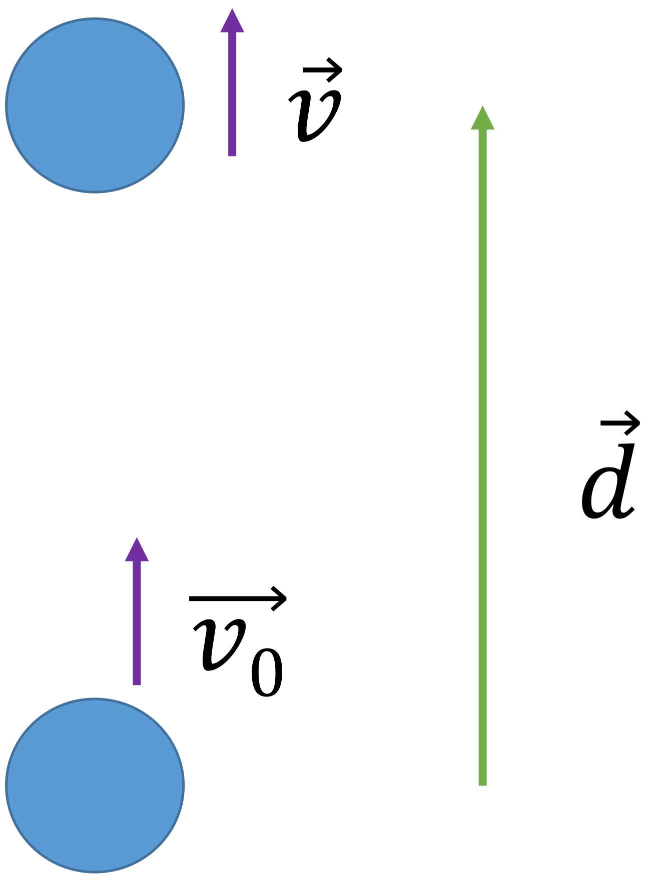
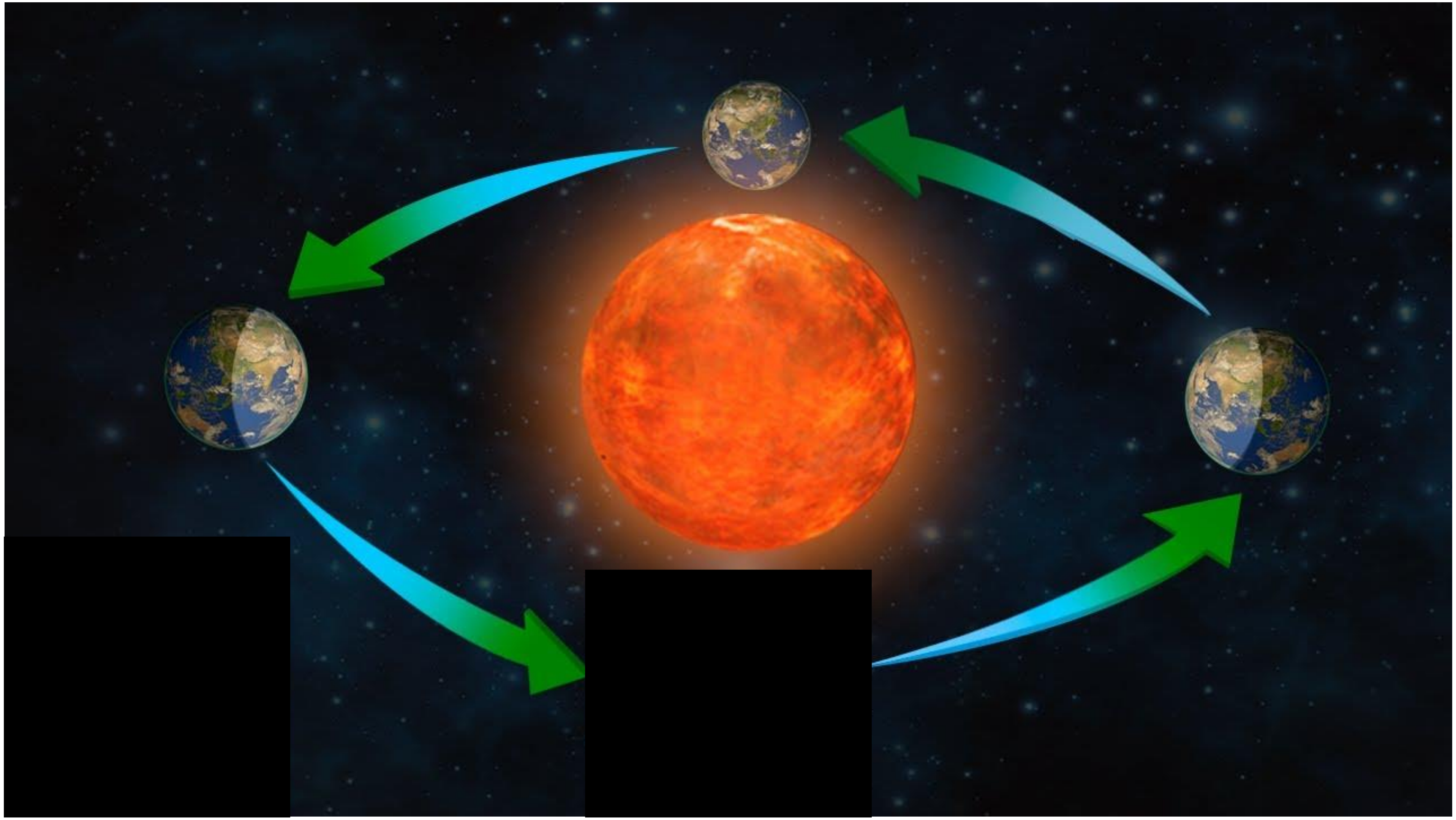
Rotação

Aula 06-05

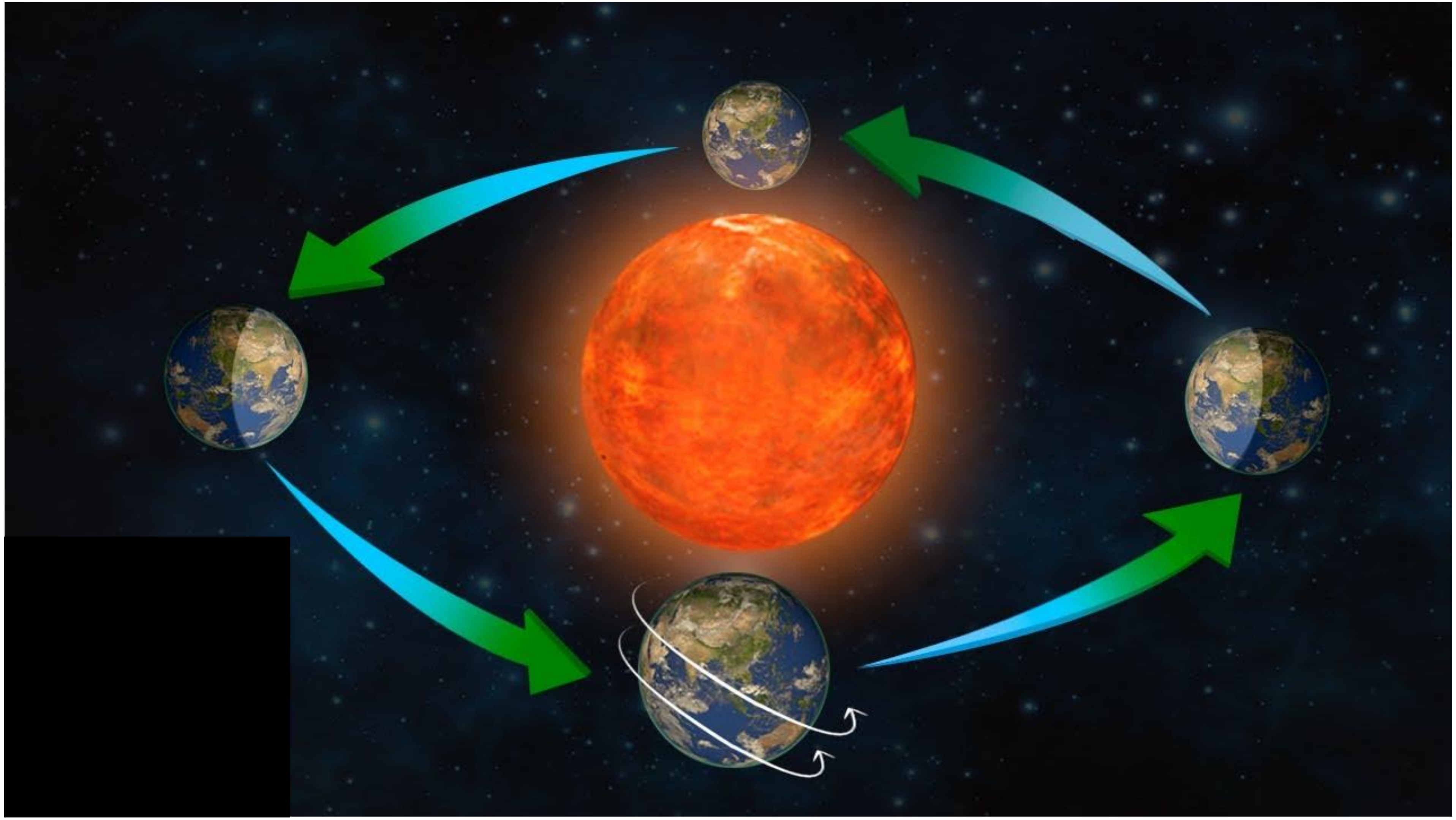
Até agora...



Até agora...



Até agora...



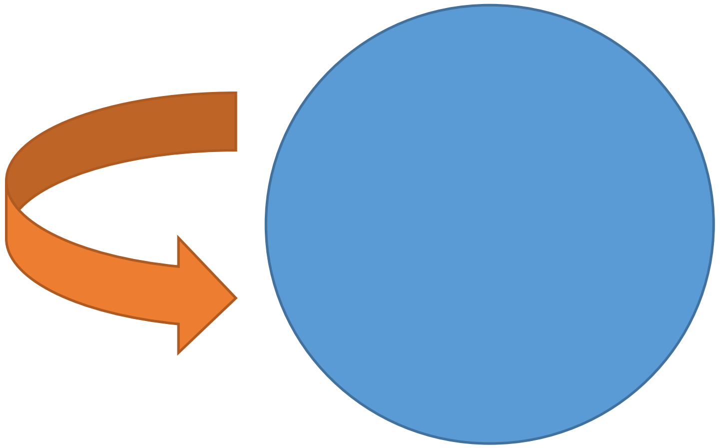
ROTAÇÃO:

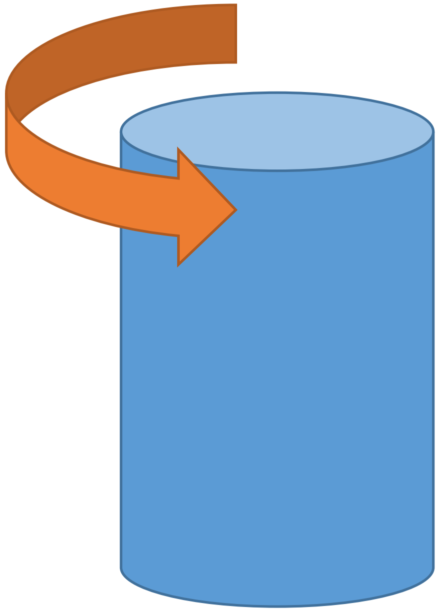
é o movimento em que o planeta Terra gira em torno de si mesmo.

É realizado em um tempo de 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, aproximadamente às 24 horas de um dia na Terra.

