KEEP CALM AND STUDY PHYSICS

Dinâmica do movimento circular e variado no plano vertical

Aula 31 / Página 384 / Alfa 4 / Setor A

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

Professor Caio – Física

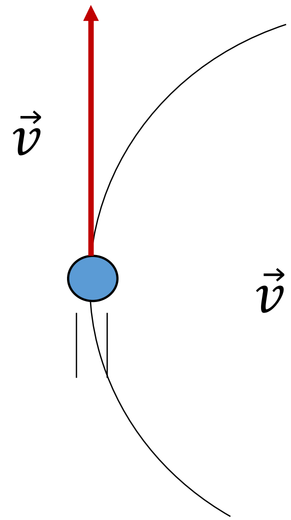
A long time ago in a galaxy far,
far away....

1. Revisão: aceleração vetorial ($\vec{\gamma}$)

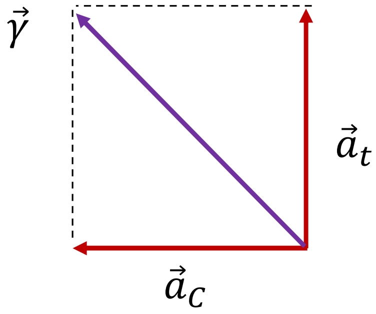
Aceleração vetorial ($\vec{\gamma}$) Mudança na **Velocidade vetorial ($\vec{v}$)**

Intensidade da velocidade vetorial

módulo da velocidade escalar



$\vec{v}$
- Intensidade / módulo: $|\vec{v}| = |v|$
- direção: tangente à trajetória
- sentido: o mesmo do movimento



Indica que o corpo fica mais rápido ou mais devagar

Indica que o corpo faz curva

2. Dinâmica do movimento circular variado (MCV)

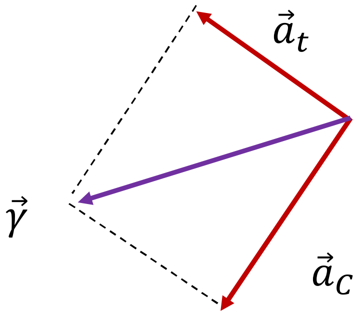
Trajetória circular

$|\vec{v}|$ *varia*

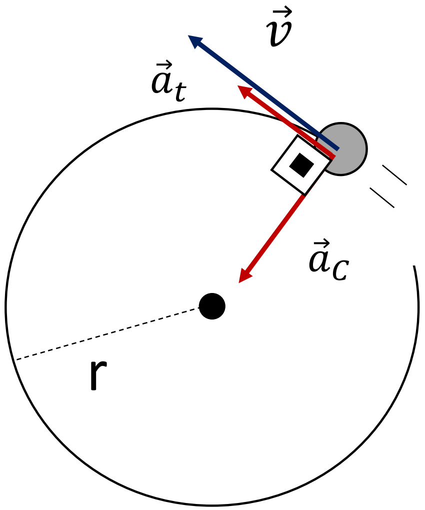
ω *varia*

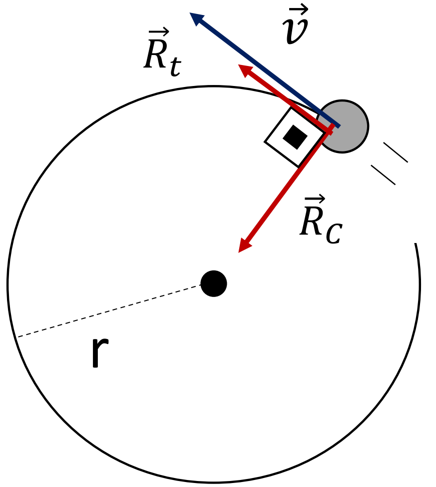
$$\vec{\gamma} = \vec{a}_t + \vec{a}_c$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

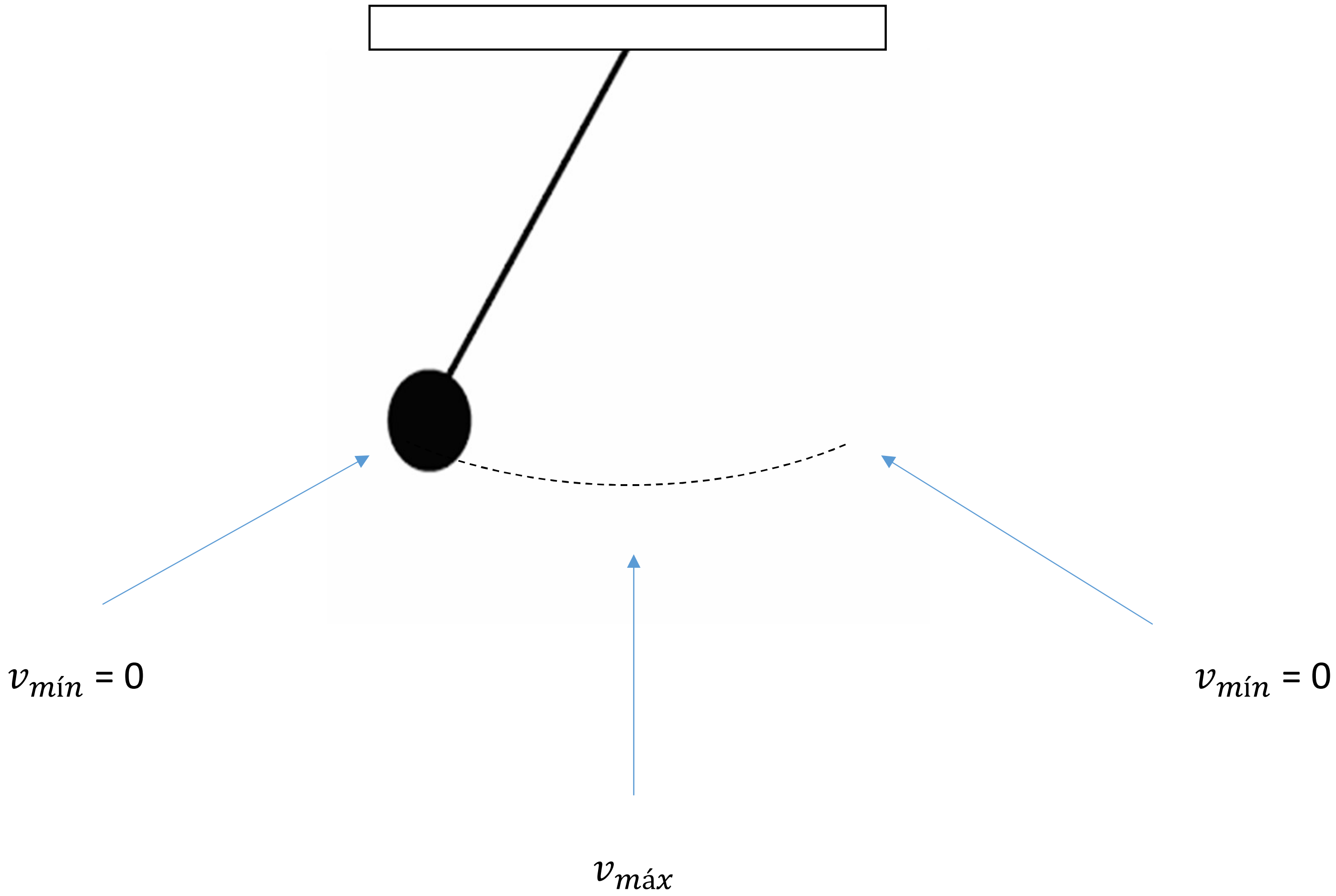


$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma} \quad \begin{cases} \vec{R}_c = m \cdot \vec{a}_c \\ \vec{R}_t = m \cdot \vec{a}_t \end{cases}$$



