Física 1 (4310145) - Aula 23/04/2020

Informações

- Capítulo 2
  - Perguntas: Todas!
  - Problemas: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 2.14, 2.17, 2.21, 2.31, 2.37, 2.41, 2.67, 2.69
- Capítulo 3
  - Perguntas: 3.1, 3.3, 3.5 , 3.12, 3.13
  - Problemas: 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10, 3.15, 3.32, 3.27, 3.33, 3.37, 3.43
- Capítulo 4
  - Perguntas: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.13, 4.17
  - Problemas: 4.1, 4.3, 4.7, 4.9, 4.11, 4.19, 4.25, 4.29, 4.47, 4.57, 4.65, 4.69
- Capítulo 5
  - Perguntas: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.9
  - Problemas: 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7, 5.11, 5.13, 5.15, 5.19, 5.21, 5.31, 5.35, 5.45, 5.63
- Capítulo 6
  - Perguntas: 6.1, 6.2, 6.3, 6.5, 6.6, 6.9. 6.13
  - Problemas: 6.1, 6.3, 6.4, 6.5, 6.13, 6.19, 6.25, 6.33, 6.39, 6.41, 6.43, 6.57, 6.59

---

jader.pereira.santos@gmail.com (11-963653978)
felipefreitas@usp.br

Sumário

Sumário

Sumário

Sumário

Sumário

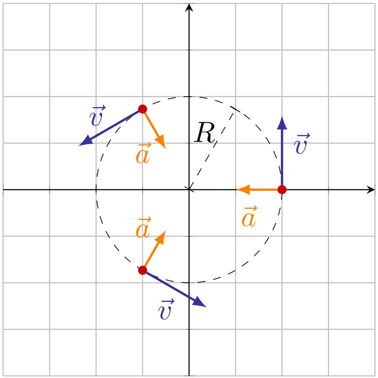
Movimento circular uniforme

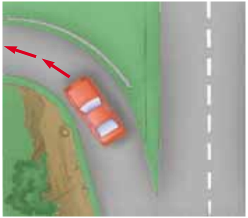
- Velocidade **escalar** é constante:

$$v = |\vec{v}| = \text{cte}$$

- O vetor $\vec{v}$ é sempre tangente à trajetória.
- A partícula tem aceleração, pois a direção do vetor velocidade está mudando.
- O vetor $\vec{a}$ sempre aponta para o centro da circunferência

$$a = |\vec{a}| = \frac{v^2}{R}$$





- Uma força centrípeta acelera um corpo, modificando a direção da velocidade sem mudar a velocidade escalar.

- De acordo com a 2° Lei de Newton

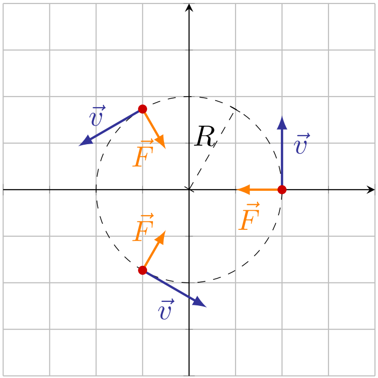
$$F = ma$$

- Sendo a aceleração centrípeta

$$a = \frac{v^2}{r}$$

- Podemos escrever o módulo de uma força centrípeta como

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



Teste

Quando você anda de roda-gigante com velocidade constante, qual é a direção da sua aceleração $\vec{a}$ e da força normal $\vec{F}_N$ exercida pelo assento (que sempre está na vertical) quando você passa
(a) pelo ponto mais alto?
(b) pelo ponto mais baixo da roda?
(c) O módulo de $\vec{a}$ no ponto mais alto da roda é maior ou menor que no ponto mais baixo?
(d) O módulo de $\vec{F}_N$ no ponto mais alto da roda é maior ou menor que no ponto mais baixo?

Exemplo: Quão rápido você pode girar?

Uma bola de massa $0,500$kg é presa a uma corda de $1,50$m. A bola é rotacionada em um circulo horizontal. Se a corda aguenta uma tensão máxima de $50,0$N, qual é a velocidade máxima que a bola consegue atingir antes que a corda arrebente?

