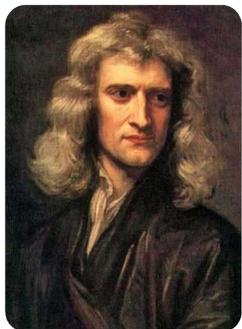


## Princípio Fundamental da Dinâmica e aplicações das leis de Newton

- Aula 12 / Caderno 2 / Página 444 / Setor A
- Aula 13 / Caderno 2 / Página 447 / Setor A

Apresentação e demais documentos: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio – Física A**



## Leis de Newton

**1ª Lei:** Princípio da Inércia

**2ª Lei:** Princípio Fundamental

**3ª Lei:** Princípio da Ação e Reação

## 1. Princípio da Inércia: enunciado formal (revisão)



$$\vec{R} = \vec{0}$$

*Não há forças aplicadas*

*Soma vetorial das forças é nula*

*Forças se equilibram*

## 2.1 Princípio fundamental

$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$$\vec{R} \neq \vec{0} \iff \vec{v} \text{ varia}$$

$$\vec{\gamma} \neq \vec{0}$$

- Intensidade
- direção
- sentido

- MRA
- MRR

Aceleração vetorial

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

- MCU
- MCA
- MCR

*Aceleração tangencial*

variação na intensidade de  $\vec{v}$

*Indica que o corpo fica mais rápido ou mais devagar*

