KEEP
CALM
AND
STUDY
PHYSICS

Dinâmica do movimento circular variado em plano horizontal

Setor A: Aula 26 / Pg. 522 / Alfa 4

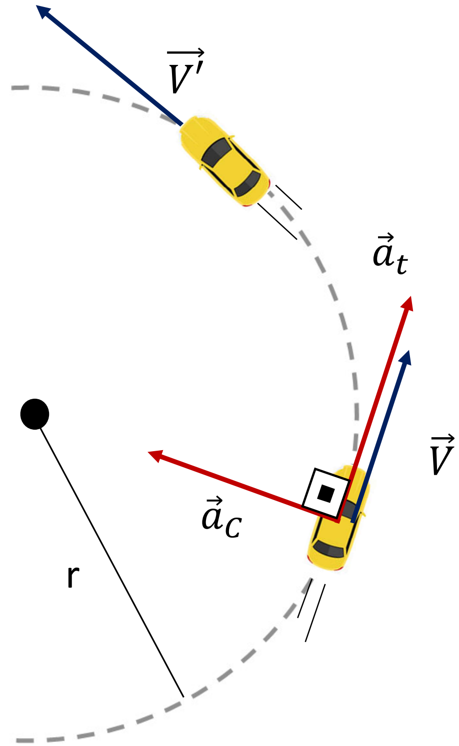
- SL 02 – Teoria / Revisão
- SL 04 – Exercícios

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

Professor Caio – Física / Setor A

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

KEEP CALM AND STUDY PHYSICS

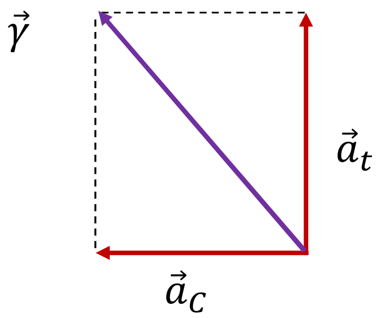


Aceleração tangencial $\vec{a}_t$

Indica variação na intensidade de $\vec{V}$

- Intensidade: $|\vec{a}_t| = |a| = \dfrac{\Delta V}{\Delta t}$ SI: $\dfrac{m}{s^2}$
- Direção: Tangente à trajetória
- Sentido: Movimento acelerado
  - $\vec{a}_t$ e $\vec{V}$ tem mesmo sentido

  Movimento retardado
  - $\vec{a}_t$ e $\vec{V}$ tem sentidos opostos



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

$\gamma^2 = {a_t}^2 + {a_c}^2$

Aceleração centrípeta $\vec{a}_c$

Indica variação na direção de $\vec{V}$

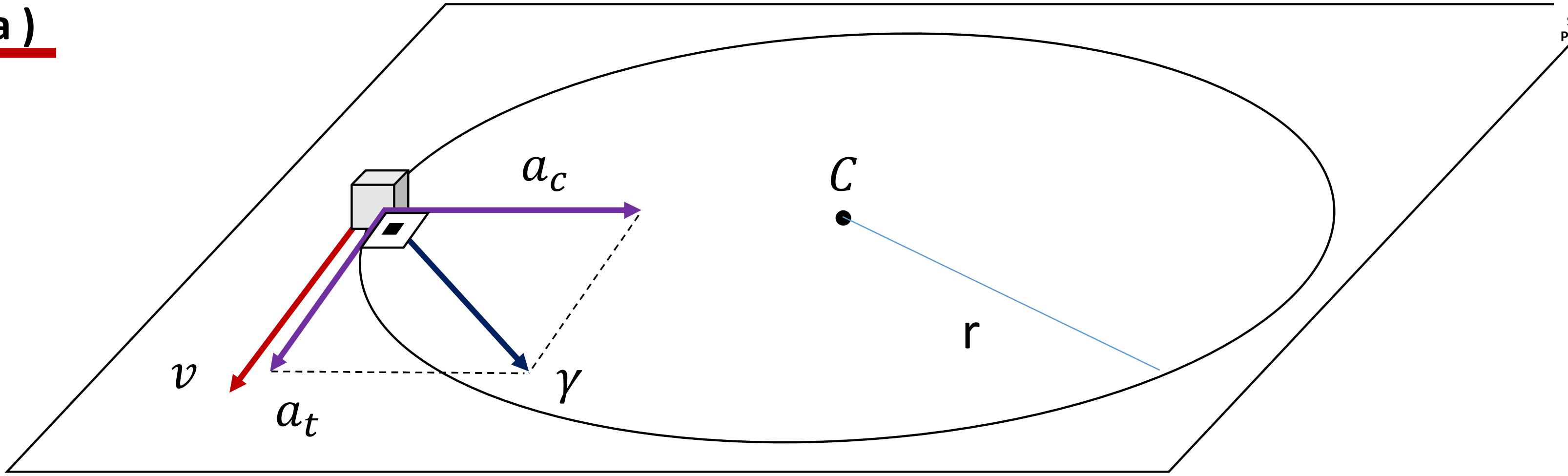
- Intensidade: $|\vec{a}_c| = \dfrac{V^2}{r}$ SI: $\dfrac{m}{s^2}$
- Direção: Radial
- Sentido: Para o centro