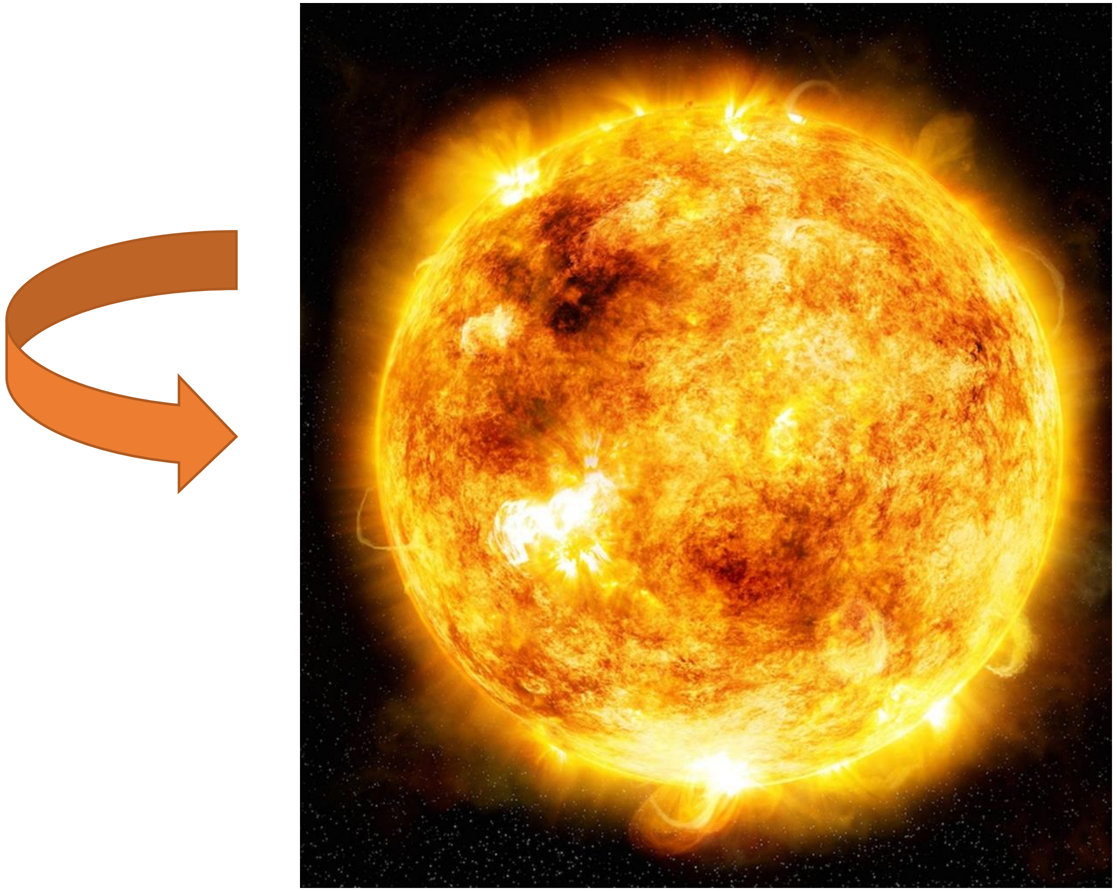
Corpo Rígido

Gira com todas as partes ligadas entre si sem mudar de forma



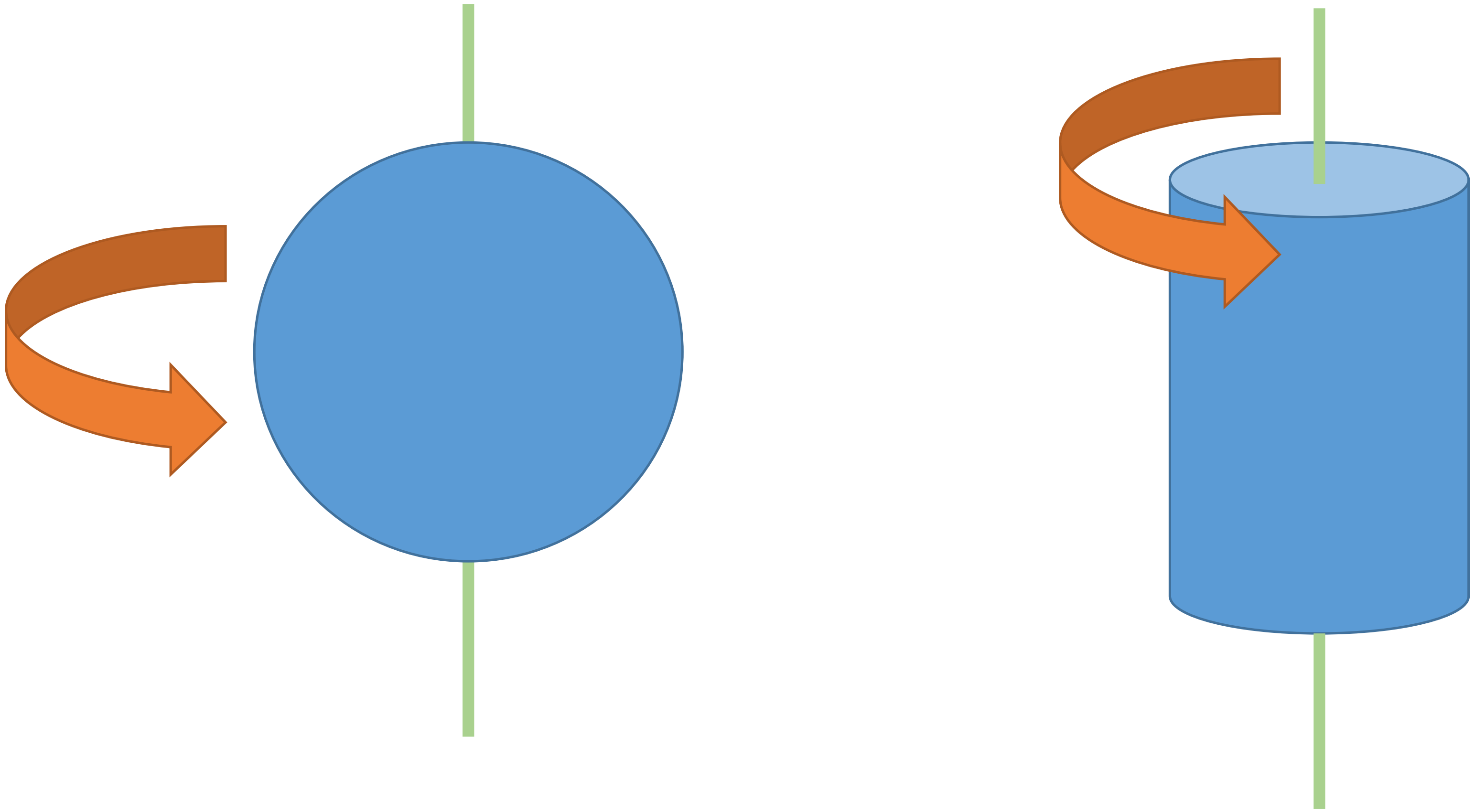


Corpor NÃO rígido



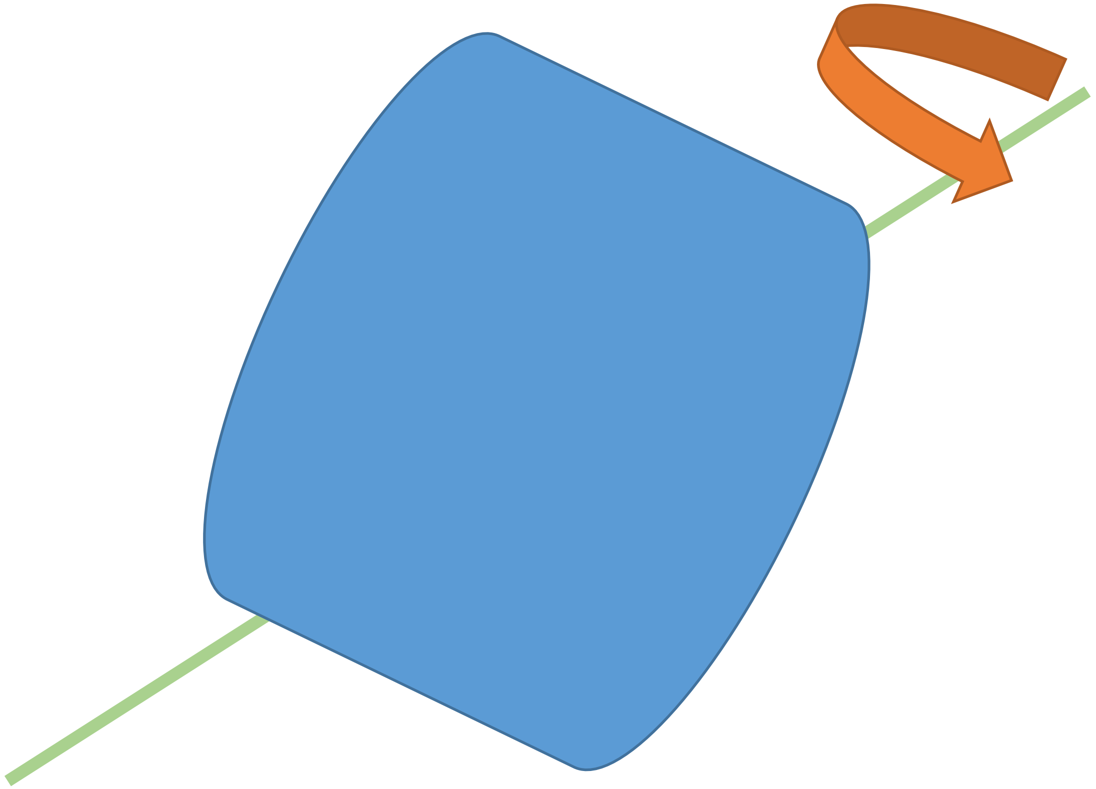
Eixo Fixo

O eixo não muda de posição

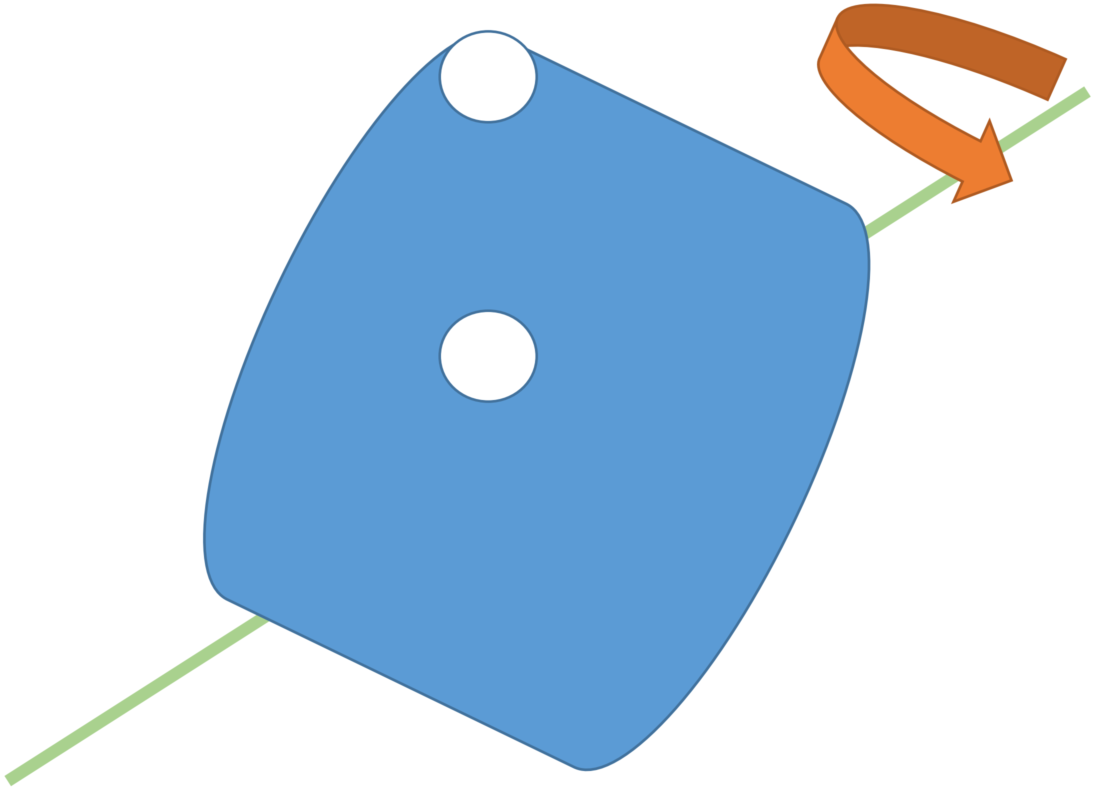


Eixo NÃO fixo

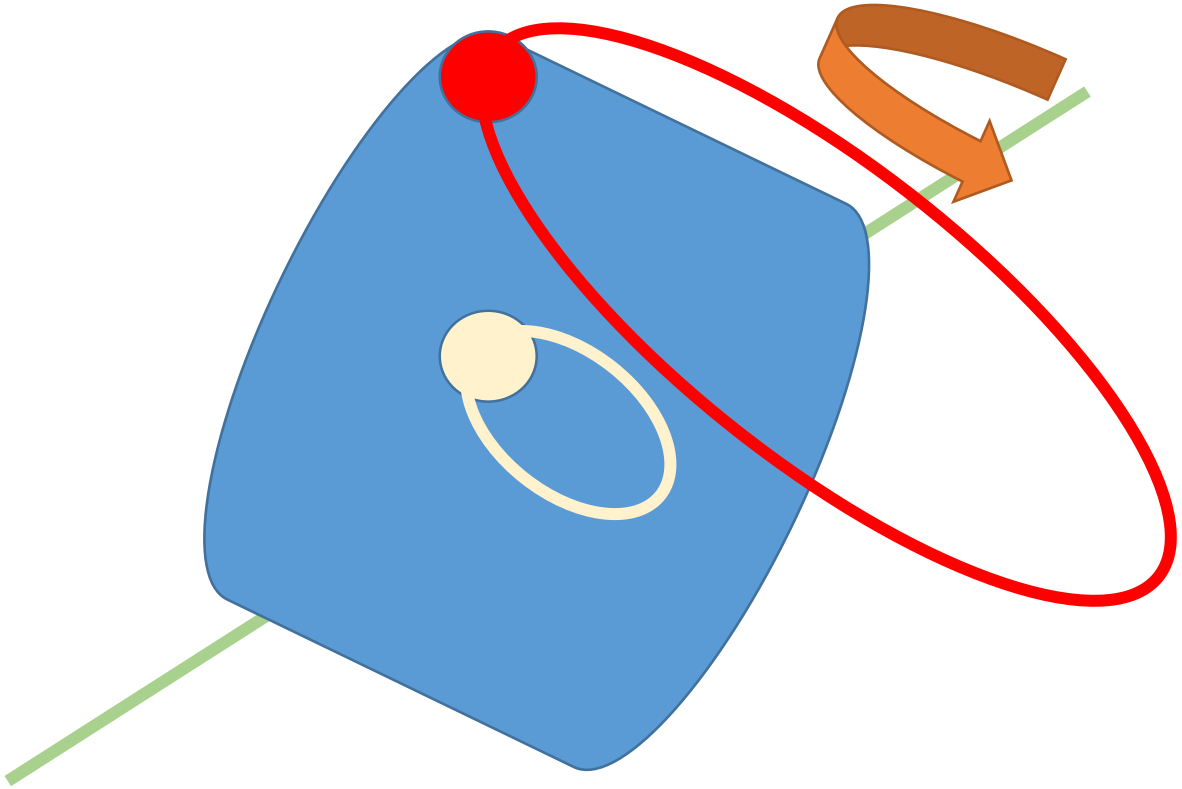
Corpo Rígido e Eixo de Rotação



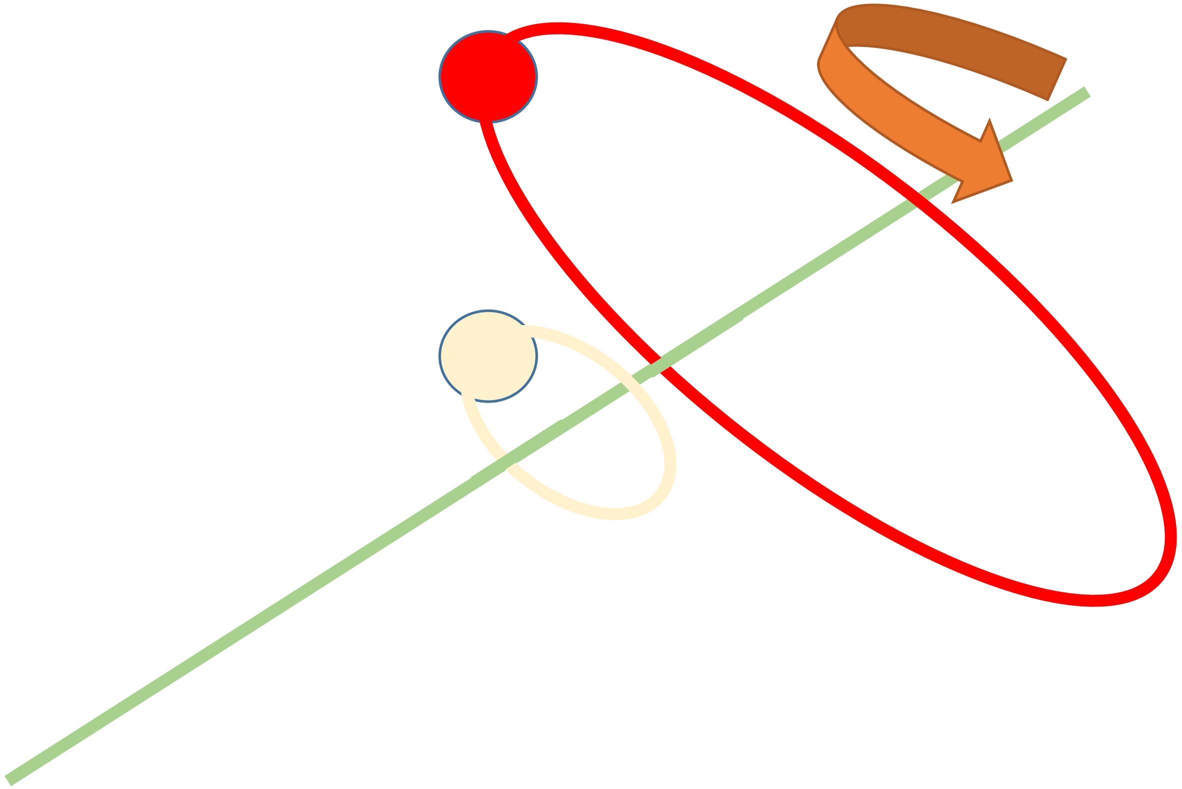
Corpo Rígido e Eixo de Rotação