$$|\vec{a}_t| = |a|$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta S$$

*Aceleração centrípeta*

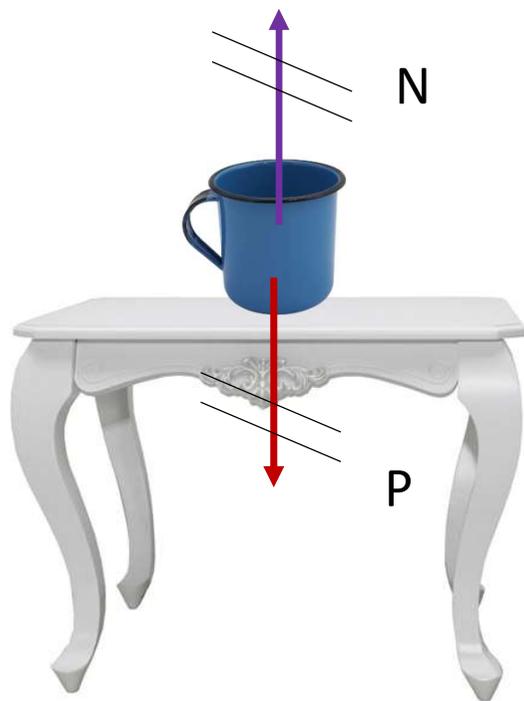
variação na direção de  $\vec{v}$

*Indica que o corpo faz curva*

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

## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa

### Repouso



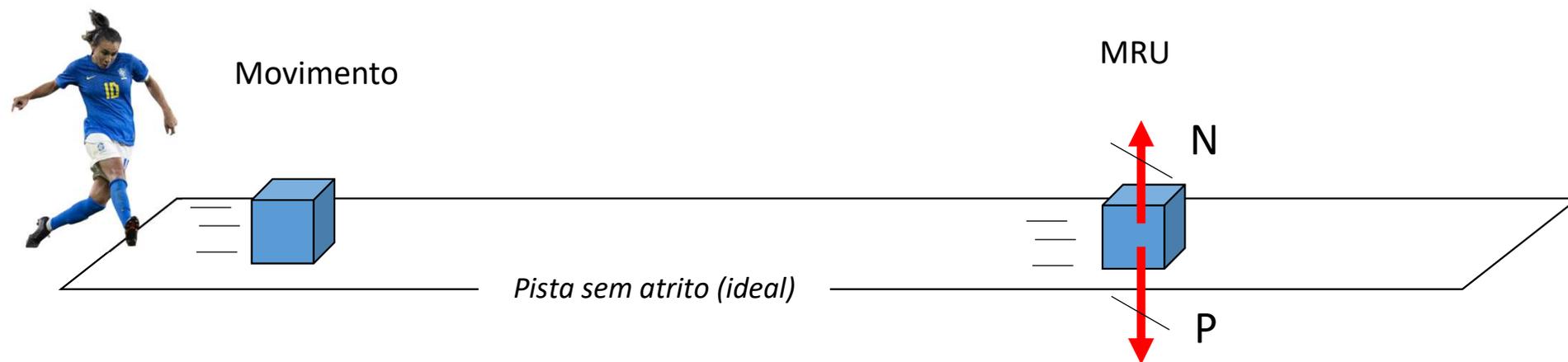
$$\vec{R} = \vec{0}$$

$$\vec{\gamma} = \vec{0}$$

$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa

### MRU



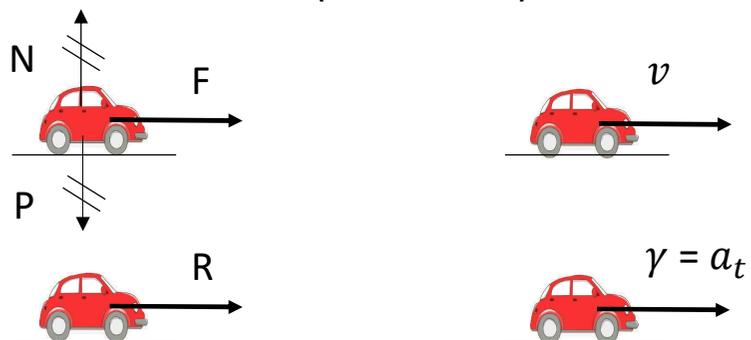
$$\vec{R} = \vec{0}$$

$$\vec{\gamma} = \vec{0}$$

$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa

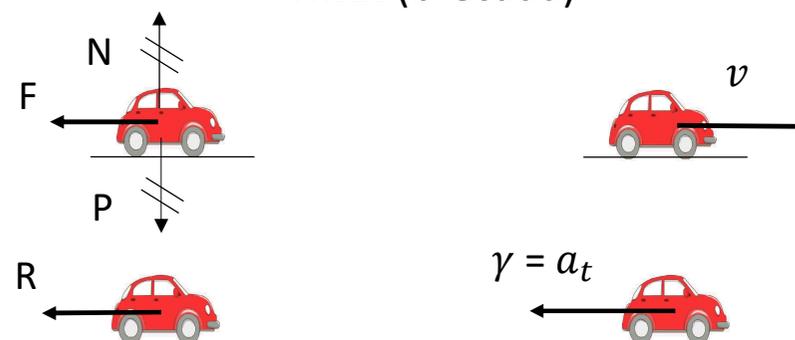
**MRA (arrancada)**



ângulo entre  $v$  e  $R$ :  $0$

$$\vec{R}_t = m \cdot \vec{a}_t$$

**MRR (brecada)**



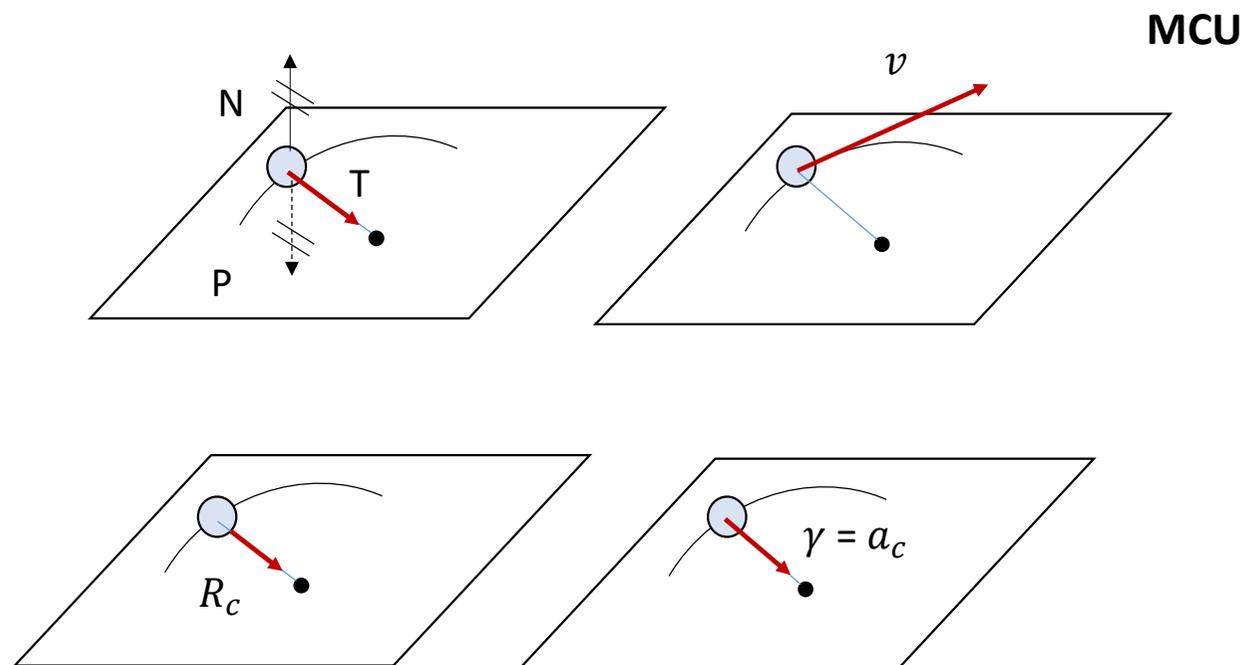
ângulo entre  $v$  e  $R$ :  $180^\circ$

$$\vec{R}_t = m \cdot \vec{a}_t$$

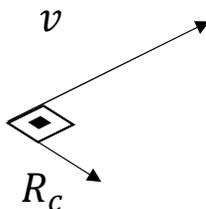
$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$\vec{R}$  e  $\vec{\gamma}$  têm  
mesma direção e  
mesmo sentido

## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa



ângulo entre  $v$  e  $R$ :  $90^\circ$



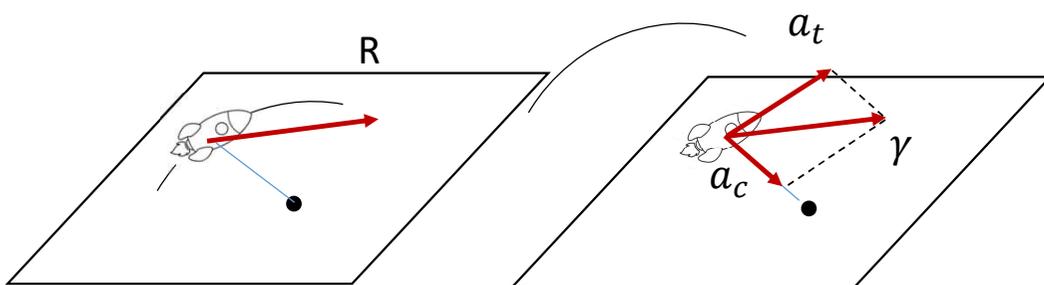
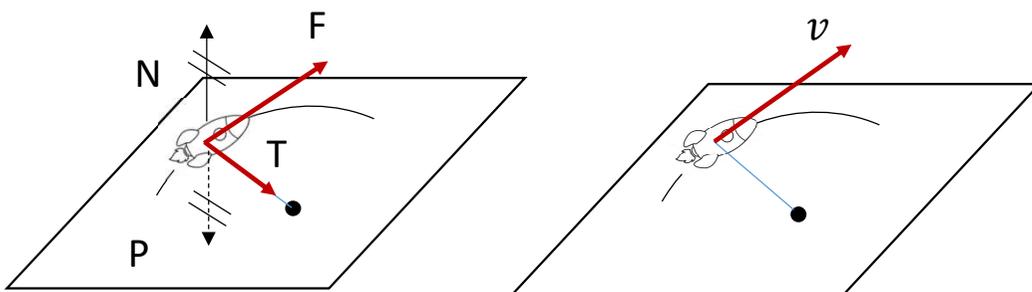
$$\vec{R}_c = m \cdot \vec{a}_c$$

$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$\vec{R}$  e  $\vec{\gamma}$  têm  
mesma direção e  
mesmo sentido

## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa

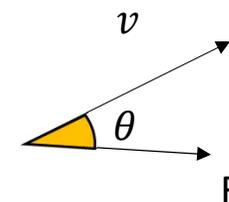
### MCA (arrancada na curva)



$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

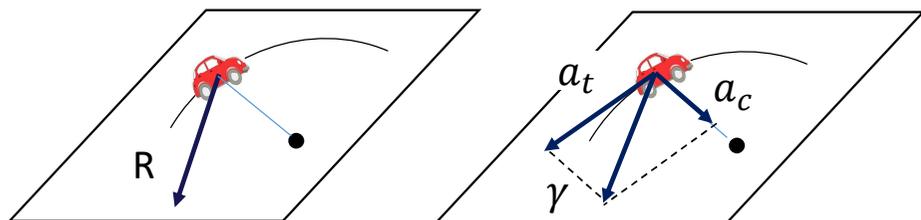
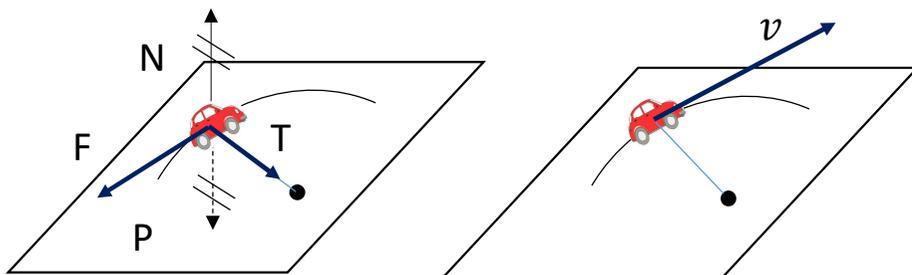
$\vec{R}$  e  $\vec{\gamma}$  têm  
mesma direção e  
mesmo sentido

ângulo entre  $v$  e  $R$ : agudo



## 2.1 Princípio fundamental: análise qualitativa

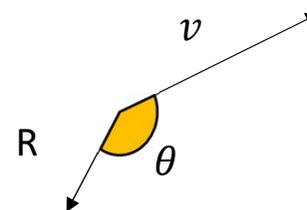
### MCR (brecada na curva)



$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$\vec{R}$  e  $\vec{\gamma}$  têm  
mesma direção e  
mesmo sentido