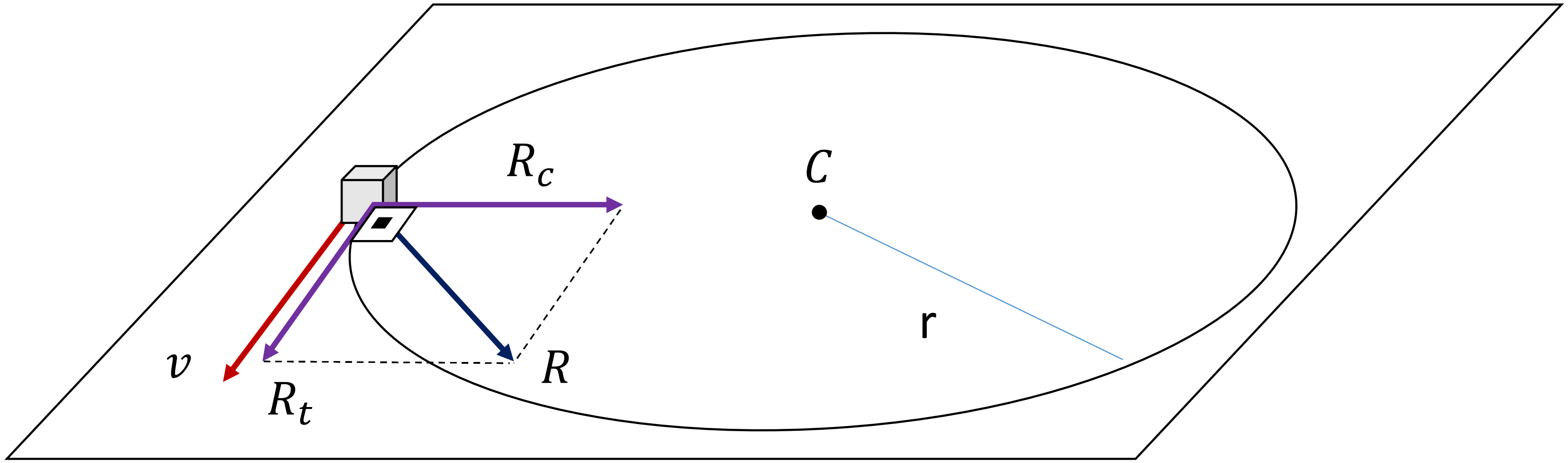
M C Acelerado (v aumenta)