- Neste caso, a força que causa a aceleração centrípeta é a força de tensão $\vec{T}$ exercida pela corda na bola

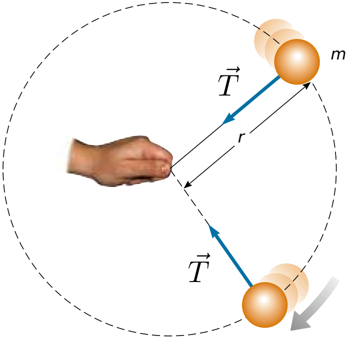
$$T = m\frac{v^2}{r}$$

- Resolvendo para v, temos

$$v = \sqrt{\frac{Tr}{m}}$$

- A velocidade máxima que a bola pode ter corresponde a tensão máxima. Assim

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{T_{\text{máx}}r}{m}} = \sqrt{\frac{(50,0\text{N})(1,5\text{m})}{0,500\text{kg}}} = 12,2\text{m/s}$$



Exemplo: Quão rápido você pode girar?

Uma bola de massa $0,500\text{kg}$ é presa a uma corda de $1,50\text{m}$. A bola é rotacionada em um circulo horizontal. Se a corda aguenta uma tensão máxima de $50,0\text{N}$, qual é a velocidade máxima que a bola consegue atingir antes que a corda arrebente?

- Neste caso, a força que causa a aceleração centrípeta é a força de tensão $\vec{T}$ exercida pela corda na bola

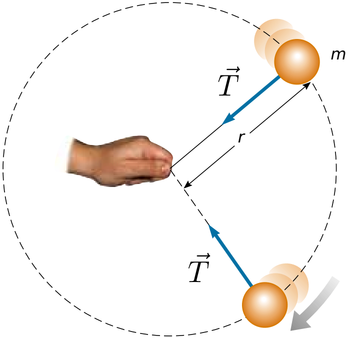
$$T = m\frac{v^2}{r}$$

- Resolvendo para v, temos

$$v = \sqrt{\frac{Tr}{m}}$$

- A velocidade máxima que a bola pode ter corresponde a tensão máxima. Assim

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{T_{\text{máx}}r}{m}} = \sqrt{\frac{(50,0\text{N})(1,5\text{m})}{0,500\text{kg}}} = 12,2\text{m/s}$$



Exemplo: Quão rápido você pode girar?

Uma bola de massa $0,500\text{kg}$ é presa a uma corda de $1,50\text{m}$. A bola é rotacionada em um circulo horizontal. Se a corda aguenta uma tensão máxima de $50,0\text{N}$, qual é a velocidade máxima que a bola consegue atingir antes que a corda arrebente?

- Neste caso, a força que causa a aceleração centrípeta é a força de tensão $\vec{T}$ exercida pela corda na bola

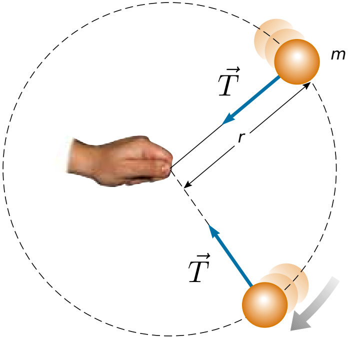
$$T = m\frac{v^2}{r}$$

- Resolvendo para v, temos

$$v = \sqrt{\frac{Tr}{m}}$$

- A velocidade máxima que a bola pode ter corresponde a tensão máxima. Assim

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{T_{\text{máx}}r}{m}} = \sqrt{\frac{(50,0\text{N})(1,5\text{m})}{0,500\text{kg}}} = 12,2\text{m/s}$$



Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

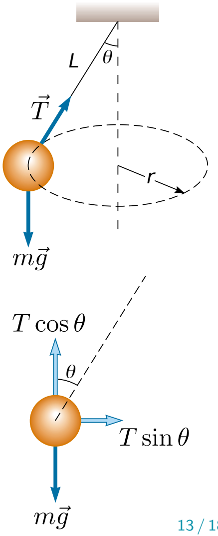
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$



Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

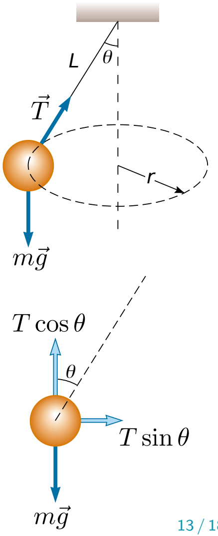
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$



Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

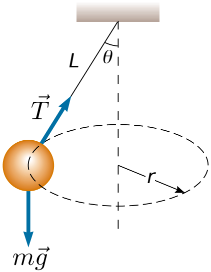
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

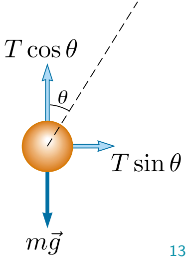
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

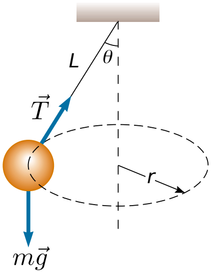
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

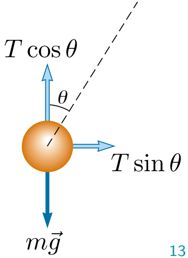
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

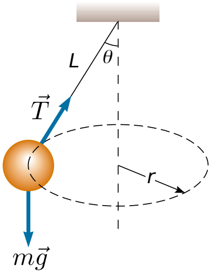
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

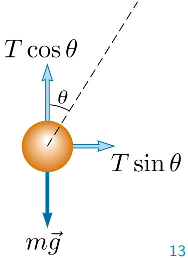
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

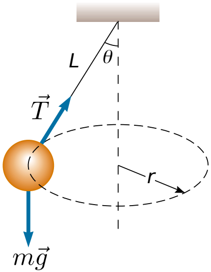
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

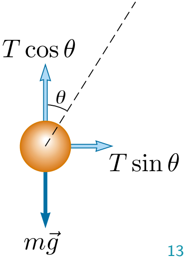
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

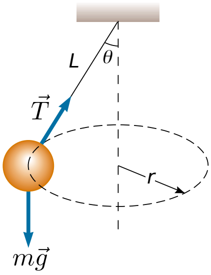
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

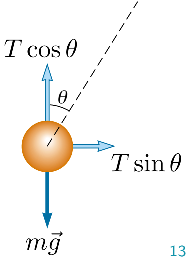
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Pendulo cônico

Encontre uma expressão para v em função de θ e L.

- Da 2° Lei de Newton podemos escrever

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

- Que podemos escrever em componentes

$$F_{r,\text{res}} = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = ma_y$$

- ficamos com

$$F_{r,\text{res}} = T\sin\theta = ma_r$$
$$F_{y,\text{res}} = T\cos\theta - mg = 0$$

- Como

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

- Teremos

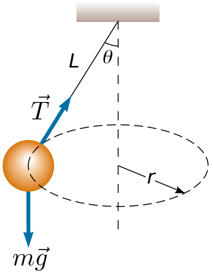
$$v = \sqrt{\frac{Tr\sin\theta}{m}}$$

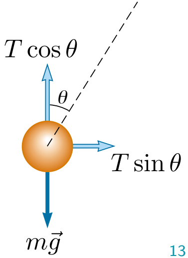
- substituindo T, encontramos

$$v = \sqrt{\frac{gr\sin\theta}{\cos\theta}}$$

- Como $\sin\theta = r/L$, teremos

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{Lg\sin^2\theta}{\cos\theta}} = \sqrt{Lg\sin\theta\tan\theta}}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0$m e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$

- Finalmente podemos escrever

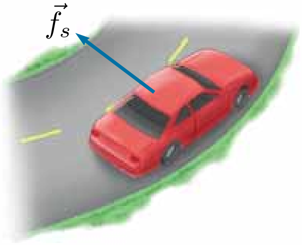
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{r}$$