ângulo entre  $v$  e  $R$ : obtuso



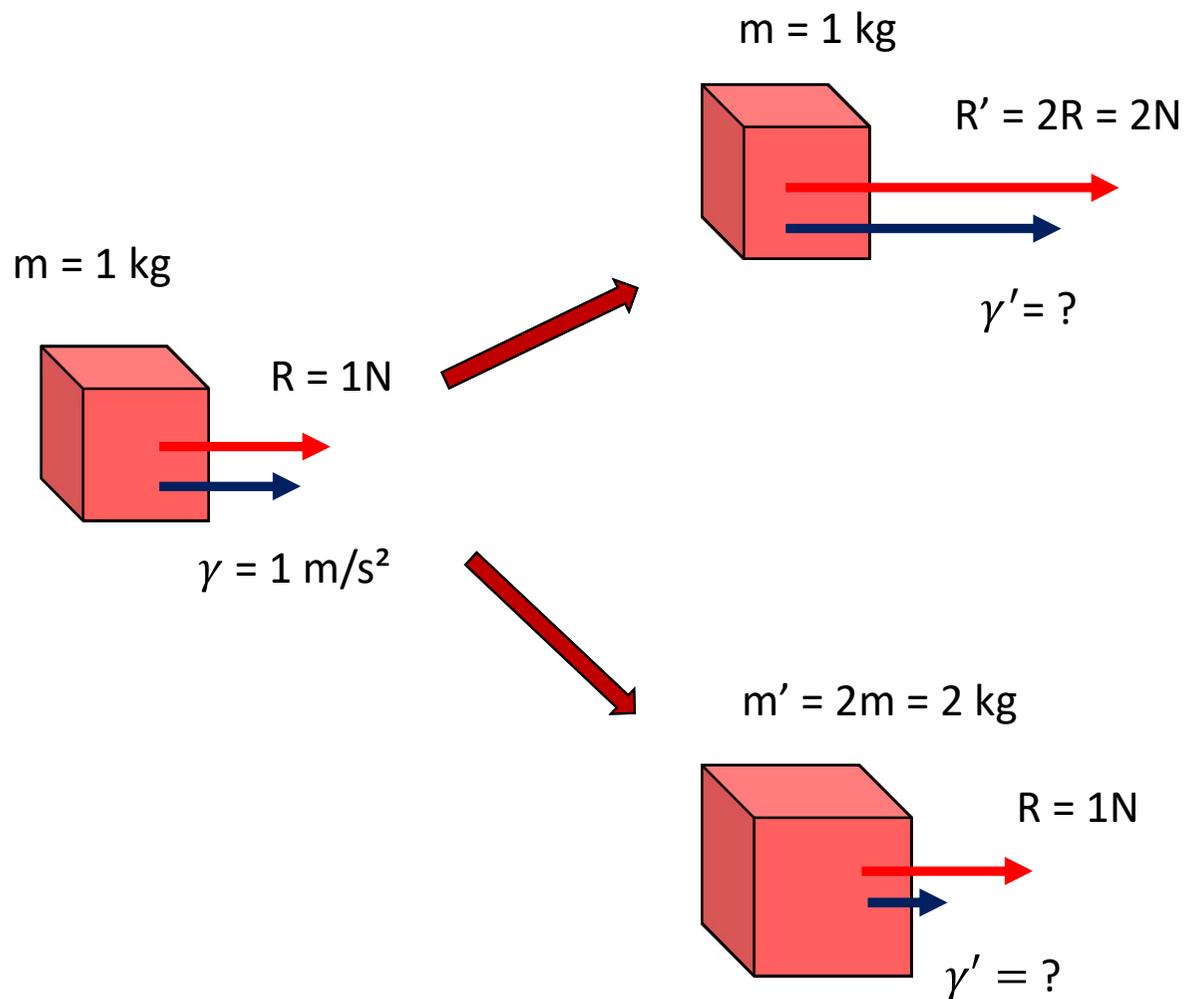
## 2.2 Princípio fundamental: análise quantitativa

Princípio fundamental da dinâmica

$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

SI: N      kg       $\frac{m}{s^2}$

$$1N = 1kg \cdot 1 \frac{m}{s^2}$$



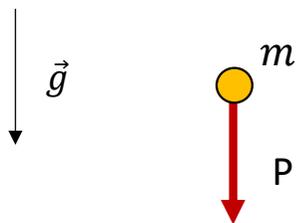
$$\uparrow R = m_{cte} \cdot \gamma \uparrow$$

$$\gamma = \frac{R}{m} = \frac{2}{1} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\downarrow \gamma = \frac{R_{cte}}{m} \uparrow$$

$$\gamma = \frac{R}{m} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Dica: corpo somente sob a ação do peso