Corpo Rígido e Eixo de Rotação

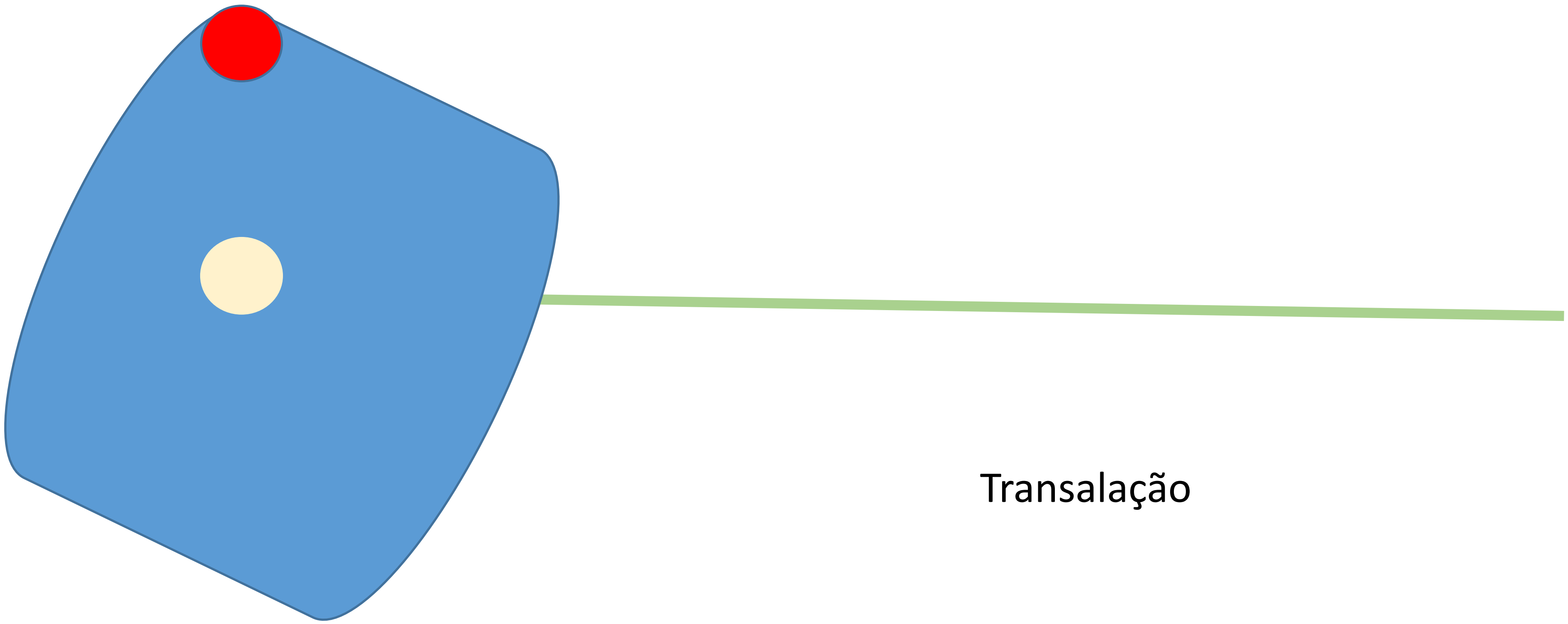


Corpo Rígido e Eixo de Rotação



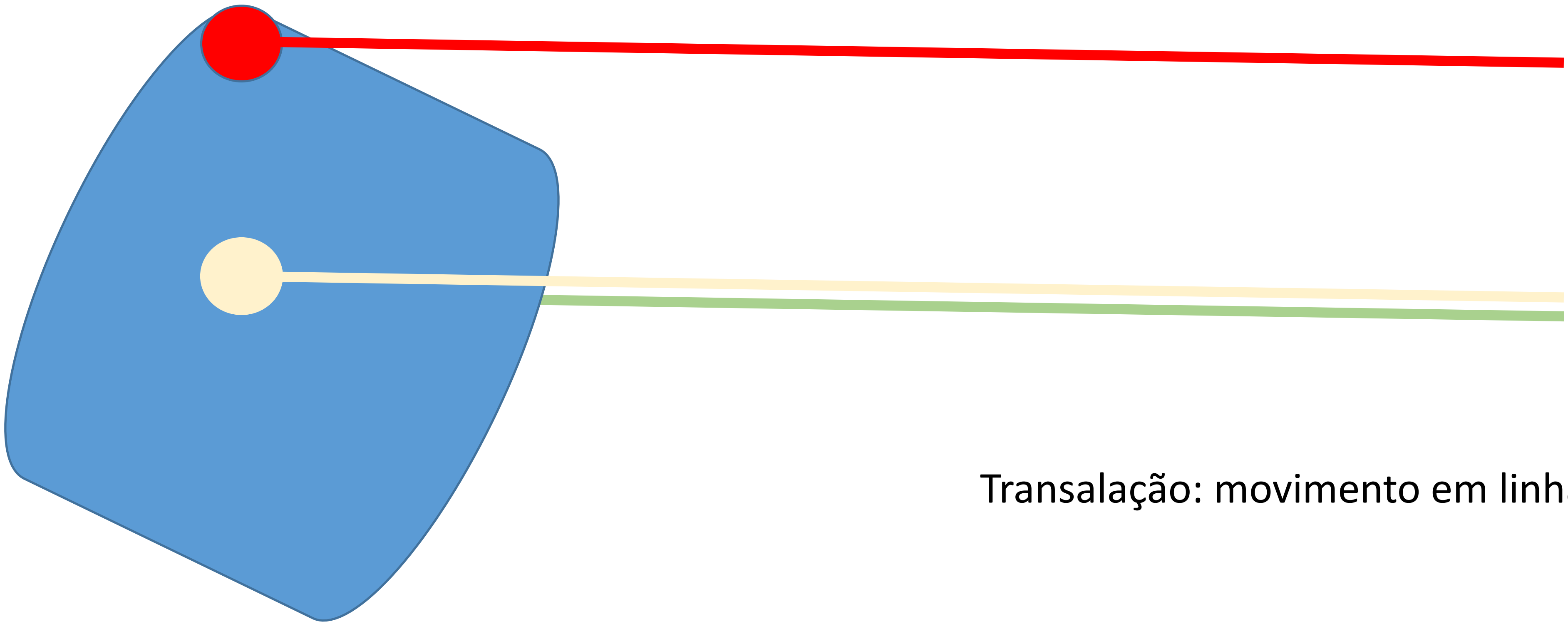
Concênctricas ao **EIXO DE ROTAÇÃO**!

Corpo Rígido e Eixo de Rotação



Transalação

Corpo Rígido e Eixo de Rotação



Transalação: movimento em linha reta

Translação e Rotação

Movimento Linear X Movimento Angular

Translação e Rotação

Movimento Linear X Movimento Angular

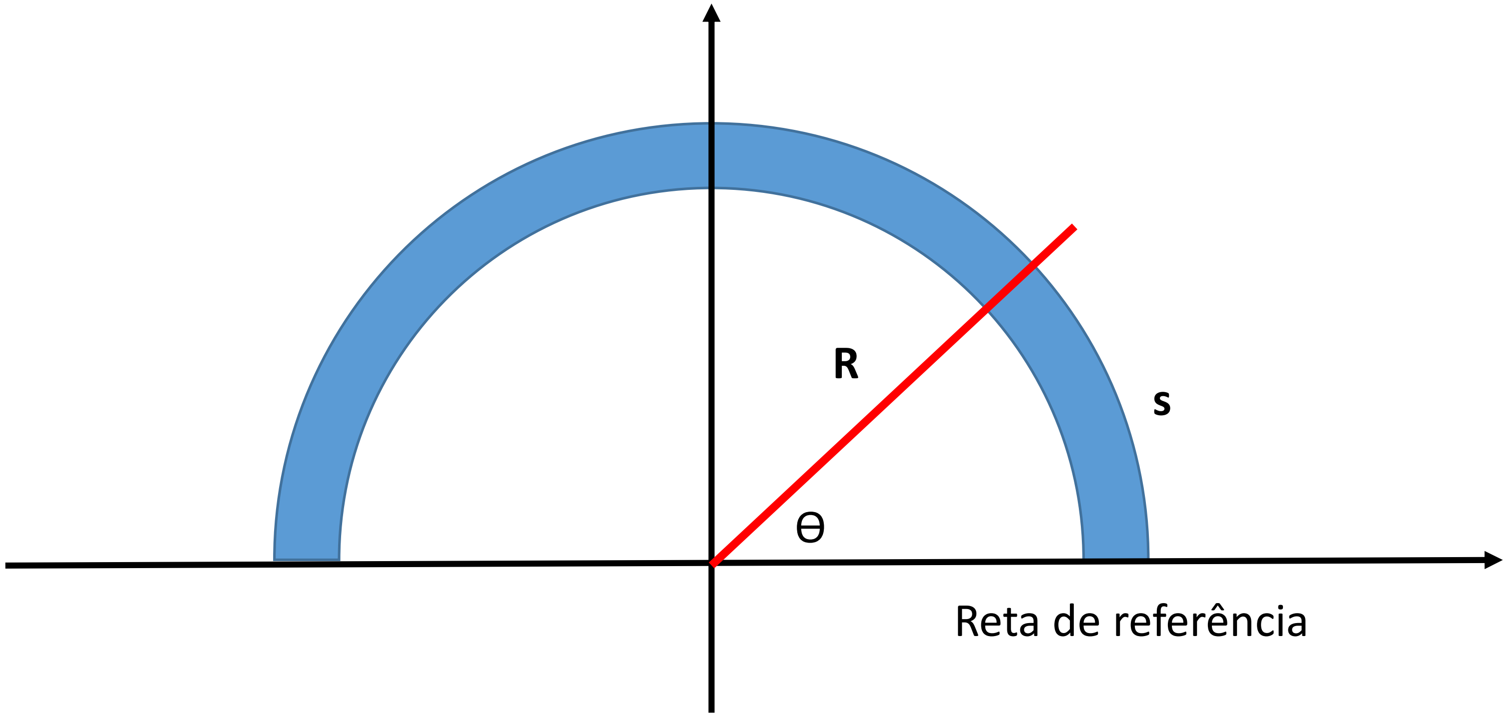