- $a_t = |a| = \frac{\Delta V}{\Delta t}$
- $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 . r$
- $\gamma^2 = {a_t}^2 + {a_c}^2$

$$\vec{R} = \text{m} . \vec{\gamma}$$

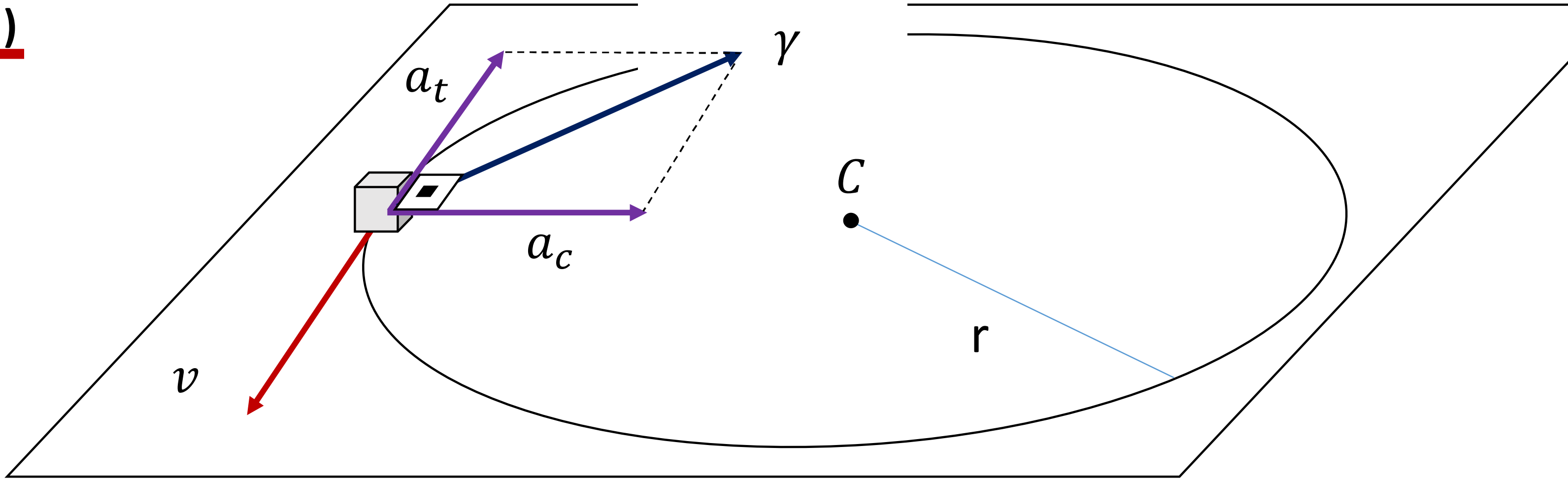
- $R_t = \text{m} . a_t$
- $R_c = \text{m} . a_c$
- $\text{R} = \text{m} . \gamma$
- $R^2 = {R_t}^2 + {R_c}^2$





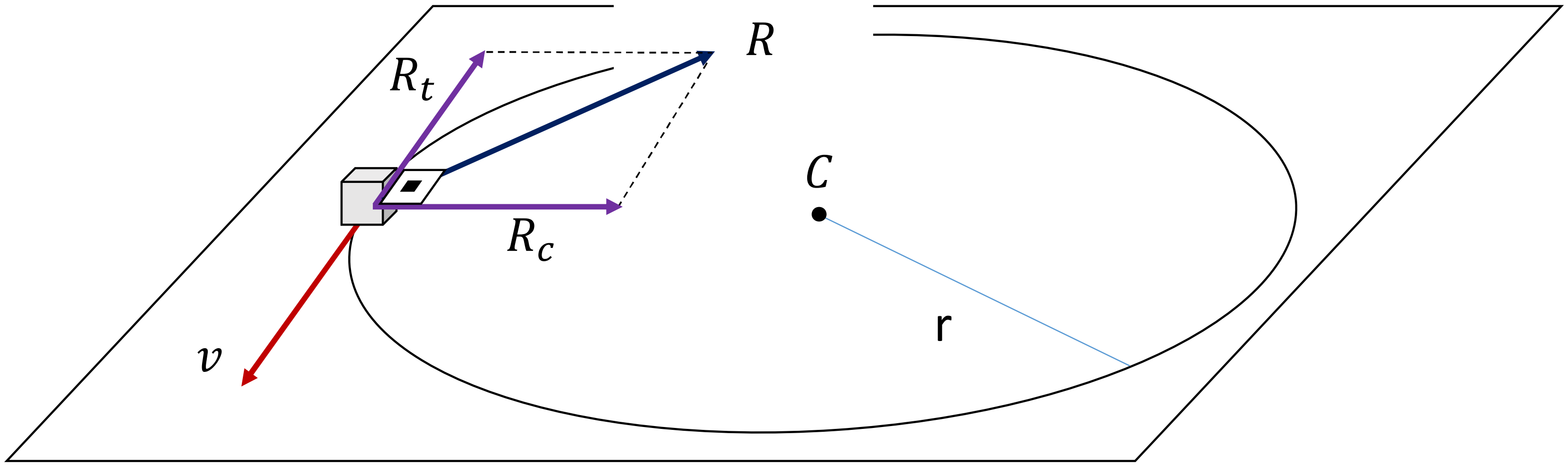
M C Retardado (v diminui)