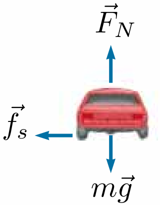
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0$m e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$

- Finalmente podemos escrever

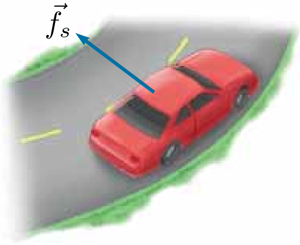
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v^2_{\text{máx}}}{r}$$

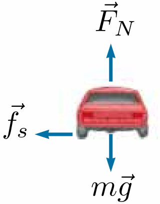
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0$m e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$

- Finalmente podemos escrever

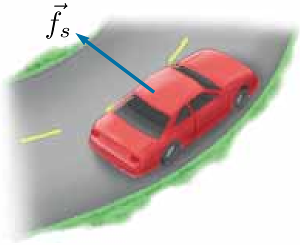
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v^2_{\text{máx}}}{r}$$

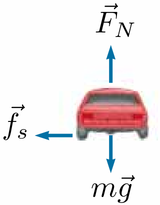
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0\text{m}$ e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s m g$$

- Finalmente podemos escrever

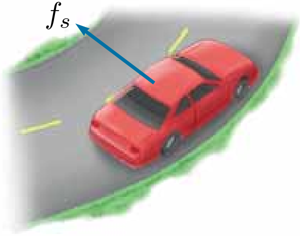
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v^2_{\text{máx}}}{r}$$

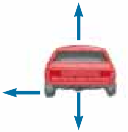
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0\text{m}$ e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$

- Finalmente podemos escrever

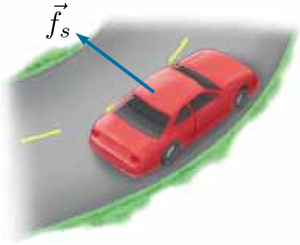
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{r}$$

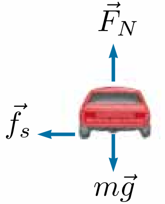
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0$m e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$

- Finalmente podemos escrever

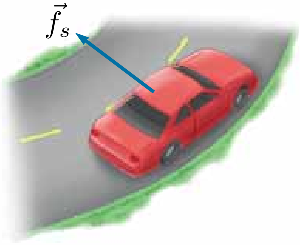
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{r}$$

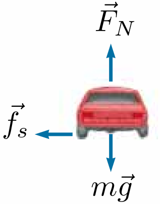
$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$





Exemplo: Qual é a velocidade máxima do carro?

Um carro de 1500kg entra em uma curva. Se o raio da curva é $35,0$m e $\mu_s = 0,500$, encontre a velocidade máxima com que o carro consegue fazer a curva.

- A força que faz o carro fazer a curva é a força de atrito estático. Portanto

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

- A força de atrito estático máxima é

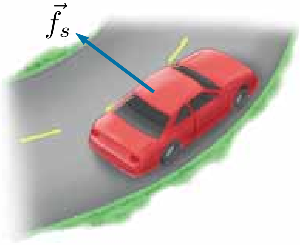
$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

- Assumindo que o carro está em uma estrada plana

$$F_N = mg$$

- Portanto

$$f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg$$



- Finalmente podemos escrever

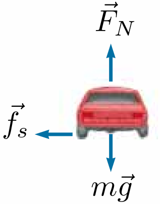
$$f_{s,\text{máx}} = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{r f_{s,\text{máx}}}{m}}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,500)(9,8\text{m/s}^2)(35,0\text{m})}$$

$$v_{\text{máx}} = 13,1\text{m/s}$$



Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4\text{m/s}$ e o raio da curva seja $50,0\text{m}$. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

$$F_{y,res} = ma_y$$
$$F_N \cos\theta - mg = 0$$
$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

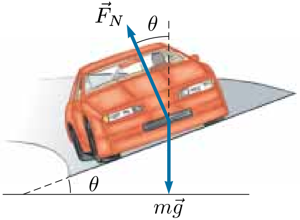
$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