- ❑Posição
- ❑Deslocamento
- ❑Velocidade
- ❑Aceleração

Translação e Rotação

Movimento Linear X Movimento Angular

- Posição .... Posição angular
- Deslocamento .... Deslocamento angular
- Velocidade .... Velocidade angular
- Aceleração .... Aceleração angular

Posição Angular

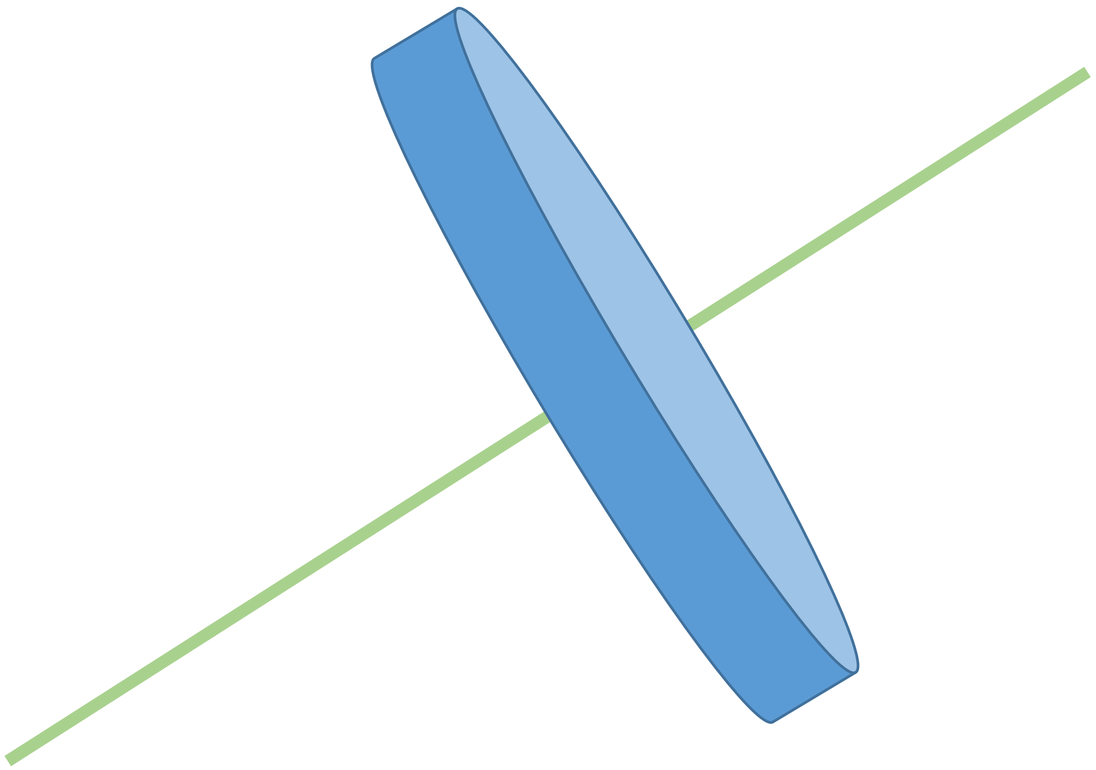


Medida do arco:

$$s = R.\theta$$

$$\theta = \frac{s}{r}$$

Posição Angular

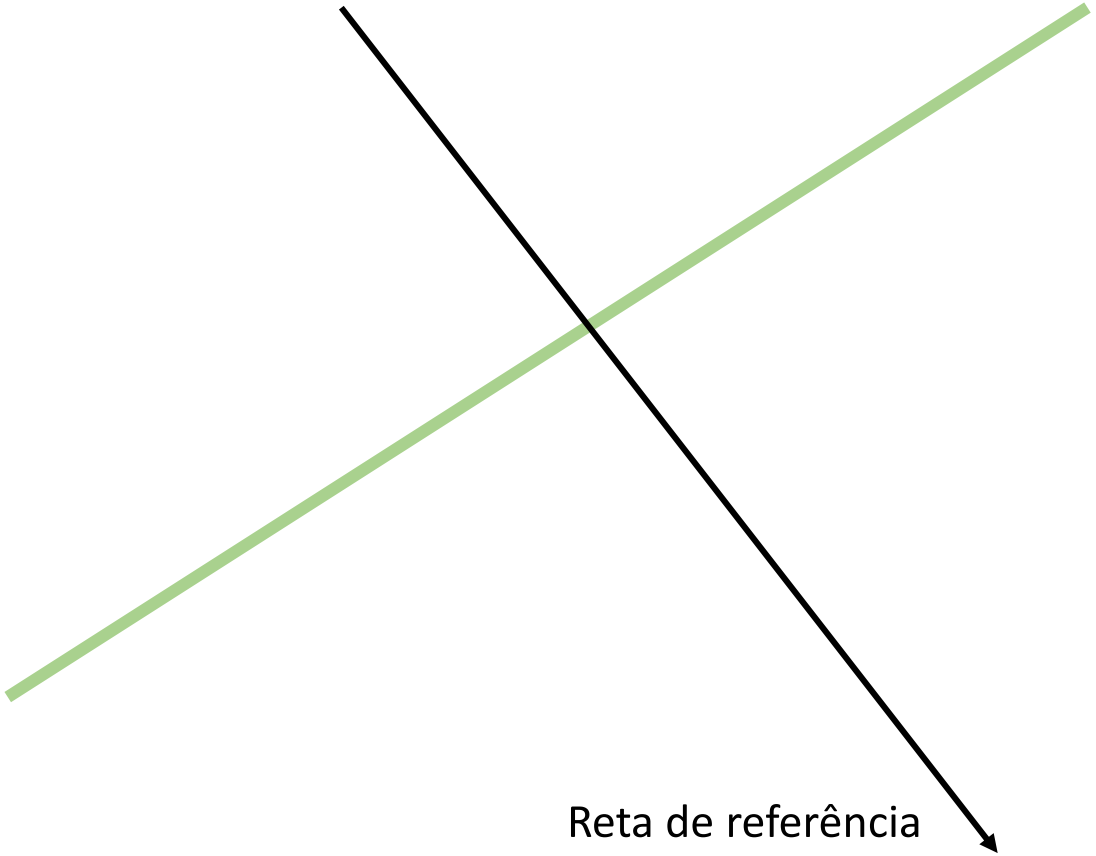


Medida do arco:

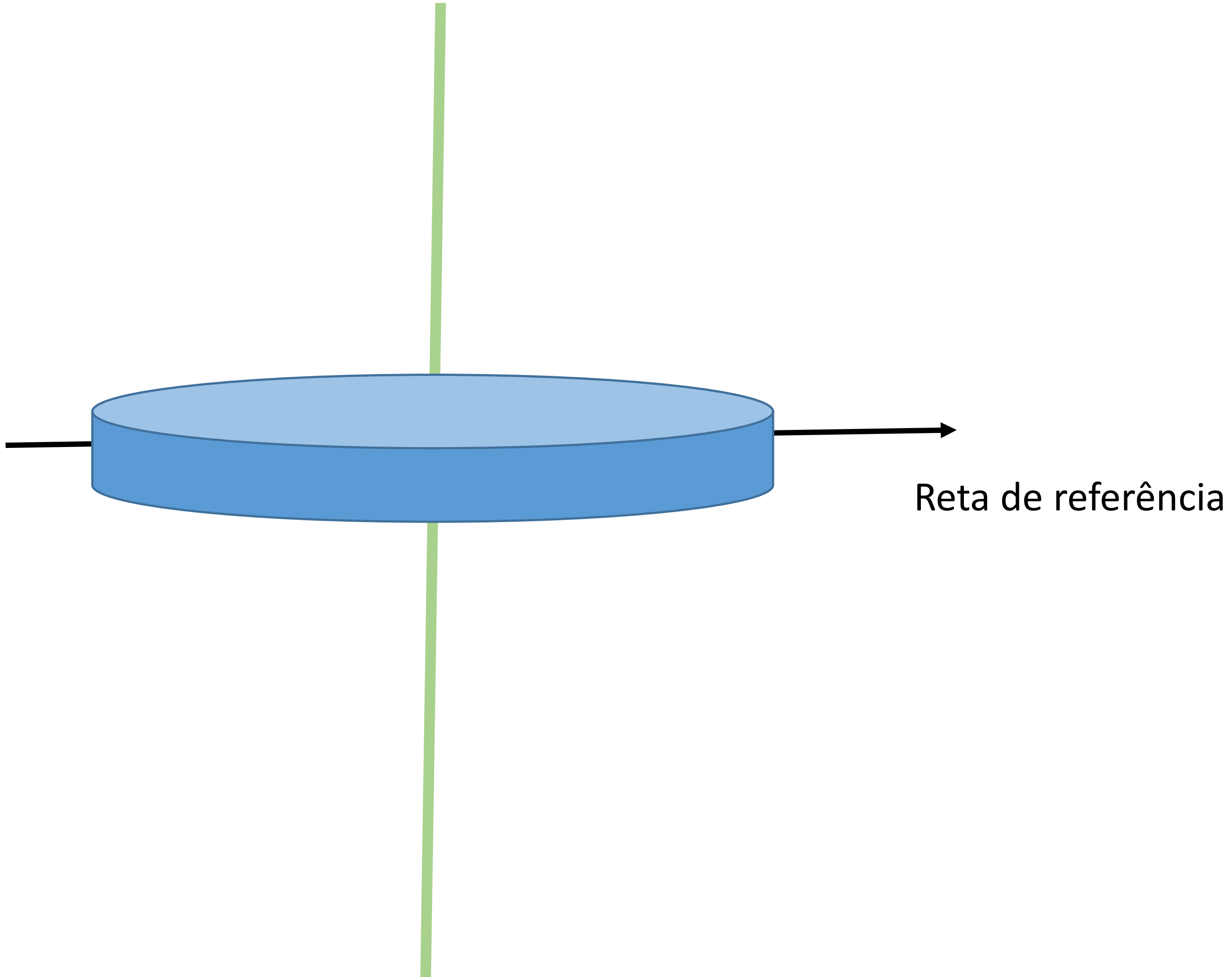
$$s = R.\theta$$

$$\theta = \frac{s}{r}$$

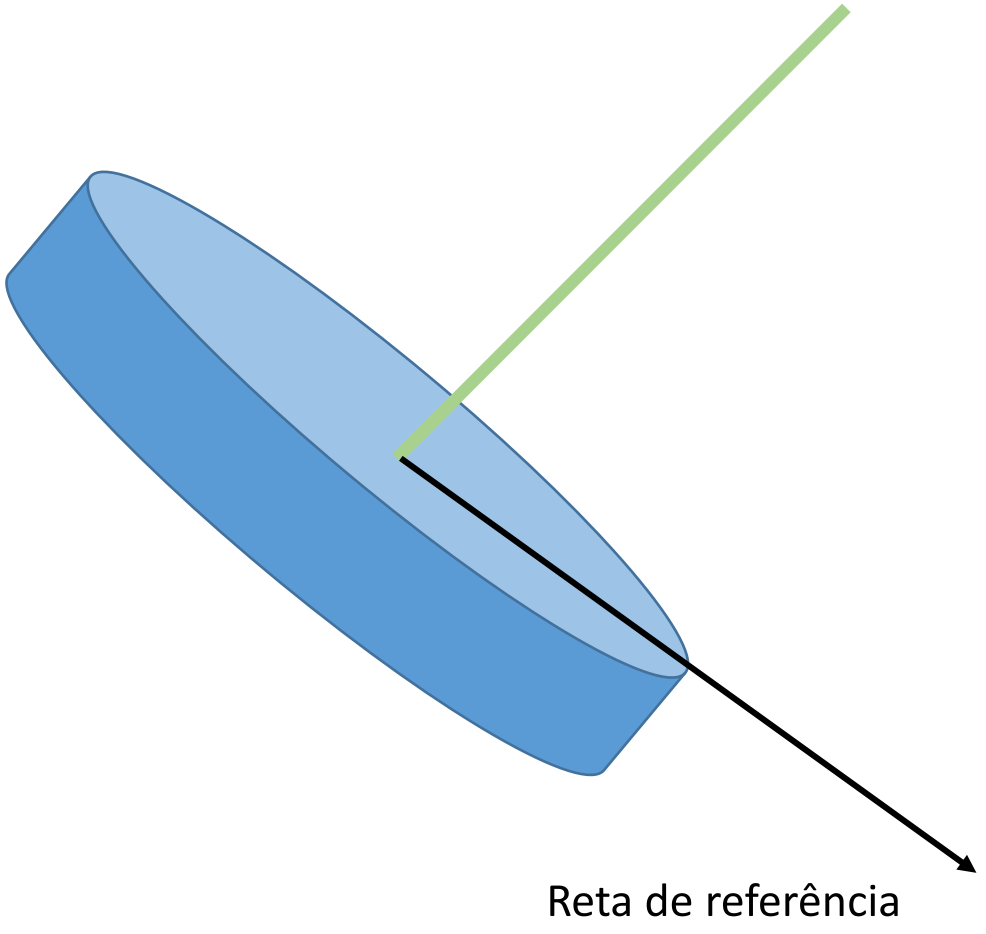
Posição Angular



Posição Angular

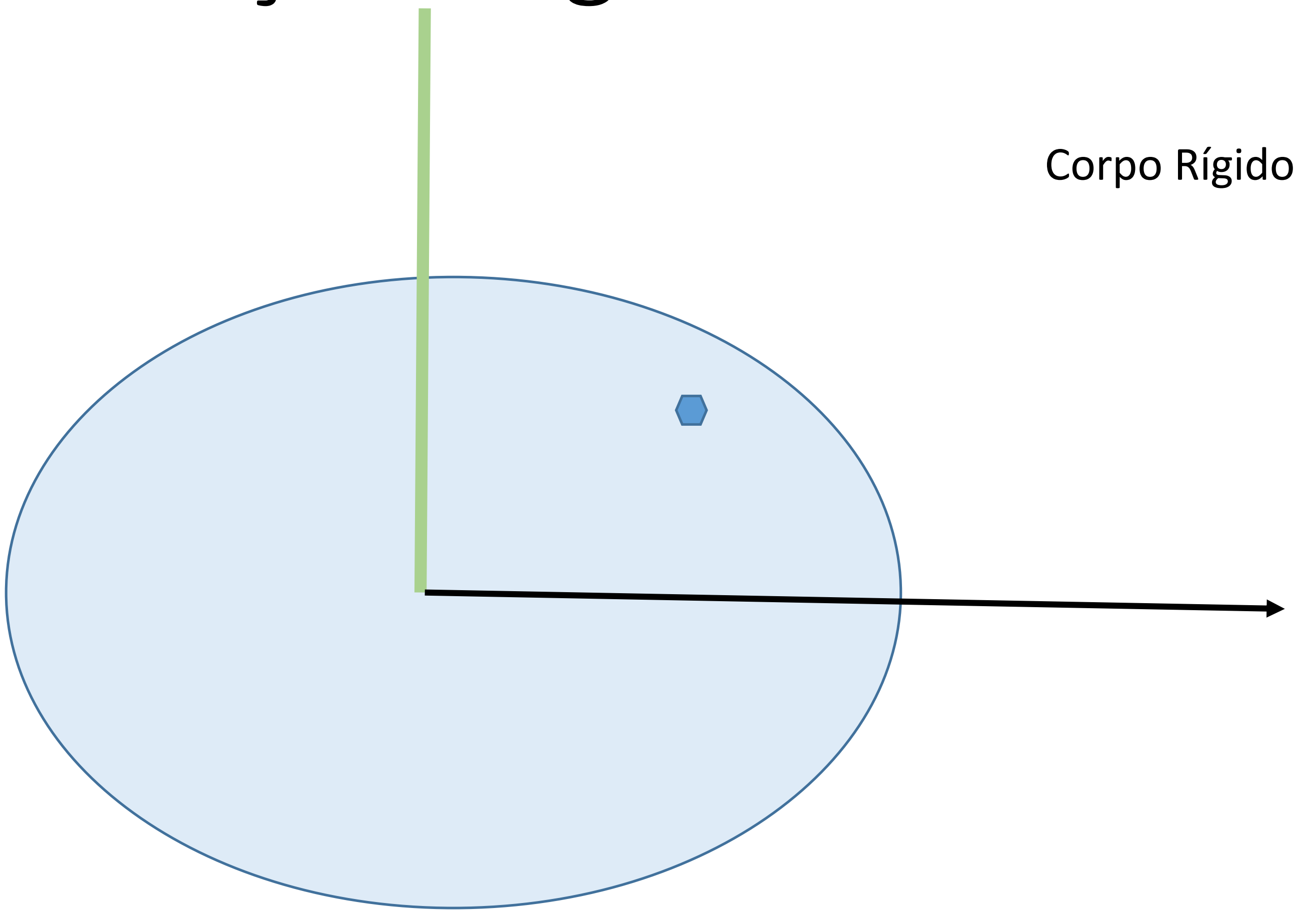


Posição Angular



Posição Angular

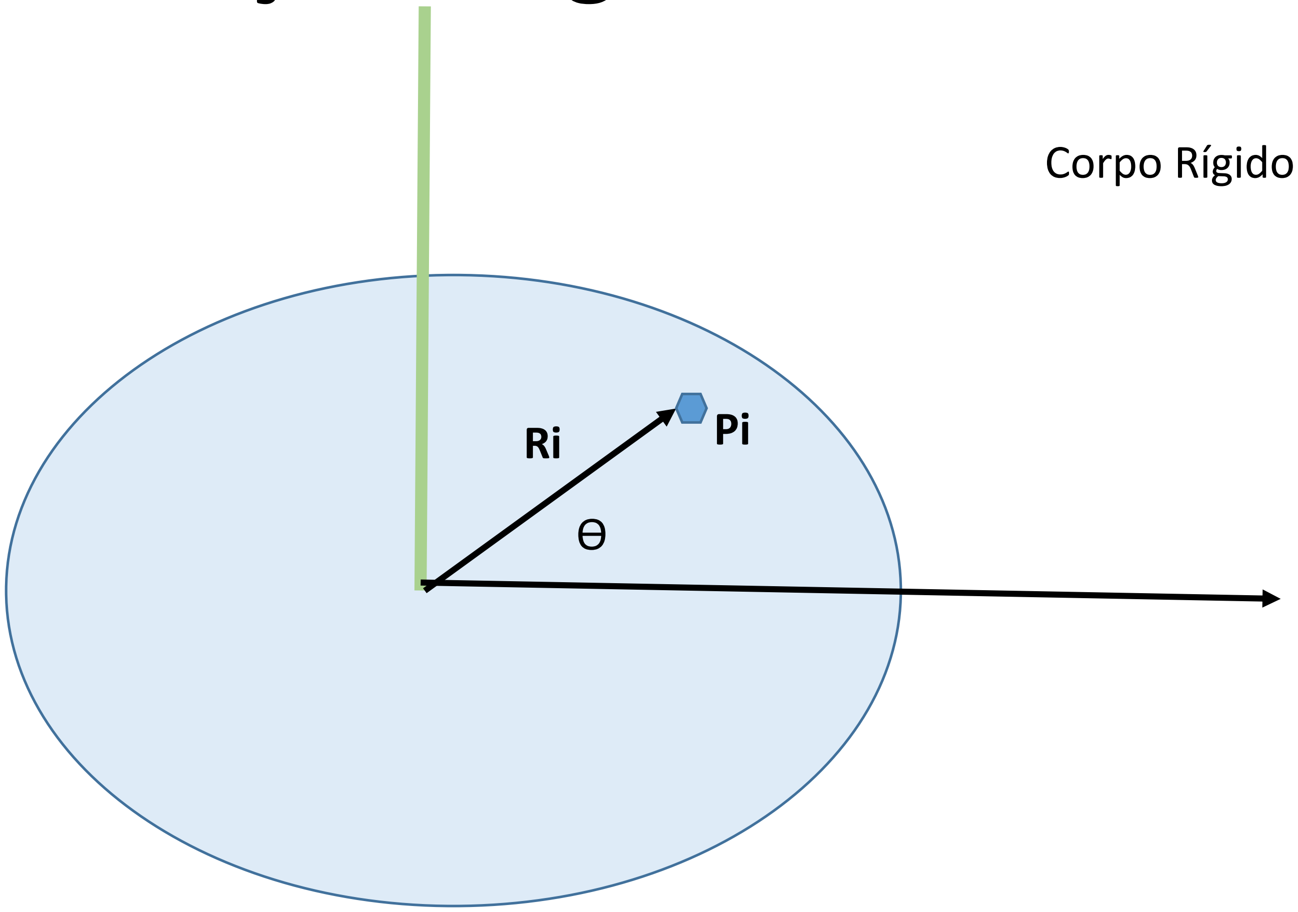
Corpo Rígido: A escolha da partícula representa o movimento todo