- $a_t = |a| = \frac{\Delta V}{\Delta t}$
- $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 . r$
- $\gamma^2 = {a_t}^2 + {a_c}^2$



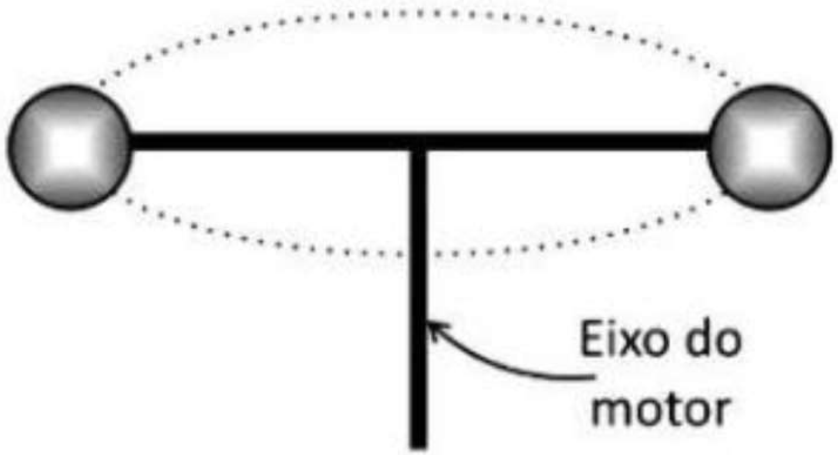
$\vec{R} = \text{m} \cdot \vec{\gamma}$

- $R_t = \text{m} \cdot a_t$
- $R_c = \text{m} \cdot a_c$
- $\text{R} = \text{m} \cdot \gamma$
- $R^2 = {R_t}^2 + {R_c}^2$



1. (Fuvest-SP) Duas pequenas esferas, **cada uma com massa de 0,2 kg**, estão presas nas extremidades de **uma haste rígida, de 10 cm de comprimento**, cujo ponto médio está fixo no eixo de um **motor que fornece 4 W** de potência mecânica. A figura abaixo ilustra o sistema.

Note e adote:
. As massas da haste e do eixo do motor devem ser ignoradas.
. Não atuam forças dissipativas no sistema.
. g = 10 $\frac{N}{kg}$