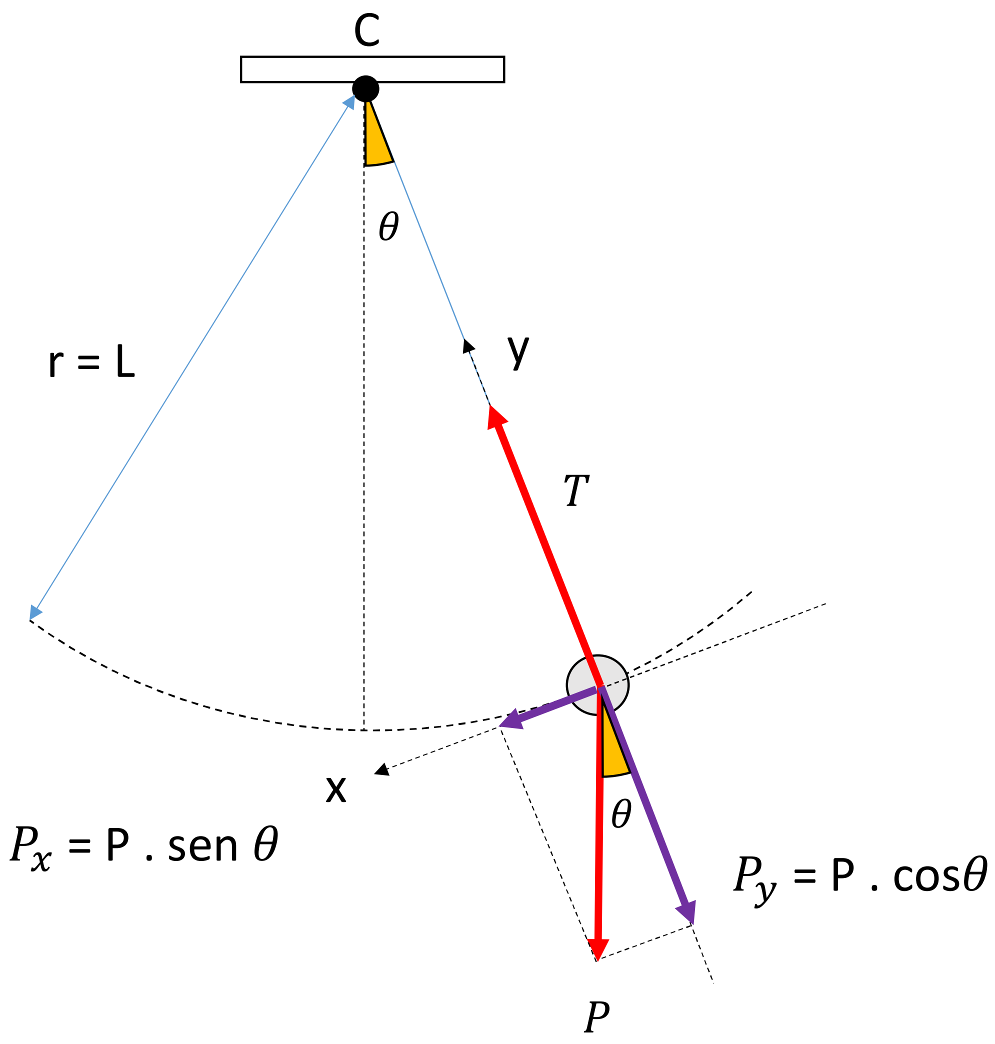


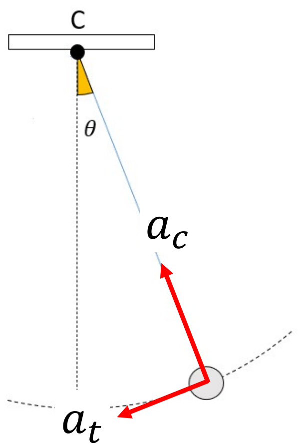
Exemplo 1: pêndulo simples

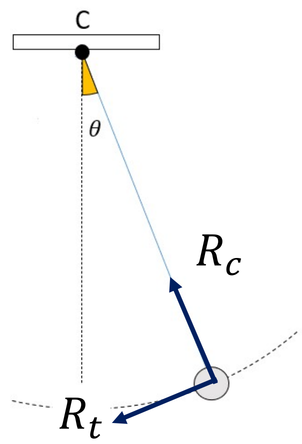


KEEP CALM AND STUDY PHYSICS

Exemplo 1: pêndulo simples – qualquer posição e v







Eixo x

R_t = m . a_t

P . sen θ = m . a_t

$\cancel{m}$. g . sen θ = $\cancel{m}$. a_t

$\boxed{a_t = g \cdot \text{sen}\ \theta}$

→ varia → não é MUV