$$|\vec{\gamma}| = |\vec{a}_t| = |a| = g$$

$$R = P$$

~~$$m \cdot |a| = m \cdot g$$~~

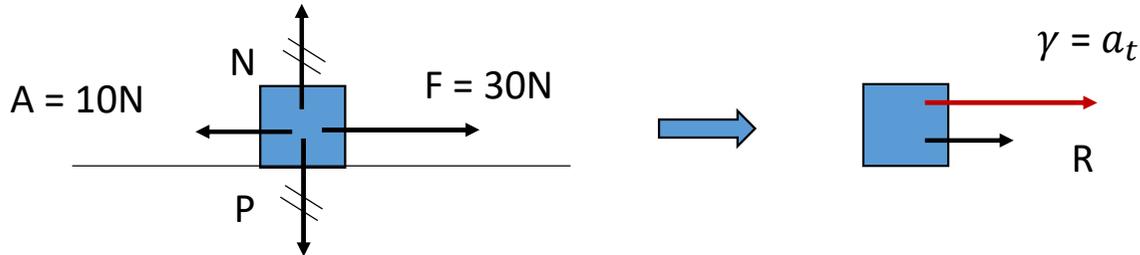
$$|a| = g$$

## Exercícios do Caio

1. Um objeto, cujas dimensões são desprezíveis, desliza apoiado sobre uma superfície horizontal e plana. A massa do objeto é de 10 kg e a trajetória do movimento é uma linha reta. Considere uma força de atrito constante entre o objeto e a superfície, de intensidade  $A = 10 \text{ N}$ . O movimento do objeto deve-se somente à ação de uma força aplicada  $F$ , que tem direção horizontal e intensidade constante de  $F = 30 \text{ N}$ . Considerando-se o objeto inicialmente em repouso, calcule o módulo de sua velocidade após ter sido deslocado por uma distância de 100 m.

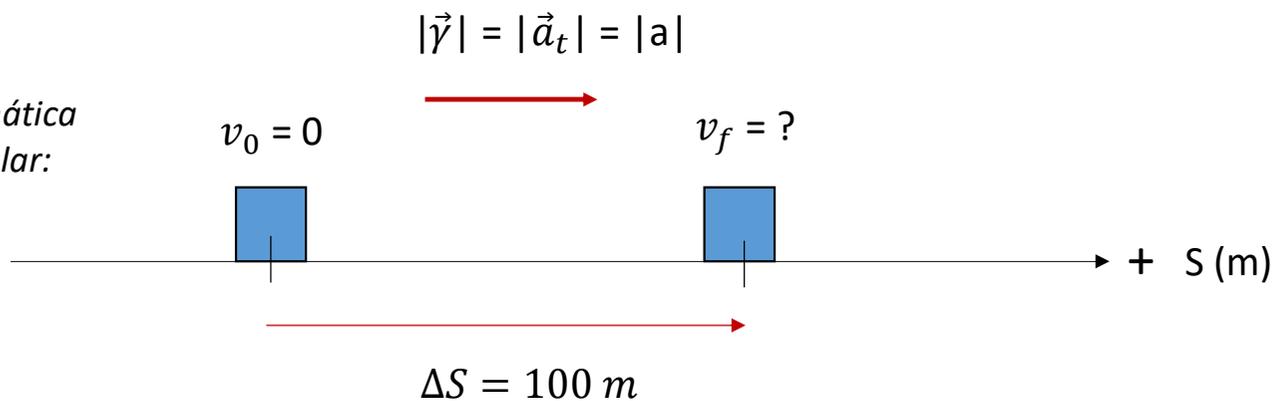
1. Um objeto, cujas dimensões são desprezíveis, desliza apoiado sobre uma superfície horizontal e plana. A massa do objeto é de 10 kg e a trajetória do **movimento é uma linha reta**. Considere uma força de atrito constante entre o objeto e a superfície, de intensidade  $A = 10 \text{ N}$ . O movimento do objeto deve-se somente à ação de uma força aplicada  $F$ , que tem direção horizontal e intensidade constante de  $F = 30 \text{ N}$ . Considerando-se o objeto inicialmente em repouso, calcule o módulo de sua velocidade após ter sido deslocado por uma distância de 100 m.

Dinâmica:



$$\begin{aligned}
 R &= F - A & R &= m \cdot |a| \\
 R &= 30 - 10 & 20 &= 10 \cdot |a| \\
 R &= 20 \text{ N} & |a| &= 2 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Cinemática  
escalar:



$$v_f^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$v_f^2 = 0 + 2 \cdot 2 \cdot 100$$

$$v_f^2 = 400$$

$$v_f = 20 \text{ m/s}$$

## Exercícios da apostila

3. Durante a decolagem de um avião, um indivíduo curioso resolveu levar um pêndulo e segurá-lo, como se ele estivesse fixo no teto. Ele percebeu que, enquanto a aceleração do avião era constante, o ângulo entre o fio e a direção vertical não mudava, ou seja, o pêndulo permanecia em repouso em relação ao avião.

Calcule a intensidade da tração, da resultante e da aceleração escalar.

a) Informe a direção e o sentido da velocidade vetorial instantânea e classifique o movimento do avião em função da variação da intensidade (uniforme, acelerado ou retardado) e da sua direção (retilíneo ou curvilíneo) da velocidade vetorial.

b) Assinale as forças no pêndulo.