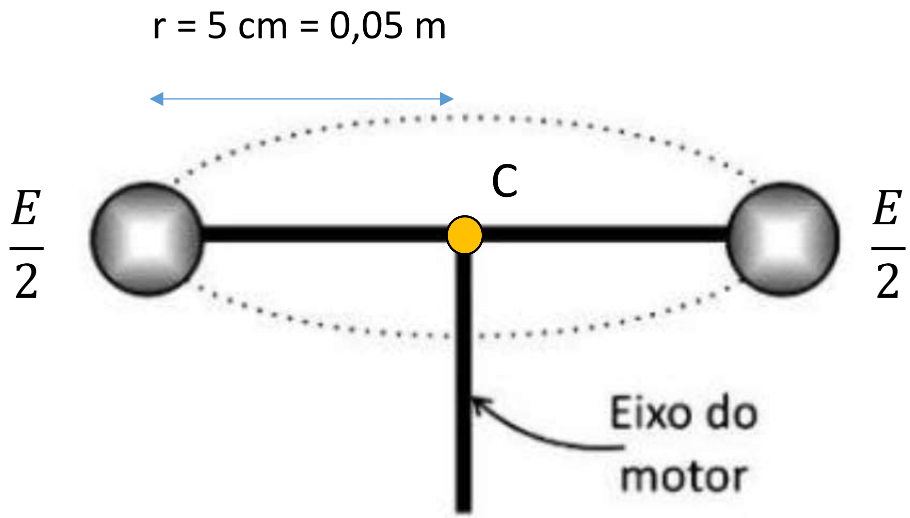
No instante t = 0, o motor é ligado e o sistema, inicialmente em repouso, passa a girar em torno do eixo.

Determine

a) a energia cinética total E das esferas em t = 5 s;
b) a velocidade angular de cada esfera em t = 5 s;
c) a intensidade F da força entre cada esfera e a haste, em t = 5 s;
d) a aceleração angular média de cada esfera, entre t = 0 e t = 5 s;

1. (Fuvest-SP) Duas pequenas esferas, **cada uma com massa de 0,2 kg**, estão presas nas extremidades de **uma haste rígida, de 10 cm de comprimento**, cujo ponto médio está fixo no eixo de um **motor que fornece 4 W** de potência mecânica. A figura abaixo ilustra o sistema.

a) a energia cinética total E das esferas em t = 5 s;



Revisão / Rascunho:

$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ SI W

$1W = \frac{1J}{1s}$

Resposta

$E = P \cdot \Delta t$

$E = 4 \cdot 5$

$\boxed{E = 20\ J}$

b) a velocidade angular de cada esfera em t = 5 s;

