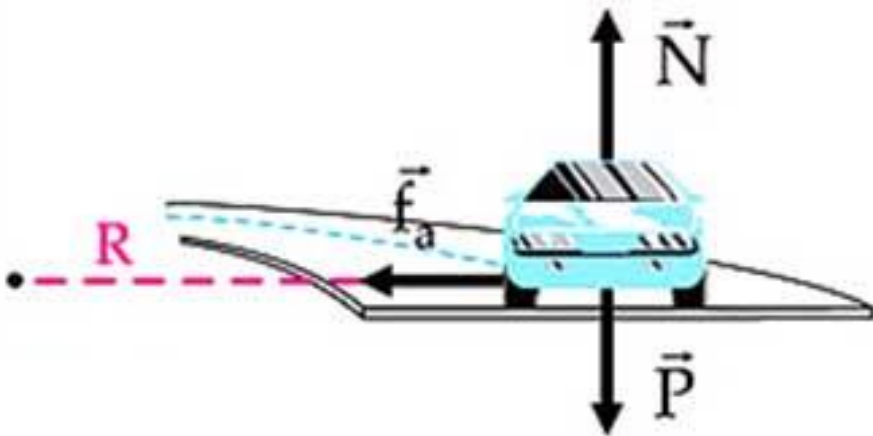


$$F_{Rcp} = P - N_C = m \cdot a_C$$

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

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

Curvas Planas

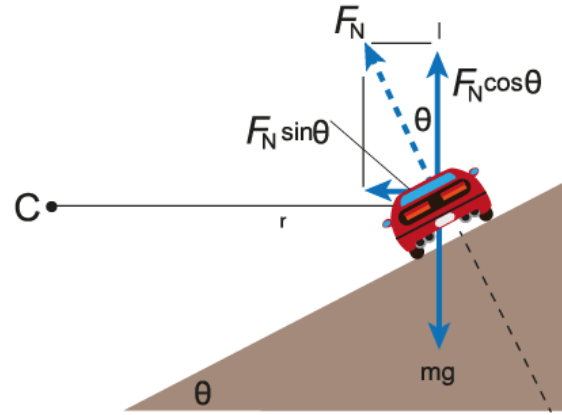
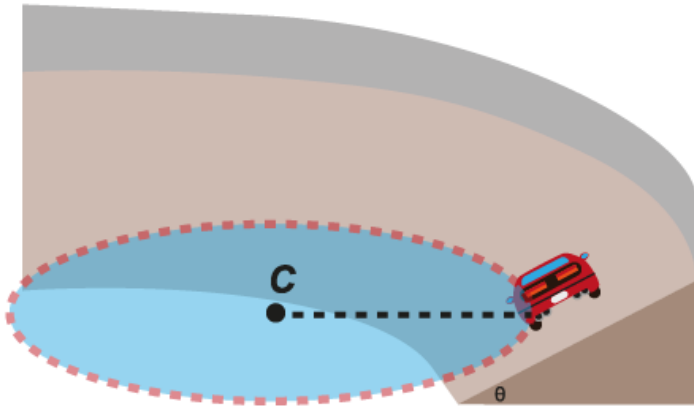


- o peso é anulado pela reação da normal.
- a resultante de forças é a força de atrito estático.
- a força de atrito estático faz o papel de força centrípeta.
- se a velocidade aumenta, a força de atrito estático aumenta.
- a maior velocidade para fazer a curva sem derrapar é uma velocidade para qual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

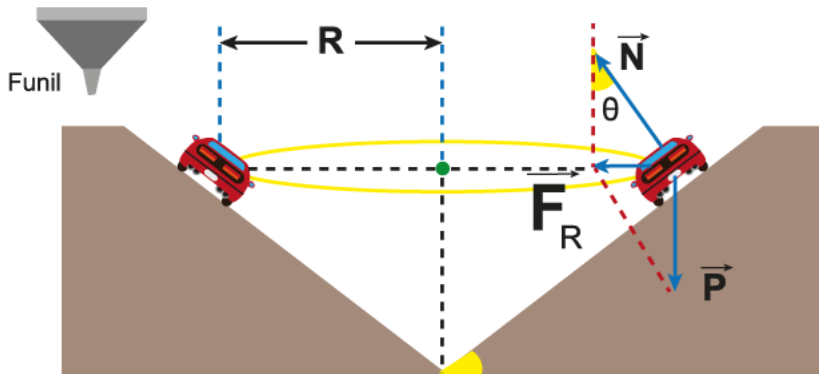
$$F_{\text{centrípeta}} = (F_{\text{atrito}})_{\text{máxima}} = \frac{m \cdot V_{\text{máxima}}^2}{R} \longrightarrow \mu_e \cdot m \cdot g = \frac{m \cdot V_{\text{máxima}}^2}{R} \longrightarrow \boxed{V_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_e \cdot g \cdot R}}$$

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, redenhado a partir de ilustração de Autor Desconhecido.