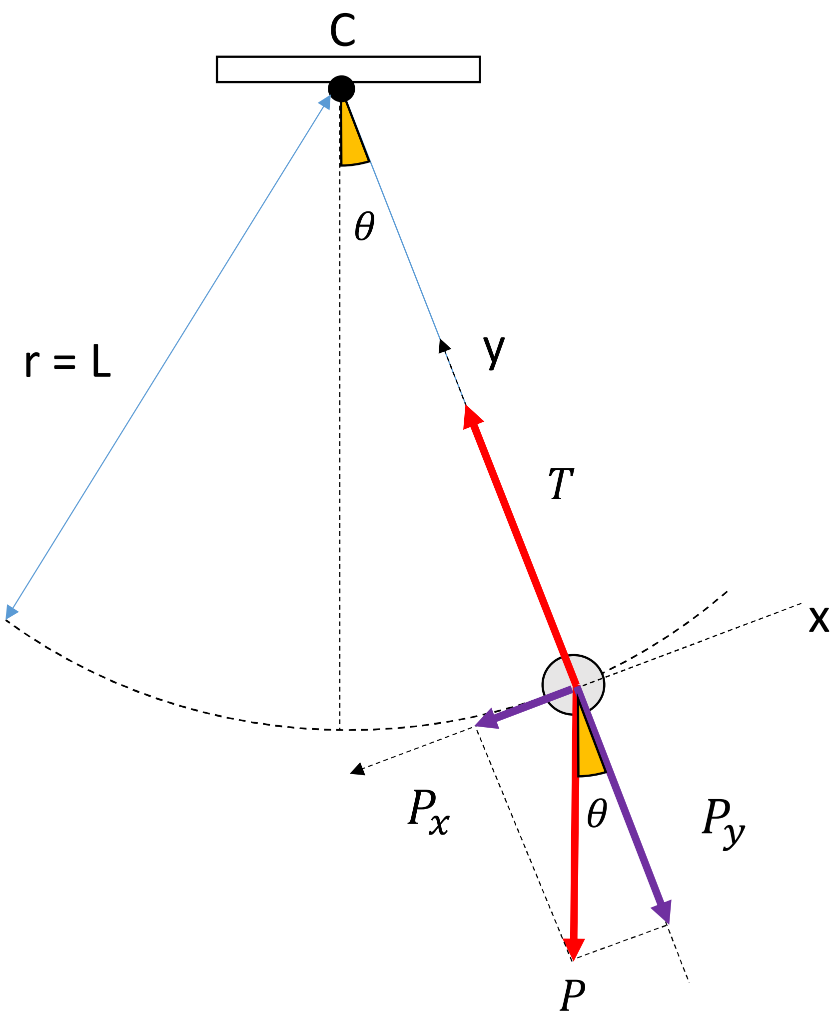
Eixo y

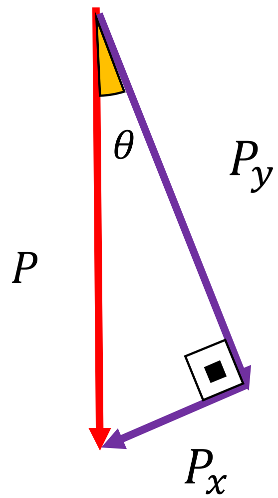
R_c = m . a_c

T - P.cosθ = m . a_c

$\boxed{T - P.\cos\theta = m \cdot \frac{v^2}{r}}$

Exemplo 1: pêndulo simples - Posição qualquer

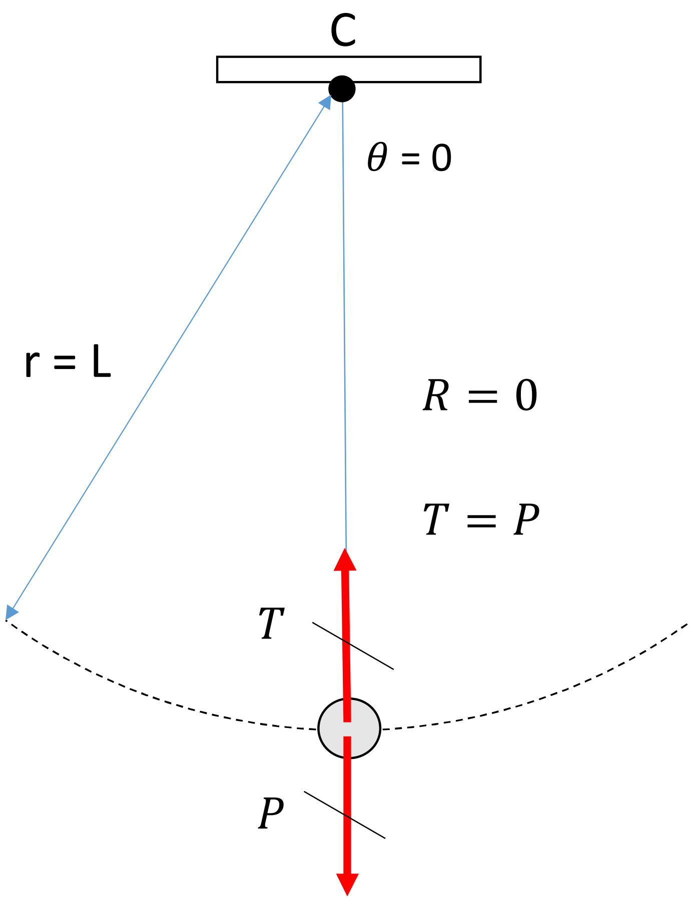




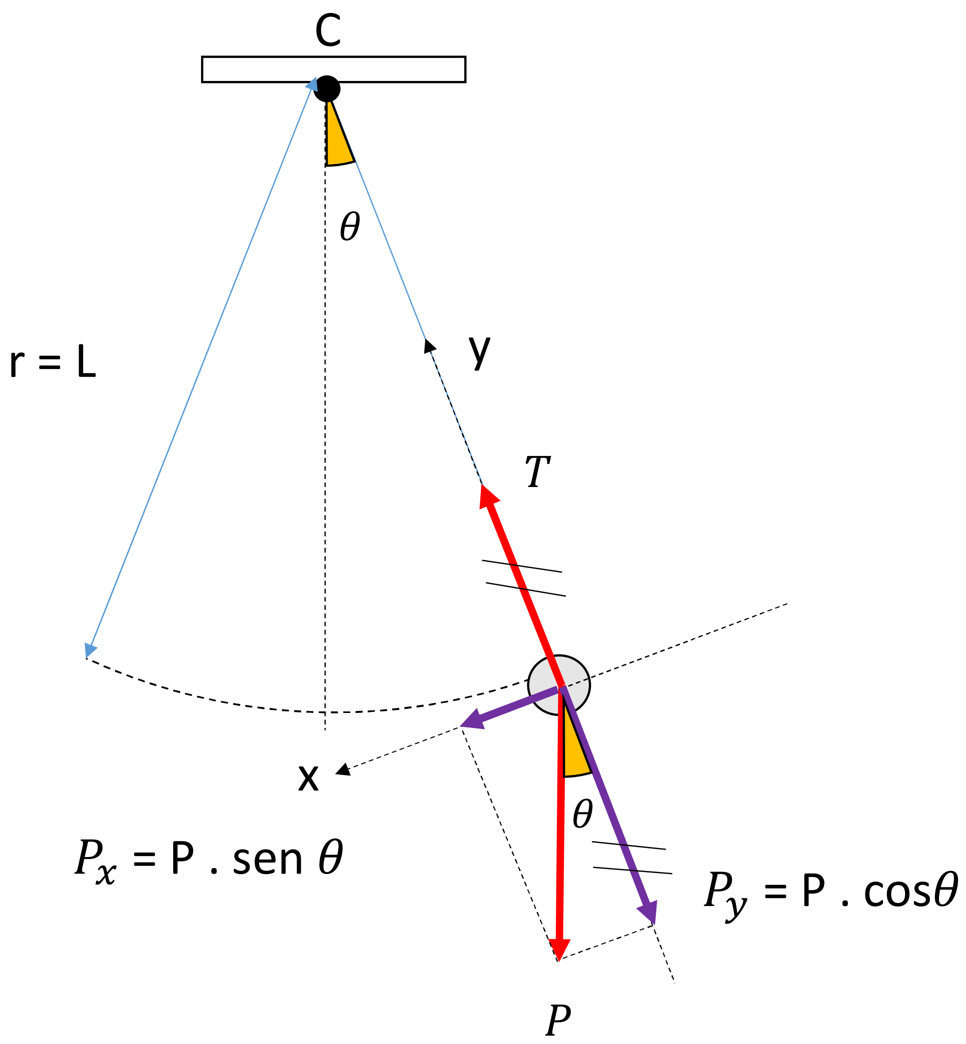
$$\text{sen } \theta = \frac{P_x}{P} \rightarrow P_x = P \, . \, \text{sen } \theta$$