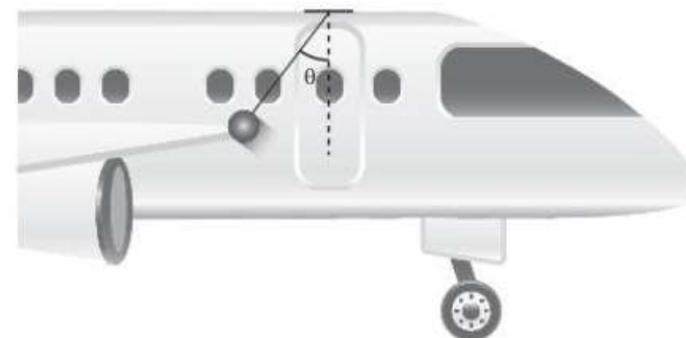
c) Indique a direção e o sentido da aceleração vetorial.

d) Indique a direção e o sentido da resultante

e) Calcule a intensidade da tração

f) Calcule a intensidade da aceleração

g) O comprimento mínimo que uma pista de decolagem deve ter para receber um avião como esse é de 2 km, e a mínima velocidade para que ele decole é de cerca de 80 m/s. Caso o avião estudado esteja decolando em uma pista de comprimento mínimo, ele vai conseguir decolar? Justifique.



Note e adote:

■  $\theta = 25^\circ$

■  $\text{sen } 25^\circ = 0,42$

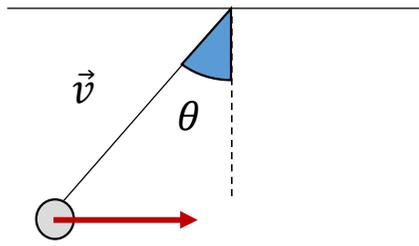
■  $\text{cos } 25^\circ = 0,9$

■  $\text{tg } 25^\circ = 0,47$

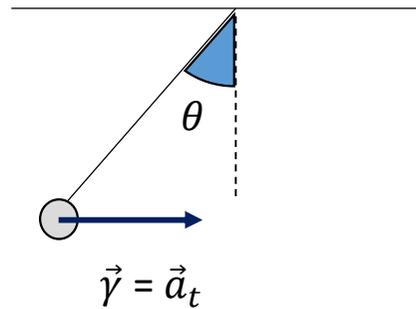
■  $g = 10 \text{ m/s}^2$

■ Massa do pêndulo = 200 g

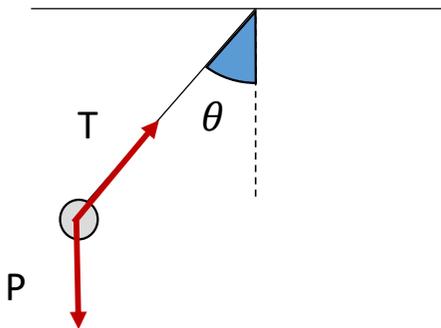
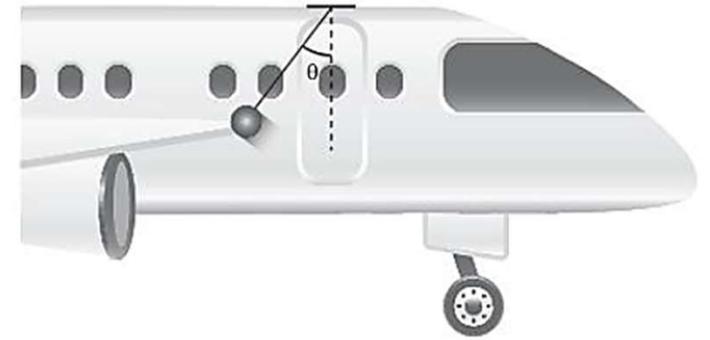
3. Durante a decolagem de um avião, um indivíduo curioso resolveu levar um pêndulo e segurá-lo, como se ele estivesse fixo no teto. Ele percebeu que, enquanto a aceleração do avião era constante, o ângulo entre o fio e a direção vertical não mudava, ou seja, o pêndulo permanecia em repouso em relação ao avião.



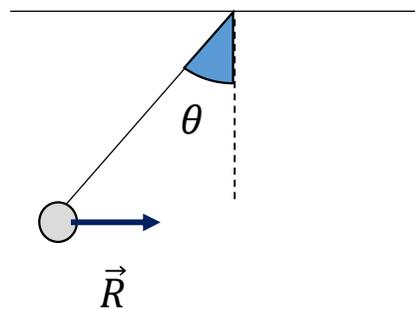
a) Direção: horizontal  
Sentido: para direita  
MRU



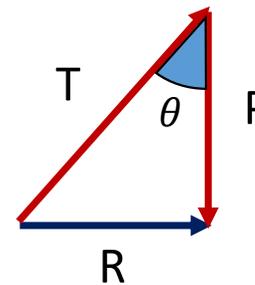
c) Direção: horizontal  
Sentido: para direita



b)