Reta de referência

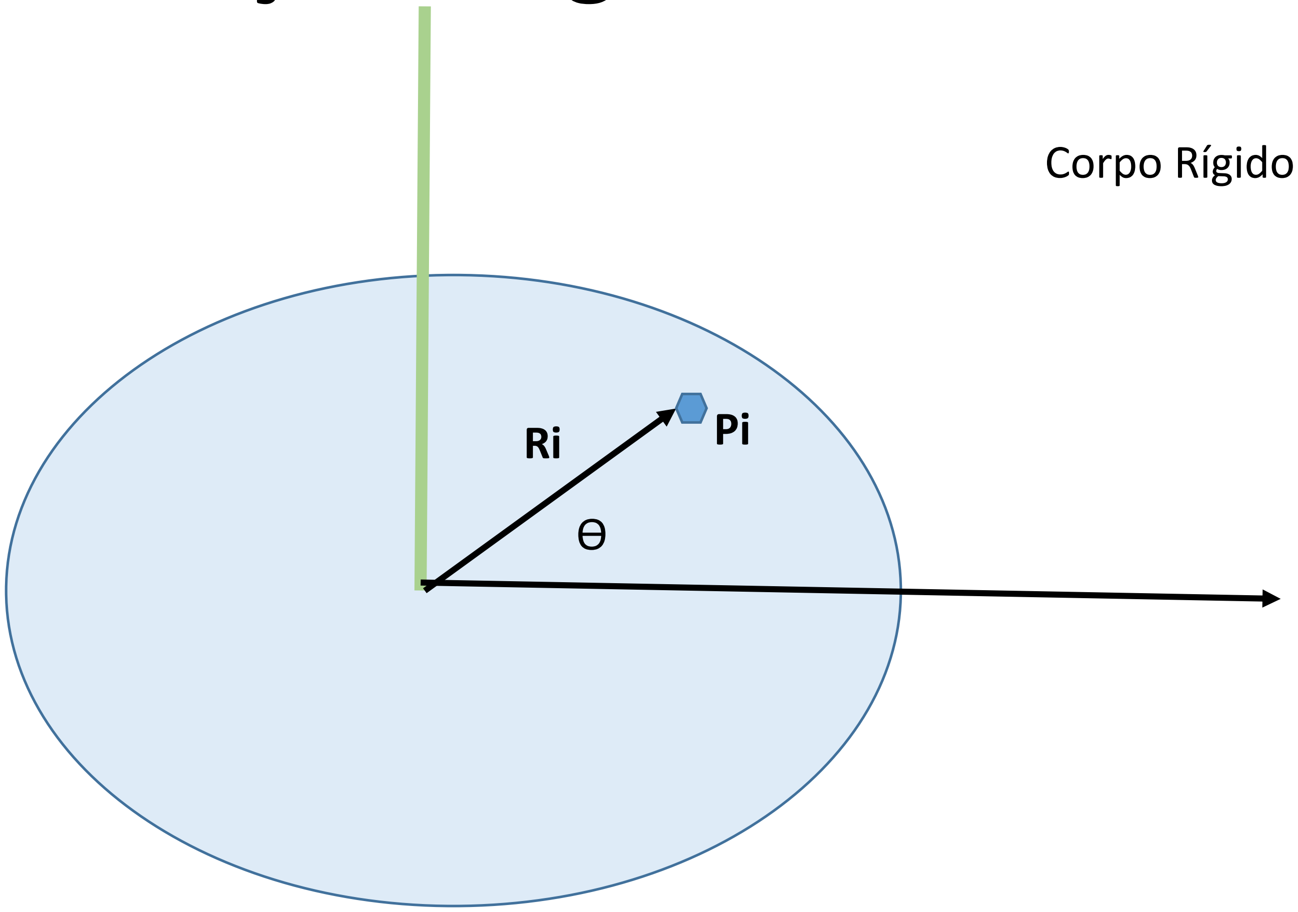
Posição Angular

Corpo Rígido: A escolha da partícula representa o movimento todo



Reta de referência

Posição Angular



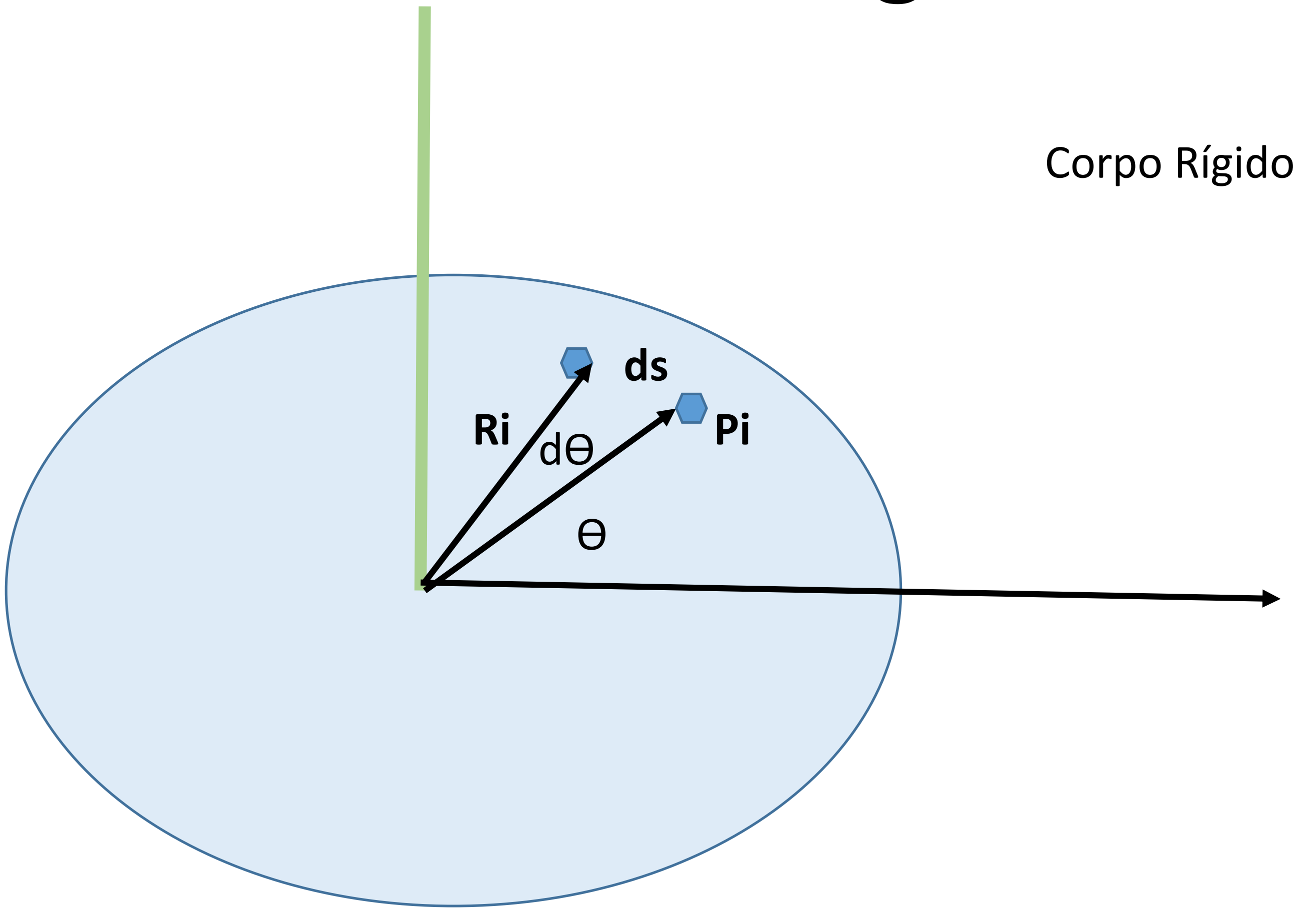
Reta de referência

Corpo Rígido: A escolha da partícula representa o movimento todo

$$s = R.\theta$$

$$\theta = \frac{s}{r}$$

Deslocamento angular



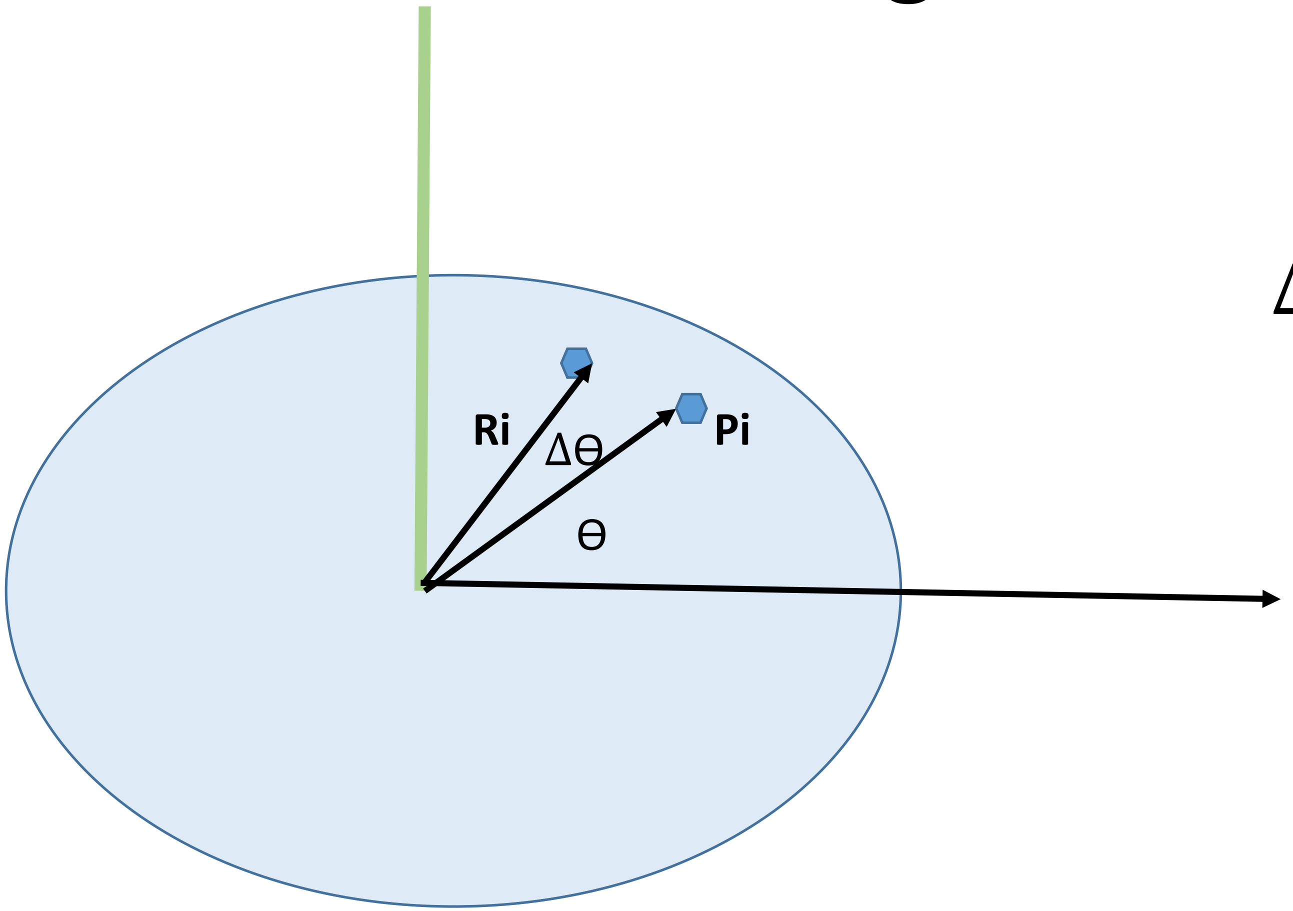