$$\cos \theta = \frac{P_y}{P} \rightarrow P_y = P \, . \, \cos\theta$$

Exemplo 1: pêndulo simples - ponto mais baixo da trajetória (v = 0)



Exemplo 1: pêndulo simples - extremidade (v = 0)



Eixo x

R_t = m . a_t

P . sen θ = m . a_t

$\cancel{m}$. g . sen θ = $\cancel{m}$. a_t

$\boxed{a_t = g . \text{sen } \theta}$

Eixo y

R_c = m . a_c

T - P.cosθ = m . a_c

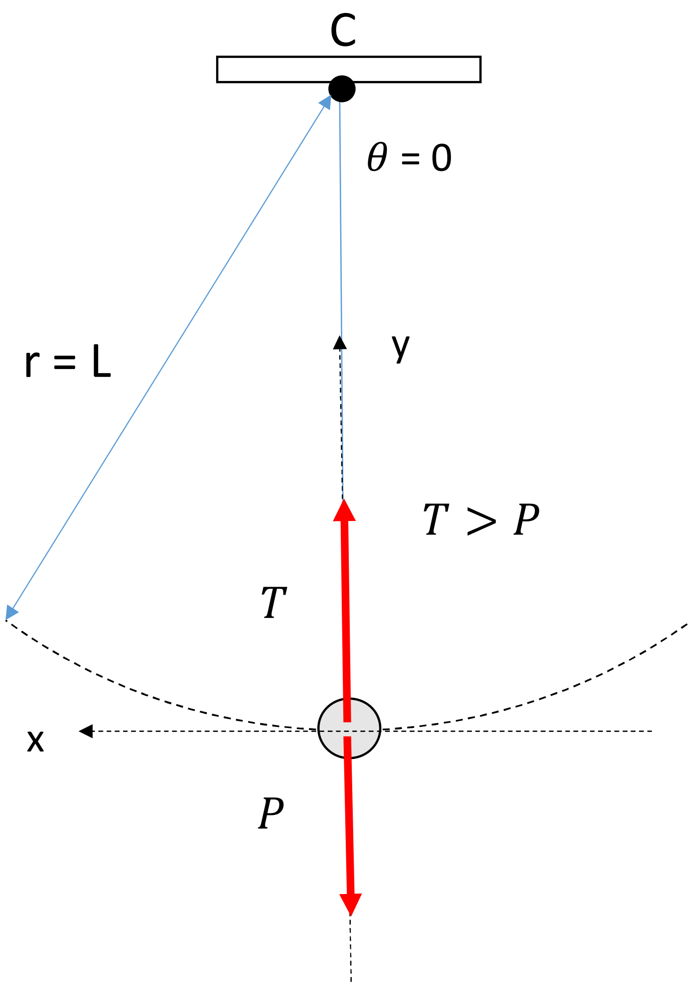
$\boxed{T - P.\cos\theta = m . \frac{v^2}{r}}$

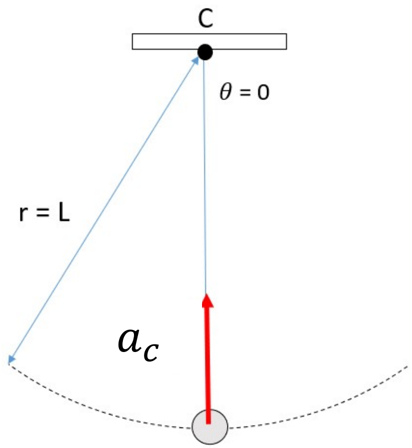
T - P.cosθ = m . $\frac{0^2}{r}$

T - P.cosθ = 0

$\boxed{T = P.\cos\theta}$

Exemplo 1: pêndulo simples - ponto mais baixo da trajetória ($v \neq 0$) (caso mais importante)

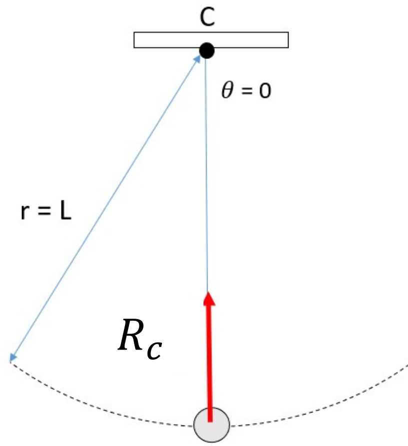




No ponto mais baixo

$a_t = 0$

$a_c \neq 0$



Eixo x

$R_t = 0$

$\boxed{a_t = 0}$

Eixo y

$R_c = m \cdot a_c$

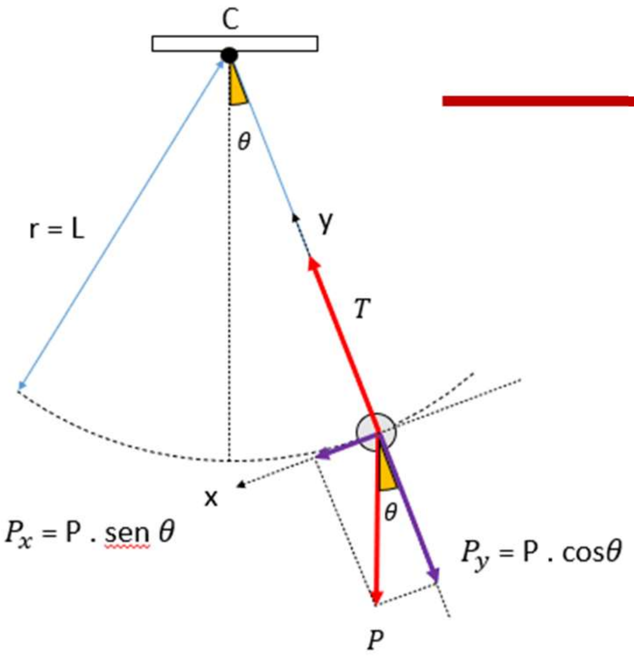
$T - P = m \cdot a_c$

$$\boxed{T - P = m \cdot \frac{v^2}{r}}$$

Resumindo

Qualquer posição e v

$\boxed{a_t = g \,.\, \text{sen}\,\theta}$ $\boxed{T - P.\cos\theta = m \,.\, \frac{v^2}{r}}$