Para uma esfera

$E_c = 10\ J$

$E_c = \frac{1}{2} m.v^2$

$10 = \frac{1}{2} 0{,}2 \cdot v^2$

$\frac{10 \cdot 2}{0{,}2} = v^2$

$100 = v^2$

$v = 10\ m/s$

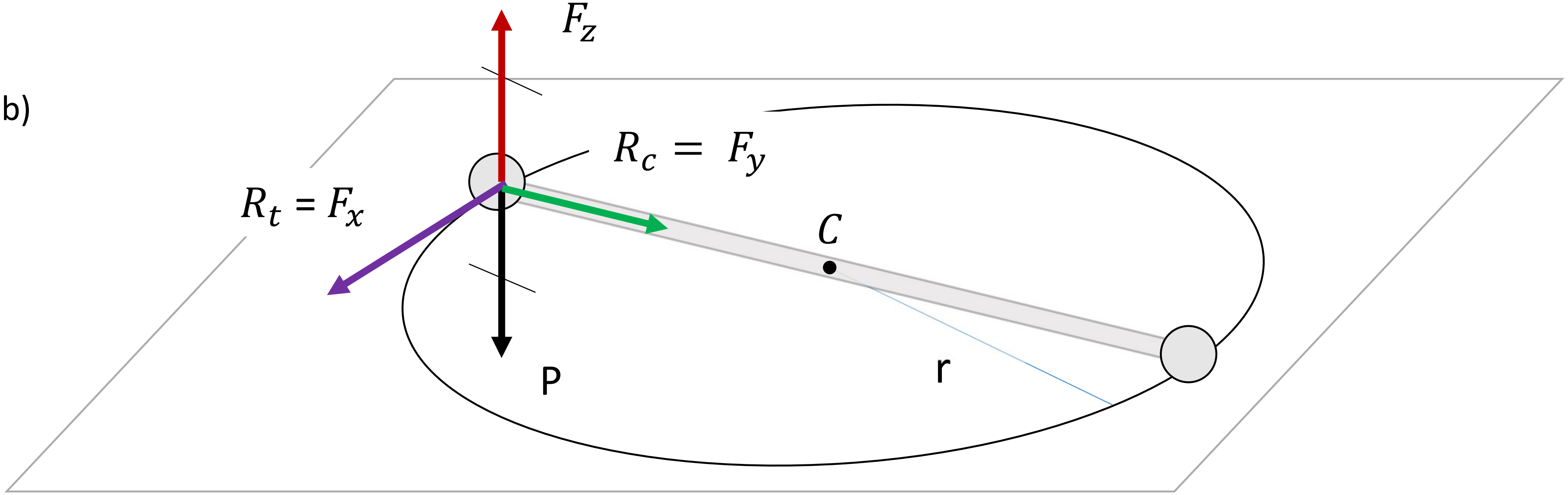
$v = \omega \cdot r$

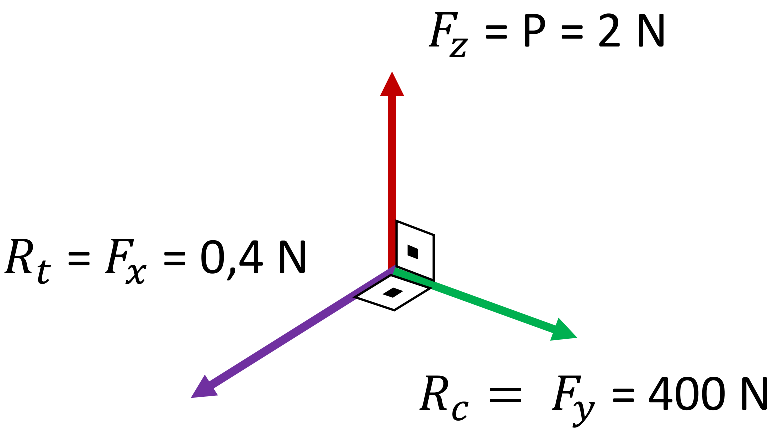
$\omega = \frac{v}{r}$

$\boxed{\omega = \frac{10}{0{,}05} = 200\ \frac{rad}{s}}$

c) a intensidade F da força entre cada esfera e a haste, em t = 5 s;

- m = 0,2 kg
- g = 10 N/kg
- v = 10 m/s (item b)
- r = 0,05 m





$$a_t = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10-0}{5-0} = 2\ \frac{m}{s^2}$$