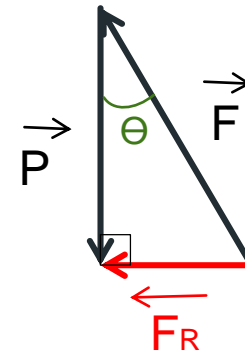
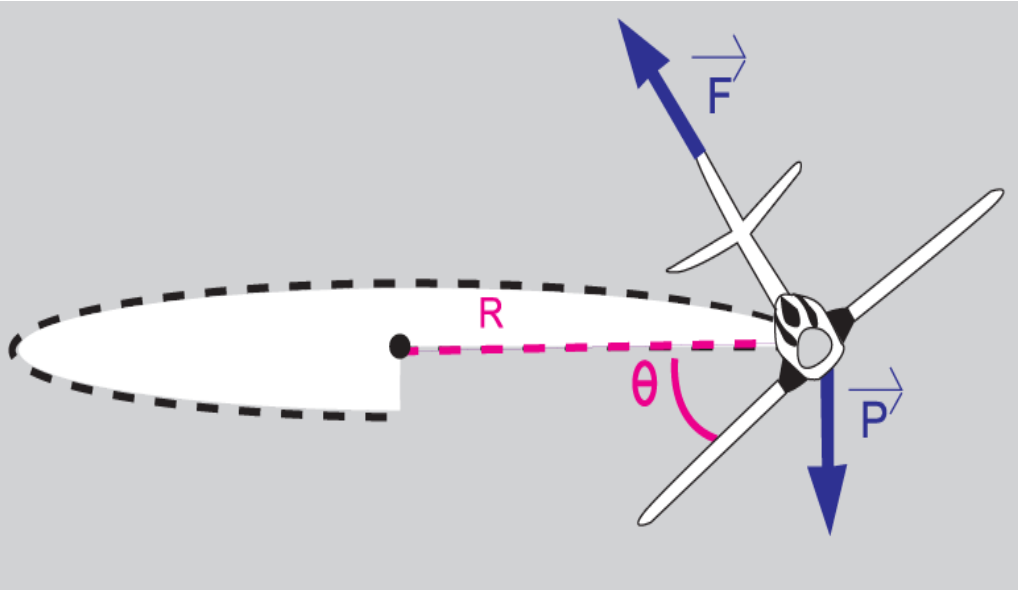
$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_{Rc}}{P} \Rightarrow F_{Rc} = P \cdot \operatorname{tg} \theta$$

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

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \operatorname{tg} \theta}$$

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



$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_{Rc}}{P} \Rightarrow F_{Rc} = P \cdot \operatorname{tg} \theta$$

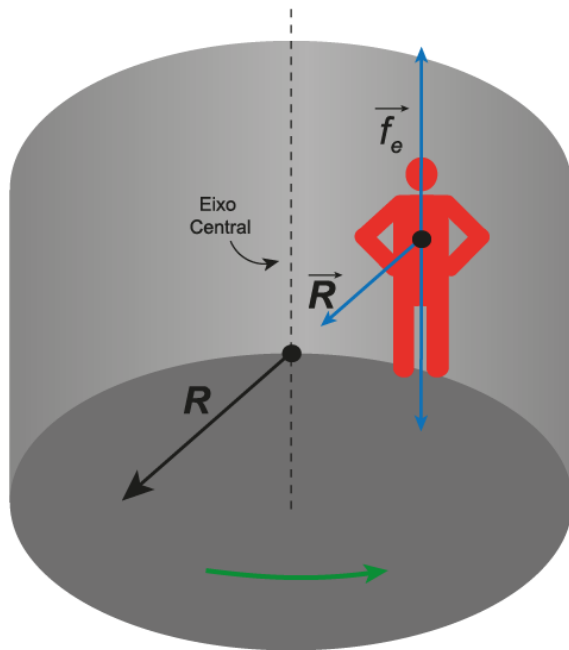
$$m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \theta$$

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \operatorname{tg} \theta}$$

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.



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

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

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

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