Ponto mais baixo e v = 0

$a_t = g \,.\, \text{sen}\,\cancelto{0}{\theta}$ $T - P.\cancelto{1}{\cos\theta} = m \,.\, \frac{0^2}{r}$

$\boxed{a_t = 0}$

$T - P = 0$

$\boxed{T = P}$

Extremidade e v = 0

$\boxed{a_t = g \,.\, \text{sen}\,\theta}$ $T - P.\cos\theta = m \,.\, \frac{0^2}{r}$

$T - P.\cos\theta = 0$

$\boxed{T = P.\cos\theta}$

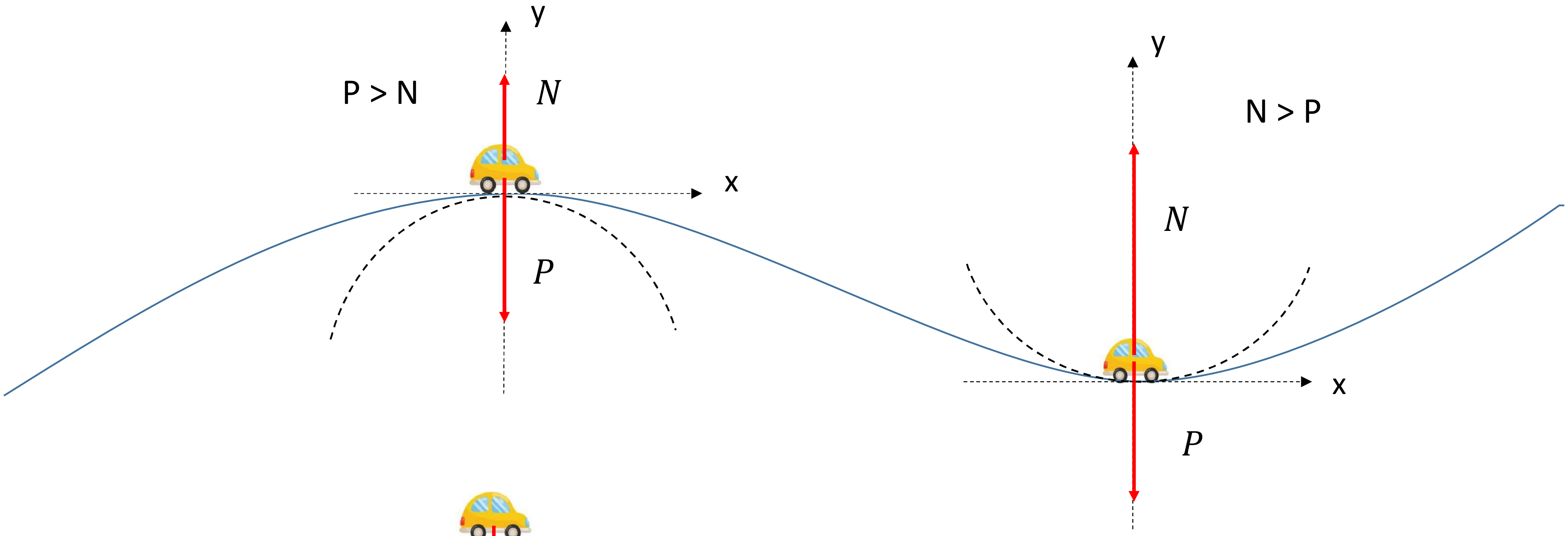
Ponto mais baixo e v ≠ 0

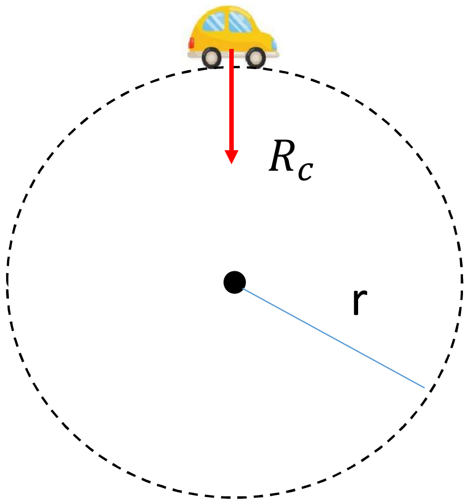
$a_t = g \,.\, \text{sen}\,\cancelto{0}{\theta}$ $T - P.\cancelto{1}{\cos\theta} = m \,.\, \frac{v^2}{r}$