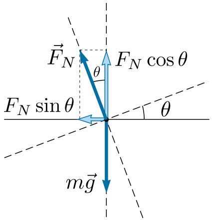
- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\text{m/s})^2}{(50,0\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1°$$





Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4\text{m/s}$ e o raio da curva seja $50,0\text{m}$. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

$$F_{y,res} = ma_y$$

$$F_N \cos\theta - mg = 0$$

$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

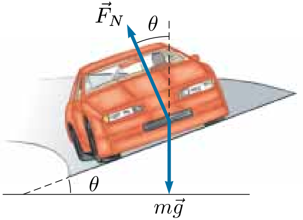
$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

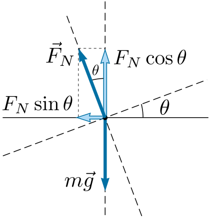
- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\text{m/s})^2}{(50,0\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1^\circ$$





Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4\text{m/s}$ e o raio da curva seja $50,0\text{m}$. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

$$F_{y,res} = ma_y$$

$$F_N \cos\theta - mg = 0$$

$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

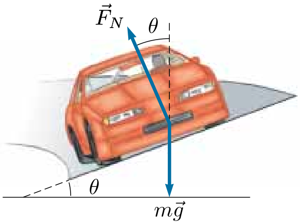
$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

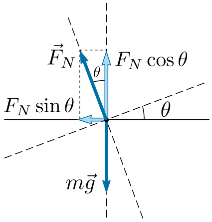
- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\text{m/s})^2}{(50,0\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1^\circ$$





Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4$m/s e o raio da curva seja $50,0$m. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

$$F_{y,res} = ma_y$$

$$F_N \cos\theta - mg = 0$$

$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

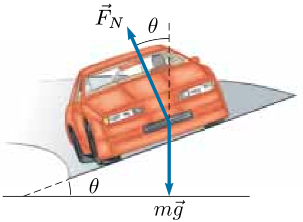
$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

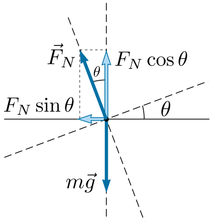
- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\text{m/s})^2}{(50,0\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1^\circ$$





Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4\mathrm{m/s}$ e o raio da curva seja $50,0\mathrm{m}$. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

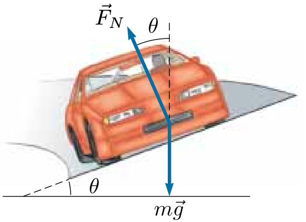
$$F_{y,res} = ma_y$$

$$F_N \cos\theta - mg = 0$$

$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

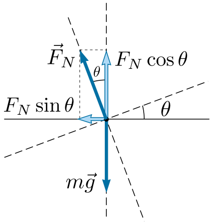


- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\mathrm{m/s})^2}{(50,0\mathrm{m})\,(9,80\mathrm{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1^\circ$$



Exemplo: Curva inclinada

Um engenheiro quer projetar uma curva de forma que o carro não dependa do atrito para fazer a curva sem derrapar. Por isso ele faz uma curva inclinada. Suponha que a velocidade projetada para curva seja de $13,4\text{m/s}$ e o raio da curva seja $50,0\text{m}$. Com que angulo a curva deve ser inclinada?

- A 2° Lei de Newton para a componente radial é

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_N \sin\theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

- A 2° Lei de Newton para a componente vertical é

$$F_{y,res} = ma_y$$

$$F_N \cos\theta - mg = 0$$

$$F_N \cos\theta = mg \qquad (2)$$

- Dividindo a Eq.(1) pela Eq.(2), obtemos

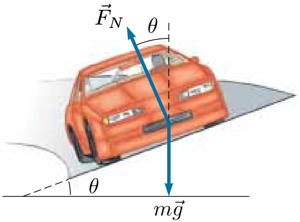
$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

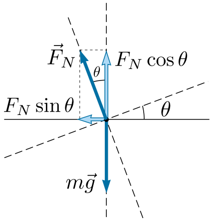
- Em que θ é dado por

$$\theta = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(13,4\text{m/s})^2}{(50,0\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 20,1^\circ$$





Exemplo: Loop

Um piloto de massa m executa um loop. Nesta manobra o piloto faz um circulo vertical de raio $r = 2,70\text{km}$ em uma velocidade constante de 225m/s. Determine a força exercida pelo banco no piloto (a) na parte inferior do loop e (b) na parte superior do loop. Expresse sua resposta em termos do peso do piloto mg.