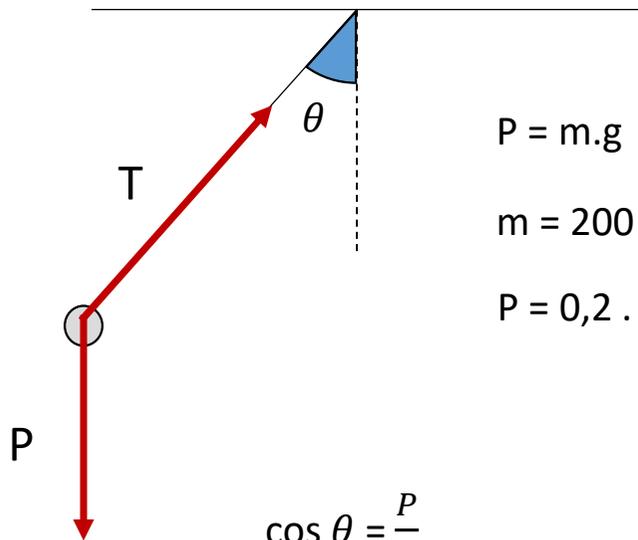


d) Direção: horizontal  
Sentido: para direita



3. Durante a decolagem de um avião, um indivíduo curioso resolveu levar um pêndulo e segurá-lo, como se ele estivesse fixo no teto. Ele percebeu que, enquanto a aceleração do avião era constante, o ângulo entre o fio e a direção vertical não mudava, ou seja, o pêndulo permanecia em repouso em relação ao avião.

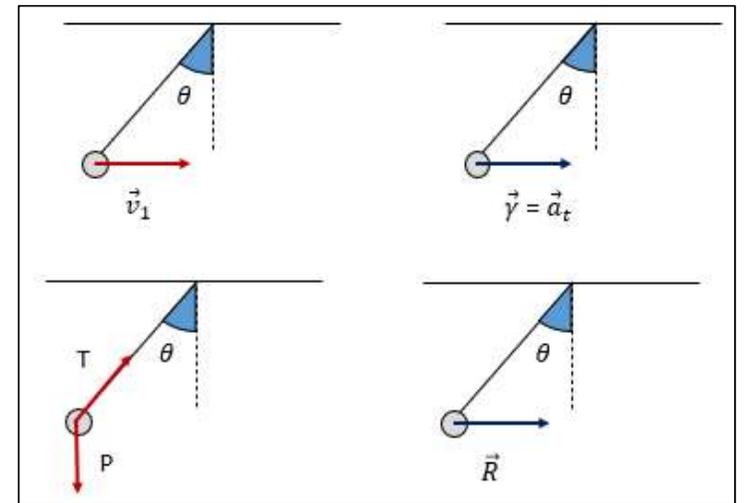
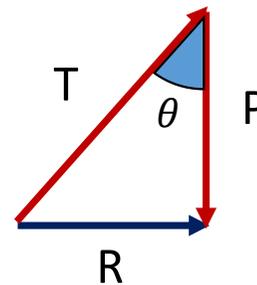
d) e) e f)



$$P = m \cdot g$$

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$P = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ N}$$



$$\cos \theta = \frac{P}{T}$$

$$0,9 = \frac{2}{T}$$

$$T = \frac{2}{0,9} \cong 2,22 \text{ N}$$

$$\text{tg } \theta = \frac{R}{P}$$

$$0,47 = \frac{R}{2}$$

$$R = 0,94 \text{ N}$$

$$|\vec{\gamma}| = |\vec{a}_t| = |a| ?$$

$$R = m \cdot |a|$$

$$|a| = \frac{R}{m} = \frac{0,94}{0,2} = 4,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Note e adote:

- $\theta = 25^\circ$
- $\text{sen } 25^\circ = 0,42$
- $\text{cos } 25^\circ = 0,9$
- $\text{tg } 25^\circ = 0,47$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Massa do pêndulo = 200 g

4. Um pêndulo é composto de uma esfera metálica de massa 50 g, presa a um fio ideal (massa desprezível) de comprimento 50 cm e fixa em um suporte. A intensidade do campo gravitacional local é 10 N/kg.