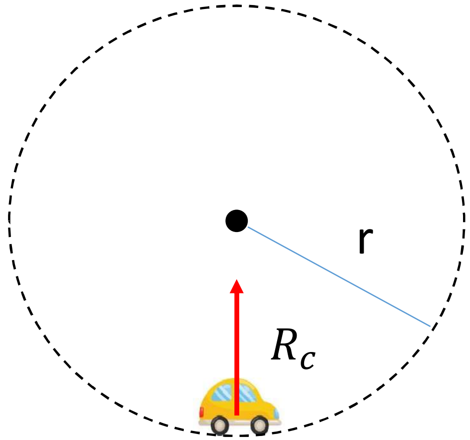
$\boxed{a_t = 0}$

$\boxed{T - P = m \,.\, \frac{v^2}{r}}$

Exemplo 2







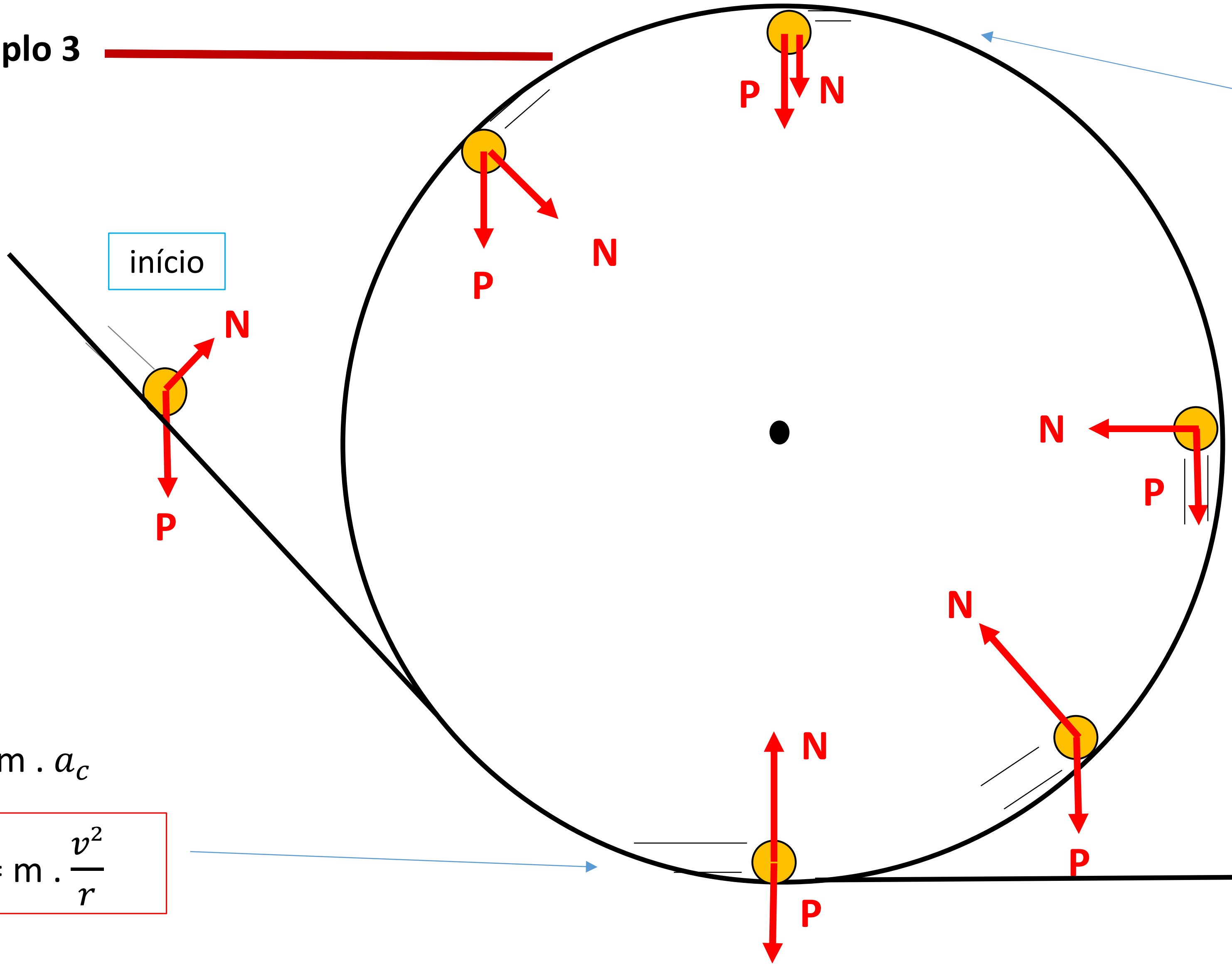
R_c = m . a_c

P - N = m . $\frac{v^2}{r}$

R_c = m . a_c

N - P = m . $\frac{v^2}{r}$

Exemplo 3



R_c = m . a_c

$$\boxed{N - P = m \cdot \frac{v^2}{r}}$$

R_c = m . a_c

$$\boxed{N + P = m \cdot \frac{v^2}{r}}$$

$v_{mín}$ para completar o looping (na iminência de cair)

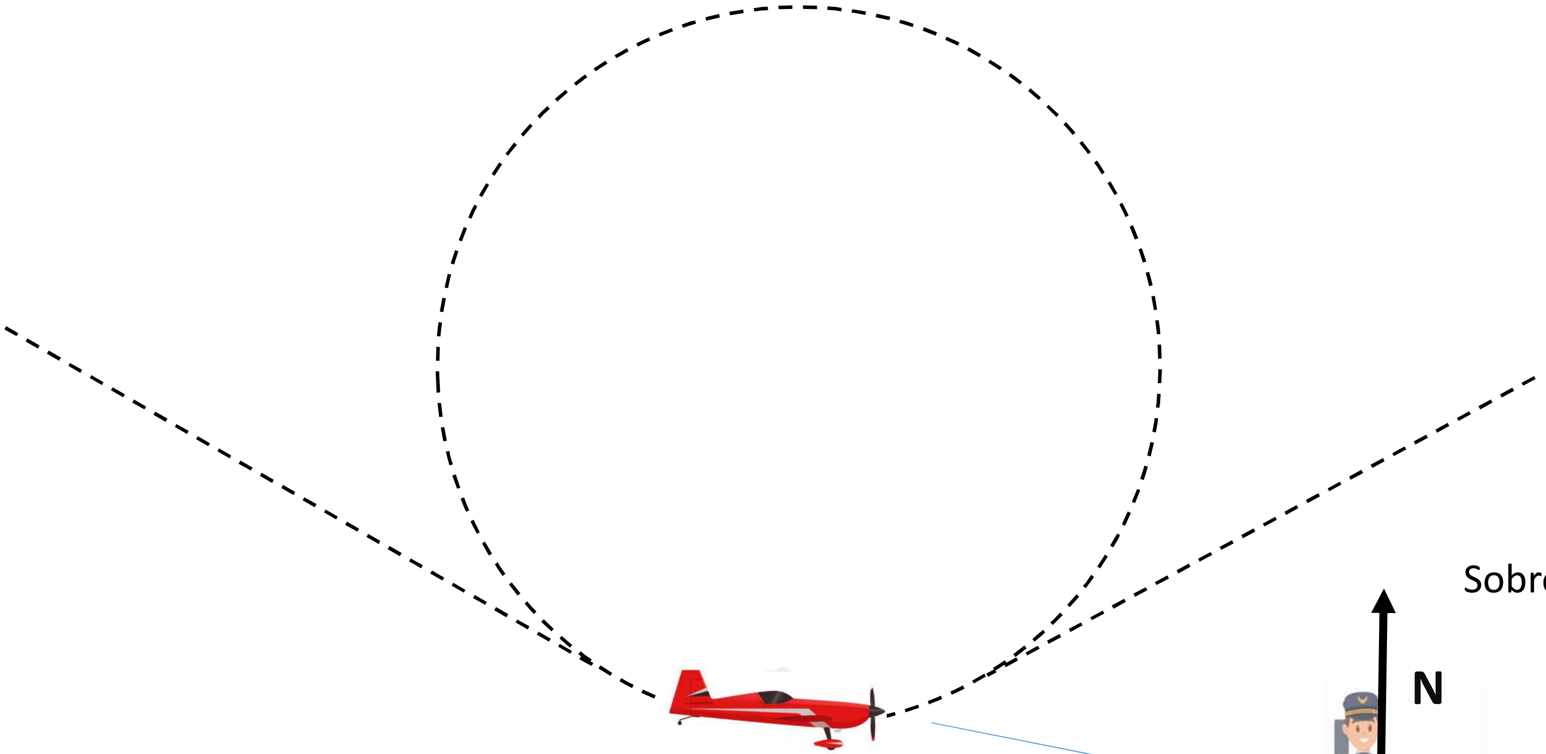
$$N \rightarrow 0$$

$$0 + P = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\cancel{m}.g = \cancel{m} \cdot \frac{v^2}{r}$$