Na parte inferior

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,i} - mg = m\frac{v^2}{r}$$

Isolando $F_{N,i}$, temos

$$F_{N,i} = mg\left(1 + \frac{v^2}{rg}\right)$$

$$F_{N,i} = mg\left[1 + \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70\times10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 2,91mg$$

- Na parte superior

$$F_{r,res} = ma_r$$

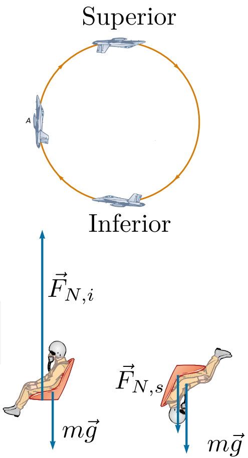
$$F_{N,s} + mg = m\frac{v^2}{r}$$

- Isolando $F_{N,s}$, temos

$$F_{N,s} = mg\left(\frac{v^2}{rg} - 1\right)$$

$$F_{N,s} = mg\left[1 - \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70\times10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 0,913mg$$



Exemplo: Loop

Um piloto de massa m executa um loop. Nesta manobra o piloto faz um circulo vertical de raio $r = 2,70\text{km}$ em uma velocidade constante de 225m/s. Determine a força exercida pelo banco no piloto (a) na parte inferior do loop e (b) na parte superior do loop. Expresse sua resposta em termos do peso do piloto mg.

Na parte inferior

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,i} - mg = m\frac{v^2}{r}$$

Isolando $F_{N,i}$, temos

$$F_{N,i} = mg\left(1 + \frac{v^2}{rg}\right)$$

$$F_{N,i} = mg\left[1 + \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right] = 2,91mg$$

- Na parte superior

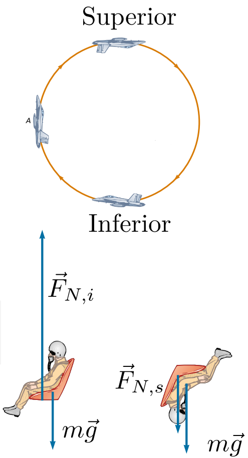
$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,s} + mg = m\frac{v^2}{r}$$

- Isolando $F_{N,s}$, temos

$$F_{N,s} = mg\left(\frac{v^2}{rg} - 1\right)$$

$$F_{N,s} = mg\left[1 - \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right] = 0,913mg$$



Exemplo: Loop

Um piloto de massa m executa um loop. Nesta manobra o piloto faz um circulo vertical de raio $r = 2,70$km em uma velocidade constante de 225m/s. Determine a força exercida pelo banco no piloto (a) na parte inferior do loop e (b) na parte superior do loop. Expresse sua resposta em termos do peso do piloto mg.

Na parte inferior

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,i} - mg = m\frac{v^2}{r}$$

Isolando $F_{N,i}$, temos

$$F_{N,i} = mg\left(1 + \frac{v^2}{rg}\right)$$

$$F_{N,i} = mg\left[1 + \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 2,91mg$$

- Na parte superior

$$F_{r,res} = ma_r$$

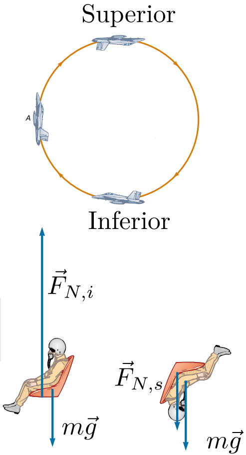
$$F_{N,s} + mg = m\frac{v^2}{r}$$

- Isolando $F_{N,s}$, temos

$$F_{N,s} = mg\left(\frac{v^2}{rg} - 1\right)$$

$$F_{N,s} = mg\left[1 - \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 0,913mg$$