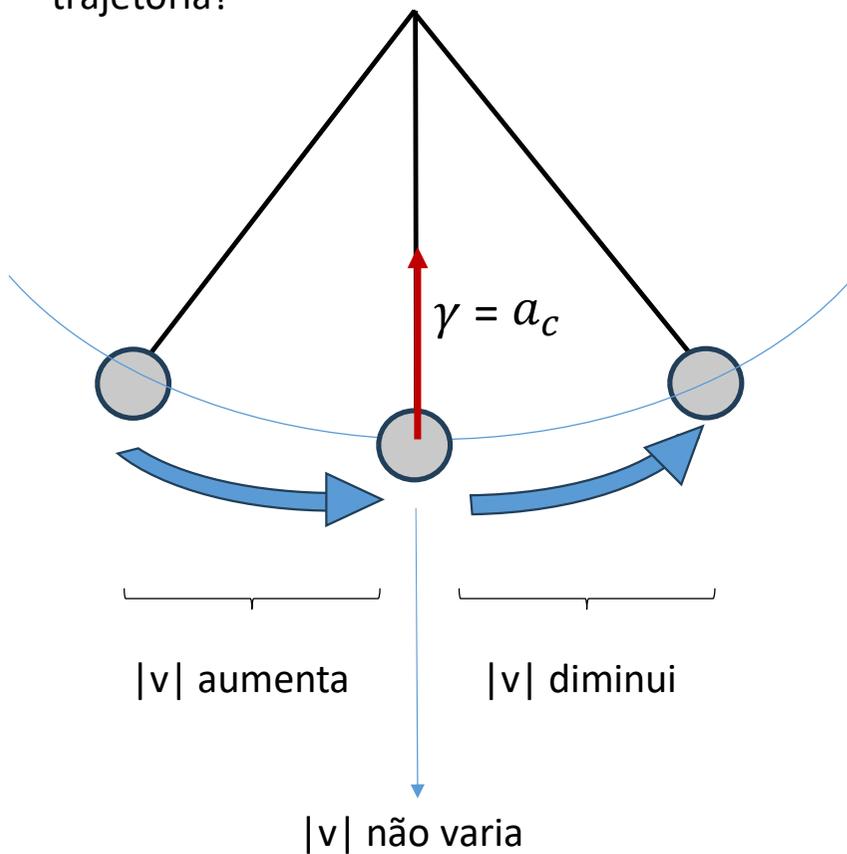
O pêndulo é colocado para oscilar de tal forma que, ao passar pelo ponto mais baixo, sua velocidade é 2 m/s. Desprezando a resistência do ar, qual é a intensidade da sua tração quando ele passa pelo ponto mais baixo da trajetória?

- a) 0,1 N
- b) 0,3 N
- c) 0,4 N
- d) 0,5 N
- e) 0,9 N



4. Um pêndulo é composto de uma esfera metálica de massa **50 g (0,05 kg)**, presa a um fio ideal (massa desprezível) de comprimento **50 cm (0,5 m)** e fixa em um suporte. A intensidade do campo gravitacional local é **10 N/kg**.

O pêndulo é colocado para oscilar de tal forma que, ao passar pelo ponto mais baixo, **sua velocidade é 2 m/s**. Desprezando a resistência do ar, qual é a intensidade da sua tração quando ele passa pelo ponto mais baixo da trajetória?



No ponto mais baixo:

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

Aceleração tangencial  $a_t = 0$

variação na intensidade de  $\vec{v}$

*Indica que o corpo fica mais rápido ou mais devagar*

Aceleração centrípeta  $a_c \neq 0$

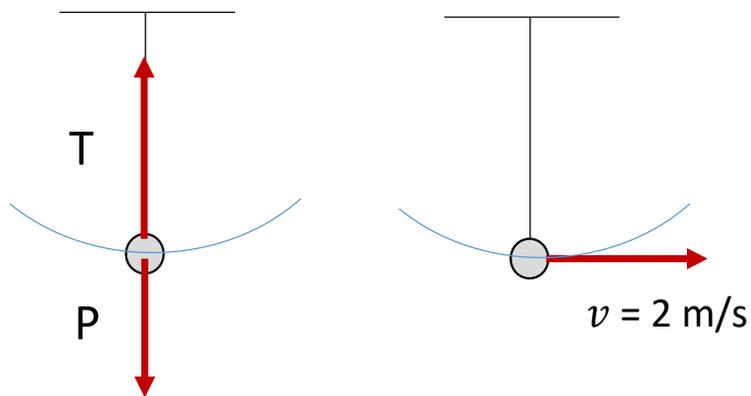
variação na direção de  $\vec{v}$

*Indica que o corpo faz curva*



4. Um pêndulo é composto de uma esfera metálica de massa **50 g (0,05 kg)**, presa a um fio ideal (massa desprezível) de comprimento **50 cm (0,5 m)** e fixa em um suporte. A intensidade do campo gravitacional local é **10 N/kg**.

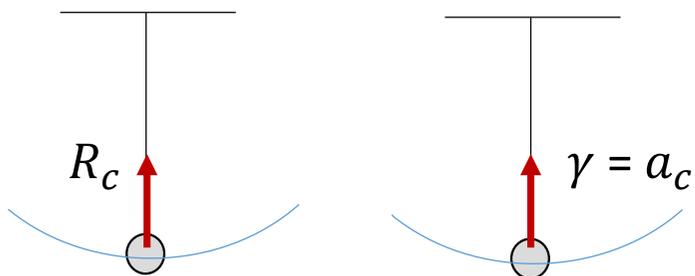
O pêndulo é colocado para oscilar de tal forma que, ao passar pelo ponto mais baixo, **sua velocidade é 2 m/s**. Desprezando a resistência do ar, qual é a intensidade da sua tração quando ele passa pelo ponto mais baixo da trajetória?



$$R_c = T - P$$

$$P = m \cdot g = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ N}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{2^2}{0,5} = \frac{4}{0,5} = 8 \text{ m/s}^2$$



$$R_c = m \cdot a_c$$

$$T - P = m \cdot a_c$$

$$T - 0,5 = 0,05 \cdot 8$$

$$T - 0,5 = 0,4$$

$$T = 0,9 \text{ N}$$