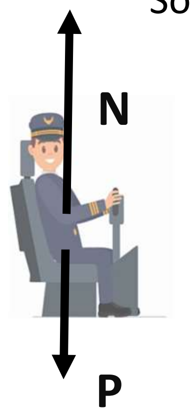
$$v_{mín} = \sqrt{r.g}$$

Exemplo 4



Ponto mais baixo

Sobre o piloto

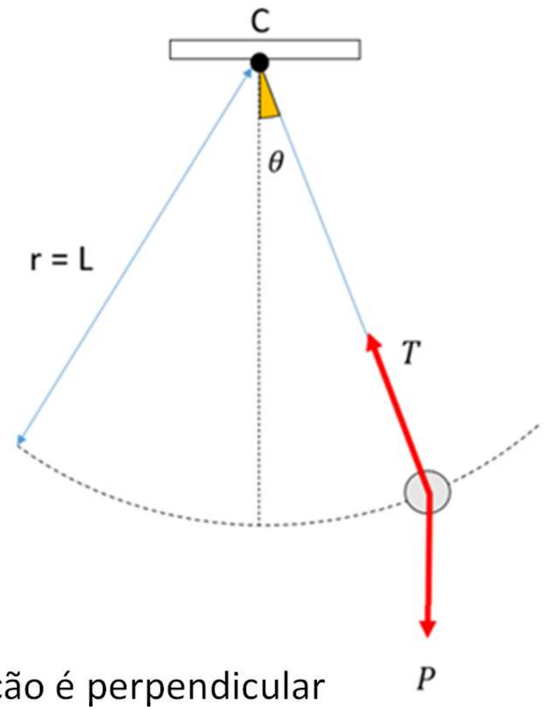


$$R_c = \text{m} \ . \ a_c$$

$$N \text{ - P} = \text{m} \ . \ \frac{v^2}{r}$$

3. Conservação da energia mecânica

Pêndulo simples

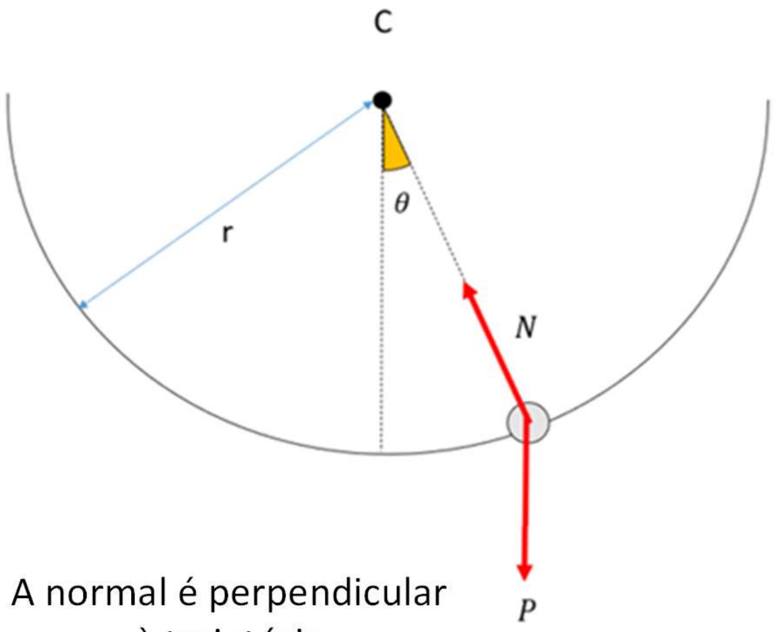


A tração é perpendicular
à trajetória

$\tau_T = 0 \quad \rightarrow \tau_{FNC} = 0$

$E_{m\,(f)} = E_{m\,(i)}$

Pista circular



A normal é perpendicular
à trajetória

$\tau_N = 0 \quad \rightarrow \tau_{FNC} = 0$

$E_{m\,(f)} = E_{m\,(i)}$

Exercício

1. (Fuvest-SP) O projeto para um balanço de corda única de um parque de diversões exige que a corda do brinquedo tenha um comprimento de 2,0 m. O projetista tem que escolher a corda adequada para o balanço, a partir de cinco ofertas disponíveis no mercado, cada uma delas com distintas tensões de ruptura.

A tabela apresenta essas opções.

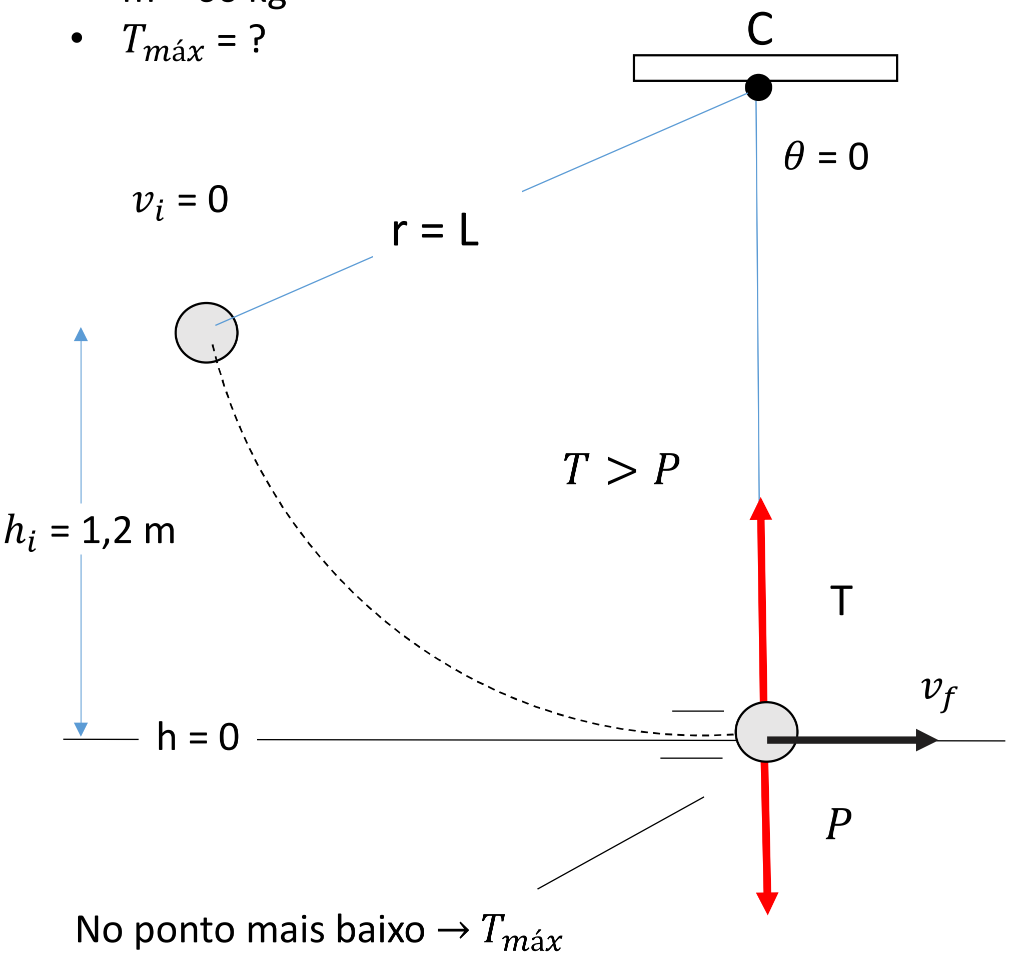
Corda	I	II	III	IV	V
Tensão de ruptura (N)	4200	7500	12400	20000	29000