Exemplo: Loop

Um piloto de massa m executa um loop. Nesta manobra o piloto faz um circulo vertical de raio $r = 2,70$km em uma velocidade constante de 225m/s. Determine a força exercida pelo banco no piloto (a) na parte inferior do loop e (b) na parte superior do loop. Expresse sua resposta em termos do peso do piloto mg.

Na parte inferior

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,i} - mg = m\frac{v^2}{r}$$

Isolando $F_{N,i}$, temos

$$F_{N,i} = mg\left(1 + \frac{v^2}{rg}\right)$$

$$F_{N,i} = mg\left[1 + \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 2,91mg$$

- Na parte superior

$$F_{r,res} = ma_r$$

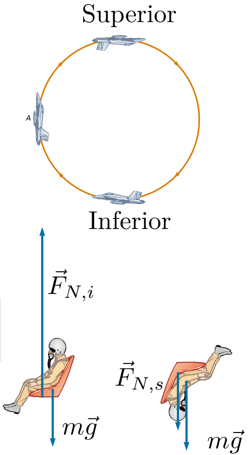
$$F_{N,s} + mg = m\frac{v^2}{r}$$

- Isolando $F_{N,s}$, temos

$$F_{N,s} = mg\left(\frac{v^2}{rg} - 1\right)$$

$$F_{N,s} = mg\left[1 - \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70 \times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 0,913mg$$



Exemplo: Loop

Um piloto de massa m executa um loop. Nesta manobra o piloto faz um circulo vertical de raio $r = 2,70\text{km}$ em uma velocidade constante de 225m/s. Determine a força exercida pelo banco no piloto (a) na parte inferior do loop e (b) na parte superior do loop. Expresse sua resposta em termos do peso do piloto mg.

Na parte inferior

$$F_{r,res} = ma_r$$

$$F_{N,i} - mg = m\frac{v^2}{r}$$

Isolando $F_{N,i}$, temos

$$F_{N,i} = mg\left(1 + \frac{v^2}{rg}\right)$$

$$F_{N,i} = mg\left[1 + \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70\times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 2,91mg$$

- Na parte superior

$$F_{r,res} = ma_r$$

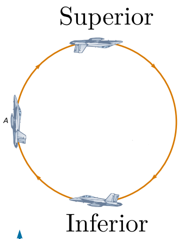
$$F_{N,s} + mg = m\frac{v^2}{r}$$

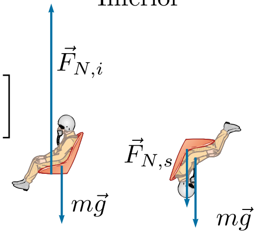
- Isolando $F_{N,s}$, temos

$$F_{N,s} = mg\left(\frac{v^2}{rg} - 1\right)$$

$$F_{N,s} = mg\left[1 - \frac{(225\text{m/s})^2}{(2,70\times 10^3\text{m})\,(9,80\text{m/s}^2)}\right]$$

$$= 0,913mg$$





Dicas

- Reproduza as passagens de maneira independente!
- Estude as referências!

- D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker. *Fundamentos de Física - Mecânica*, volume 1. LTC, 10 edition, 2016
- P.A. Tipler and G. Mosca. *Física para Cientistas e Engenheiros*, volume 1. LTC, 10 edition, 2009
- H.M. Nussenzveig. *Curso de física básica, 1: mecânica.* E. Blucher, 2013
- H.D. Young, R.A. Freedman, F.W. Sears, and M.W. Zemansky. *Sears e Zemansky física I: mecânica*
- M. Alonso and E.J. Finn. *Física: Um curso universitário - Mecânica.* Editora Blucher, 2018
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M.L. Sands. *Lições de Física de Feynman.* Bookman, 2008