Corpo Rígido: A escolha da partícula representa o movimento todo

$$s = R.\theta$$

$$ds = Rd\theta$$

Reta de referência

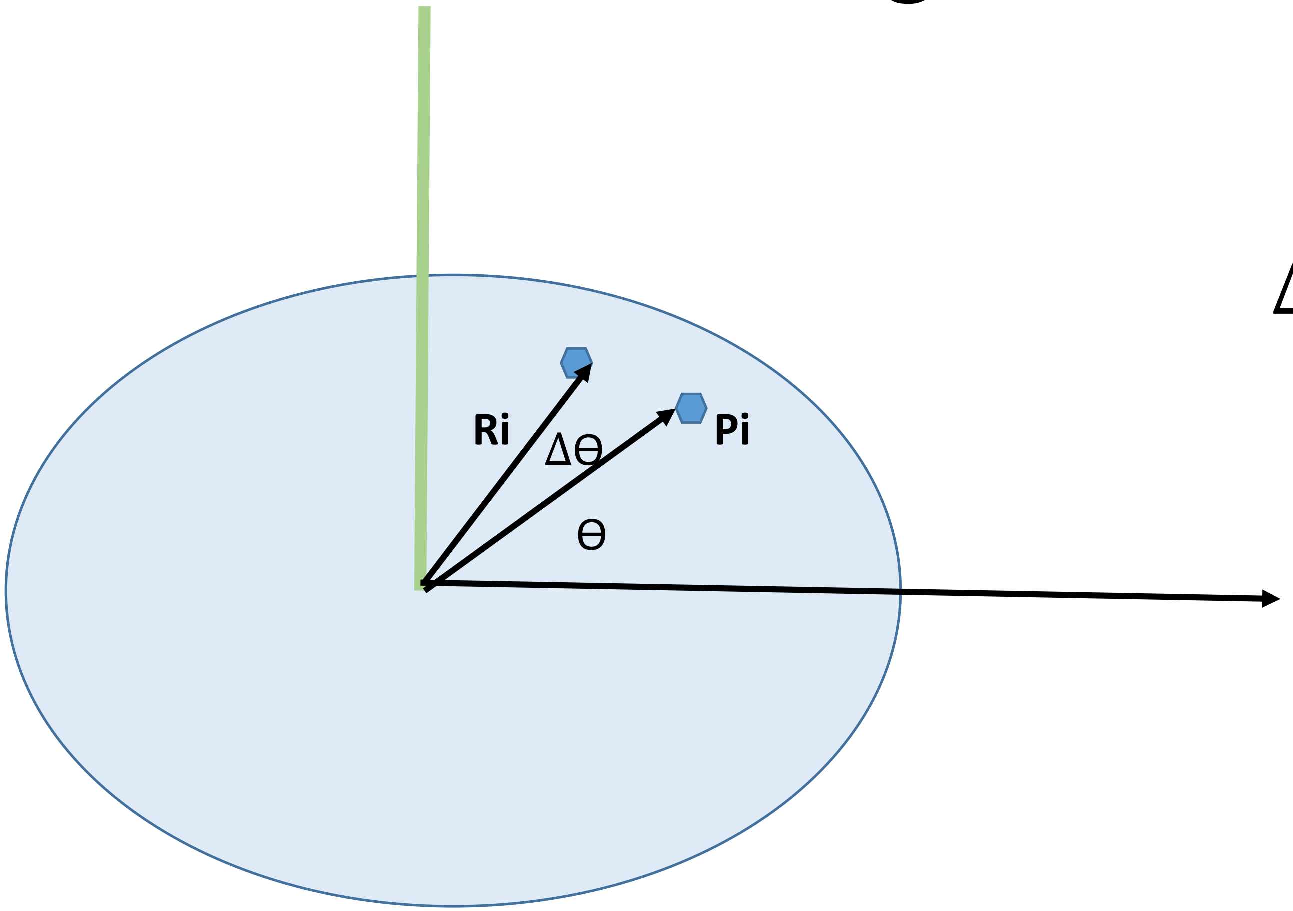
Deslocamento Angular



$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

Reta de referência

Deslocamento Angular



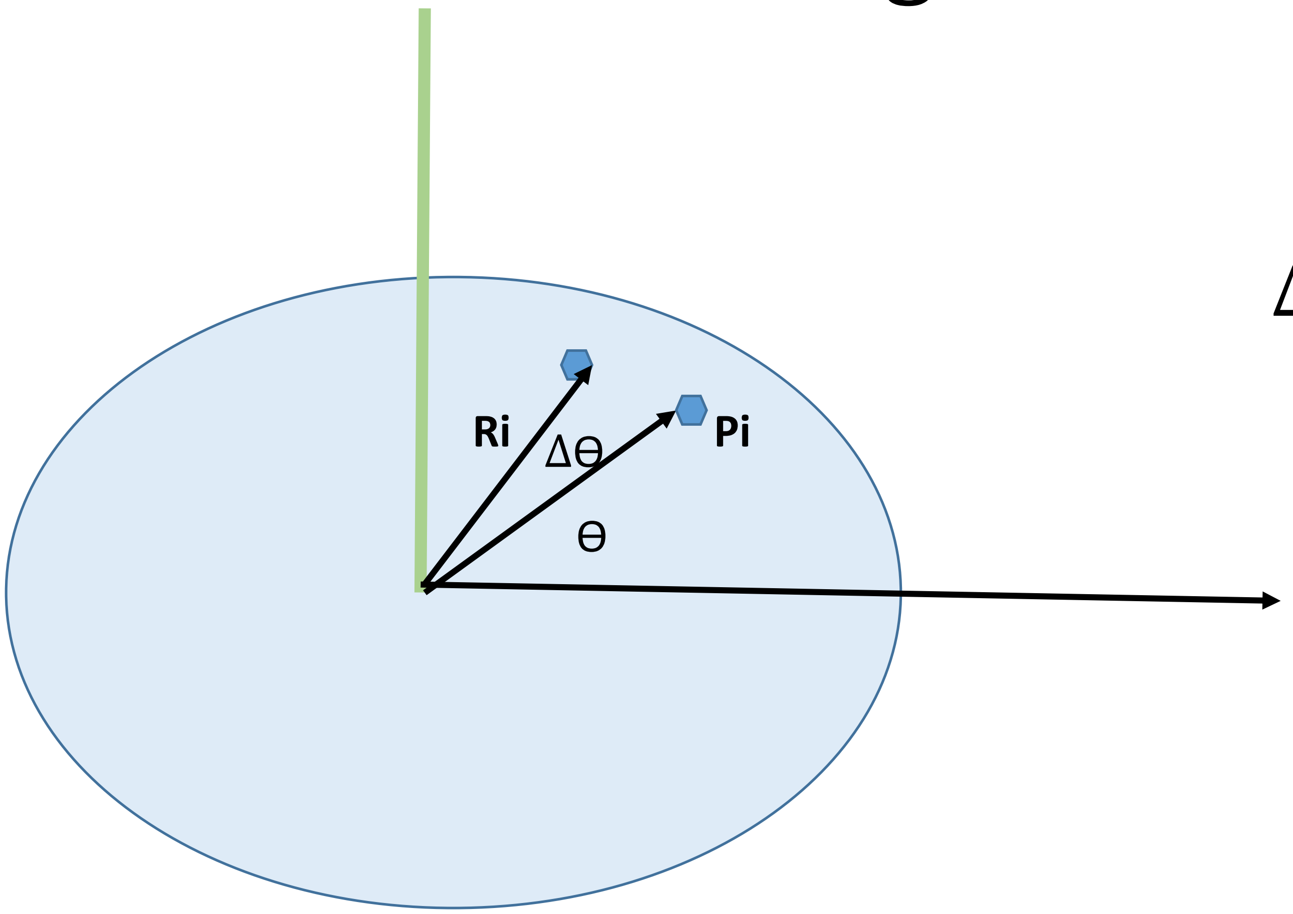
Reta de referência

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

Se dá uma volta completa:

$$\Delta\theta = 2\pi$$

Deslocamento Angular



Reta de referência

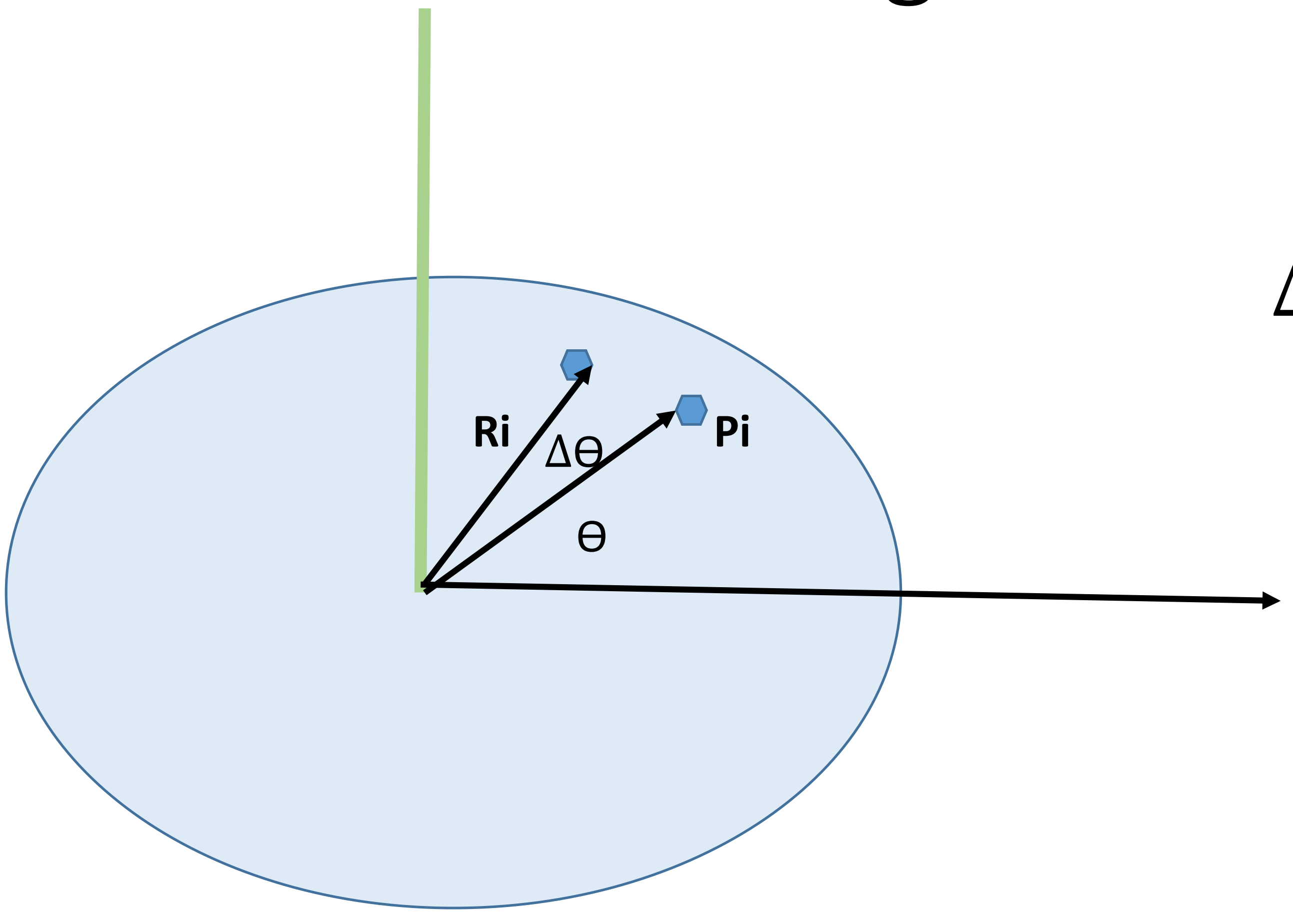
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

Se dá uma volta completa:

$$\Delta\theta = 2\pi$$

$$ds = R_i d\theta \qquad \Delta\, s = R_i \Delta\theta$$

Deslocamento Angular



$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

Se dá uma volta completa:

$$\Delta\theta = 2\pi$$

$$ds = R_i d\theta \qquad \Delta s = R_i \Delta\theta$$

Reta de referência

$$\Delta s = 2\pi R$$

Velocidade Angular

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow$ Em qual tempo acontece essa variação?

Velocidade Angular

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow$ Em qual tempo acontece essa variação?

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Velocidade Angular

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow$$ Em qual tempo acontece essa variação?

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

Velocidade Angular

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \rightarrow$$ Em qual tempo acontece essa variação?

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

Velocidade angular

Aceleração Angular

Do mesmo modo, se a velocidade angular varia com tempo:

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \rightarrow$$

Aceleração Angular

Do mesmo modo, se a velocidade angular varia com tempo:

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \rightarrow \alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Aceleração Angular

Do mesmo modo, se a velocidade angular varia com tempo:

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \rightarrow \alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\alpha = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$

Aceleração Angular

Do mesmo modo, se a velocidade angular varia com tempo:

$$\left.\begin{aligned}
&\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \rightarrow \alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \\[2ex]
&\alpha = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}
\end{aligned}\right\} \text{Aceleração angular}$$

Unidades

Posição angular	θ	Rad
Deslocamento angular	$\Delta\theta$	Rad
Velocidade angular	$\omega = \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$	Rad/s
Aceleração angular	$\alpha = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$	Rad/s^2

Translação e Rotação

Movimento Linear X Movimento Angular

- Posição ··········· Posição angular
- Deslocamento ··········· Deslocamento angular
- Velocidade ··········· Velocidade angular
- Aceleração ··········· Aceleração angular

Movimento Linear e Angular

Movimento Linear X Movimento Angular

s	θ
$\mathrm{d}s$	$\mathrm{d}\theta$
$v = \dfrac{ds}{dt}$	$\omega = \dfrac{d\theta}{dt}$
$a = \dfrac{dv}{dt}$	$\alpha = \dfrac{d\omega}{dt}$

Movimento Linear e Angular

Movimento Linear X Movimento Angular

s .... θ

$ds = Rd\theta$ .... $d\theta$

.... $\omega = \dfrac{d\theta}{dt}$

.... $\alpha = \dfrac{d\omega}{dt}$

Movimento Linear e Angular

Movimento Linear X Movimento Angular

s .... θ

$\mathrm{d}s = Rd\theta$ .... $\mathrm{d}\theta$

$v = \frac{Rd\theta}{dt} \rightarrow R\omega$ .... $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

.... $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

Movimento Linear e Angular

Movimento Linear X Movimento Angular

s .... θ

$\mathrm{d}s = Rd\theta$ .... $\mathrm{d}\theta$

$v = \frac{Rd\theta}{dt} \to R\omega$ .... $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dR\omega}{dt} \to a = R\frac{d\omega}{dt} = R\alpha$ .... $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

Movimento Circular

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

$$a = \frac{(R\omega)^2}{R} = R\omega^2$$

Equações relacionadas

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \omega dt = d\theta \rightarrow \omega t = \theta_f - \theta_0$$

$$\theta_f = \theta_0 + \omega t$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \rightarrow \omega = \omega_0 + \alpha t$$

Equações relacionadas

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \omega dt = d\theta \rightarrow \omega t = \theta_f - \theta_0$$

$$\theta_f = \theta_0 + \omega t$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \rightarrow \omega = \omega_0 + \alpha t$$

Para α constante:

$$\omega dt = d\theta \rightarrow \int (\omega_0 + \alpha t)\, dt = \int d\theta \rightarrow \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \alpha \frac{t^2}{2}$$

$$\omega^2 = {\omega_0}^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$$

Equações relacionadas

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \omega dt = d\theta \rightarrow \omega t = \theta_f - \theta_0$$

$$\theta_f = \theta_0 + \omega t$$

$$S_f = S_0 + vt$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \rightarrow \omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$S_f = S_0 + at$$

Para α constante:

$$\omega dt = d\theta \rightarrow \int (\omega_0 + \alpha t)\, dt = \int d\theta \rightarrow \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \alpha \frac{t^2}{2}$$

$$S = S_0 + v_0 t + a \frac{t^2}{2}$$

$$\omega^2 = {\omega_0}^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$$

$$v^2 = {v_0}^2 + 2a(S - S_0)$$

Energia Cinética de Rotação

Energia Cinética de Rotação

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Energia Cinética de Rotação

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

Energia Cinética de Rotação

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

?

Energia Cinética de Rotação

$$K = \sum \frac{1}{2} m v_i^2$$

Como se o disco fosse feito de inúmeras partículas i

Energia Cinética de Rotação

$$K = \sum \frac{1}{2} m v_i^2$$

Como se o disco fosse feito de inúmeras partículas i

$$v_{i\,azul} = v_{i\,laranja}?$$

Energia Cinética de Rotação

$$K = \sum \frac{1}{2} m v_i^2$$

Como se o disco fosse feito de inúmeras partículas i

$$v_{i\,azul} \neq v_{i\,laranja}!$$

Energia Cinética de Rotação

O que é igual?

Energia Cinética de Rotação

O que é igual? ω!

$$K = \sum \frac{1}{2} m v_i^2$$

Energia Cinética de Rotação

O que é igual? ω!

$$K = \sum \frac{1}{2} m_i (\omega r_i \ )^2$$

Energia Cinética de Rotação

O que é igual? ω!

$$K = \frac{1}{2}\omega^2 \sum m_i r_i^2$$

Energia Cinética de Rotação

O que é igual? ω!

$$K = \frac{1}{2}\omega^2 \underbrace{\sum m_i r_i^2}_{\substack{\text{Depende da distribuição da massa} \\ \text{em relação ao eixo de rotação}}}$$

Momento de Inércia

O que é igual? ω!

$$K = \frac{1}{2}\omega^2 \underbrace{\sum m_i r_i^2}_{\text{Momento de Inércia}}$$

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Energia Cinética

$$K = \frac{1}{2} I\omega^2$$

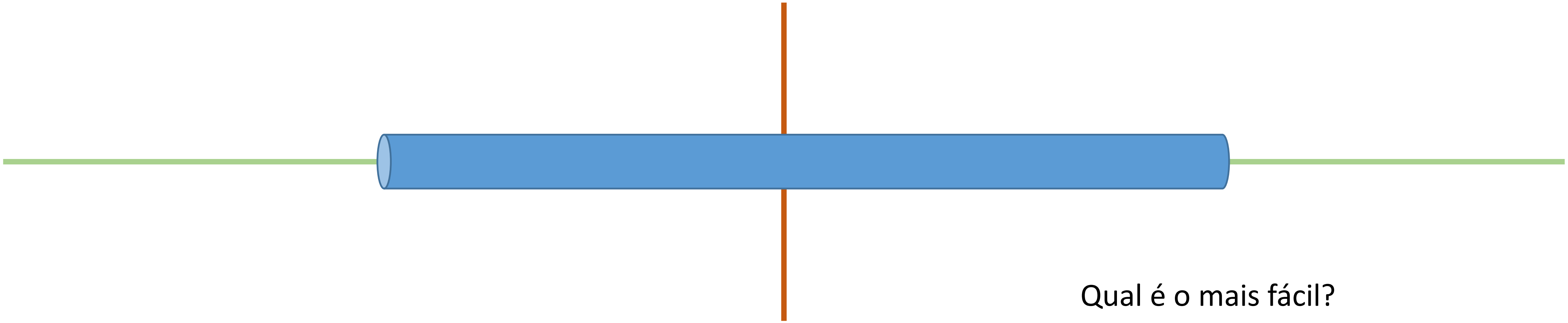
Energia Cinética

$$K = \frac{1}{2} I\omega^2 \rightarrow angular$$

$$K = \frac{1}{2} m v_{CM}^2 \rightarrow linear$$

Energia Cinética

$$K = \frac{1}{2} I\omega^2 \rightarrow angular$$



Qual é o mais fácil?

Vamos calcular I!

$$I = \sum m_i r_i^2$$