Ele tem também que incluir no projeto uma margem de segurança; esse fator de segurança é tipicamente 7, ou seja, o balanço deverá suportar cargas sete vezes a tensão no ponto mais baixo da trajetória. Admitindo que uma pessoa de 60 kg, ao se balançar, parta do repouso, de uma altura de 1,2 m em relação à posição de equilíbrio do balanço, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são:

a) I, II, III, IV e V. b) II, III, IV e V, apenas. c) III, IV e V, apenas. d) IV e V, apenas. e) V, apenas.

Note e adote:
- Aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$
- Desconsidere qualquer tipo de atrito ou resistência ao movimento e ignore a massa do balanço e as dimensões da pessoa
- As cordas são inextensíveis

- $r = L = 2$ m
- $g = 10$ m/s²
- $m = 60$ kg
- $T_{máx} = ?$



Sistema conservativo

$$E_{m\,(f)} = E_{m\,(i)}$$

$$\frac{\cancel{m}.{v_f}^2}{2} = \cancel{m}gh_i$$

$$\frac{{v_f}^2}{2} = gh_i$$

$${v_f}^2 = 2.g.h_i$$

$${v_f}^2 = 2.10.1{,}2 = 24$$

Análise dinâmica

$$R_c = m\ .\ a_c$$

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

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

$$T = 60\ .\ \frac{24}{2} + 600$$

$$T = 720 + 600 = 1320 \text{ N}$$

$$T_{seg} = 7.T = 9240 \text{ N}$$

Corda	I	II	III	IV	V
Tensão de ruptura (N)	4200	7500	12400	20000	29000

c) III, IV e V, apenas.

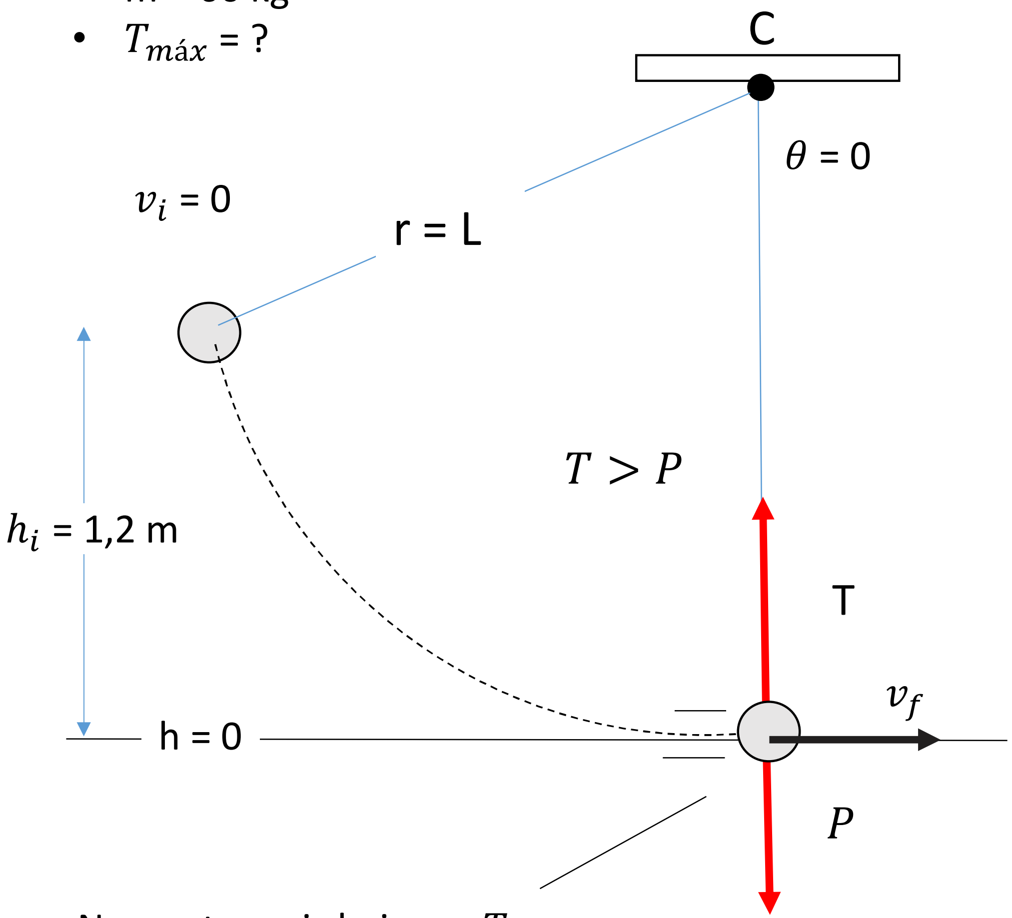
Exercício do Caio

1. Considere um balanço de corda única de um parque de diversões exige que a corda do brinquedo tenha um comprimento de 2,0 m.

Admitindo que uma pessoa de 60 kg, ao se balançar, parta do repouso, de uma altura de 1,2 m em relação à posição de equilíbrio do balanço, calcule a intensidade máxima da tração.

Note e adote:
- Aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$
- Desconsidere qualquer tipo de atrito ou resistência ao movimento e ignore a massa do balanço e as dimensões da pessoa
- As cordas são inextensíveis

- r = L = 2 m
- g = 10 m/s²
- m = 60 kg
- $T_{máx}$ = ?



No ponto mais baixo → $T_{máx}$

Sistema conservativo

$$E_{m\,(f)} = E_{m\,(i)}$$

$$\frac{\cancel{m}.v_f{}^2}{2} = \cancel{m}gh_i$$

$$\frac{v_f{}^2}{2} = gh_i$$

$$v_f{}^2 = 2.g.h_i$$

$$v_f{}^2 = 2.10.1{,}2 = 24$$

Análise dinâmica

$$R_c = m\,.\,a_c$$

$$T - P = m\,.\,\frac{v^2}{r}$$

$$T = m\,.\,\frac{v^2}{r} + P$$

$$T = 60\,.\,\frac{24}{2} + 600$$

$$T = 720 + 600 = 1320\text{ N}$$

$$\boxed{T_{máx} = 1320\text{ N}}$$