$$R_t = m \cdot a_t$$

$$R_t = 0{,}2 \cdot 2$$

$$R_t = 0{,}4\ N$$

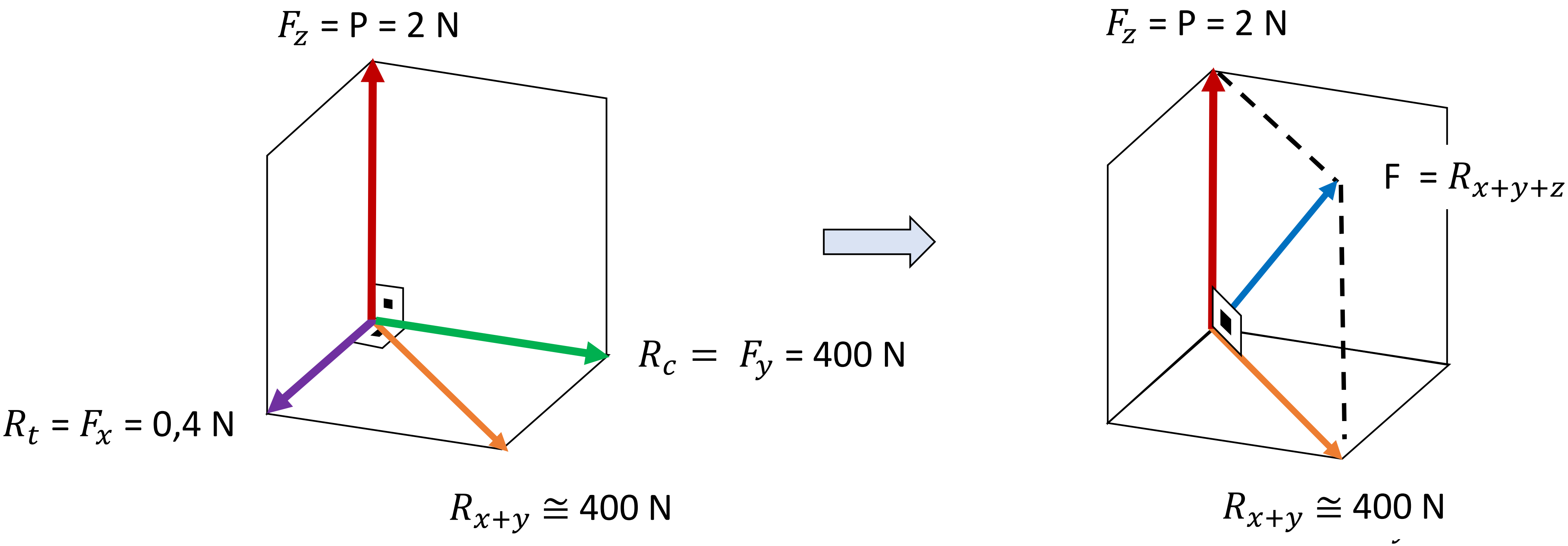
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{10^2}{0{,}05} = 2000\ \frac{m}{s^2}$$

$$R_c = m \cdot a_c$$

$$R_c = 0{,}2 \cdot 2000$$

$$R_c = 400\ N$$

c) a intensidade F da força entre cada esfera e a haste, em t = 5 s;



$$R^2_{x+y} = F^2_x + F^2_y$$

$$R^2_{x+y} = 0{,}4^2 + 400^2 = 0{,}16 + 160000$$

$$R_{x+y} \cong 400 \text{ N}$$

$$R^2_{x+y+z} = F^2_{x+y} + F^2_z$$

$$R^2_{x+y+z} = 400^2 + 2^2 = 160000 + 4$$

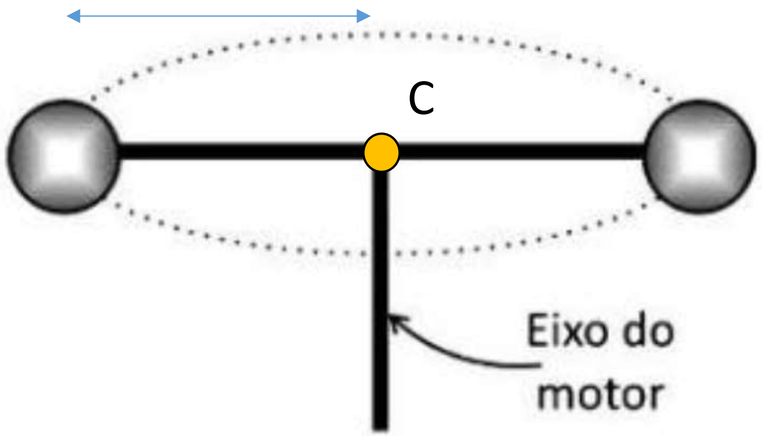
$$R_{x+y+z} \cong 400 \text{ N} \quad \boxed{\rightarrow F \cong 400 \text{ N}}$$

1. (Fuvest-SP) Duas pequenas esferas, **cada uma com massa de 0,2 kg**, estão presas nas extremidades de **uma haste rígida, de 10 cm de comprimento**, cujo ponto médio está fixo no eixo de um **motor que fornece 4 W** de potência mecânica. A figura abaixo ilustra o sistema.

d) a aceleração angular média de cada esfera, entre t = 0 e t = 5 s;

r = 5 cm = 0,05 m

$\frac{E}{2}$



$\frac{E}{2}$

Revisão / Rascunho:

SI

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \frac{m}{s^2}$$

SI

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad \frac{rad}{s^2}$$

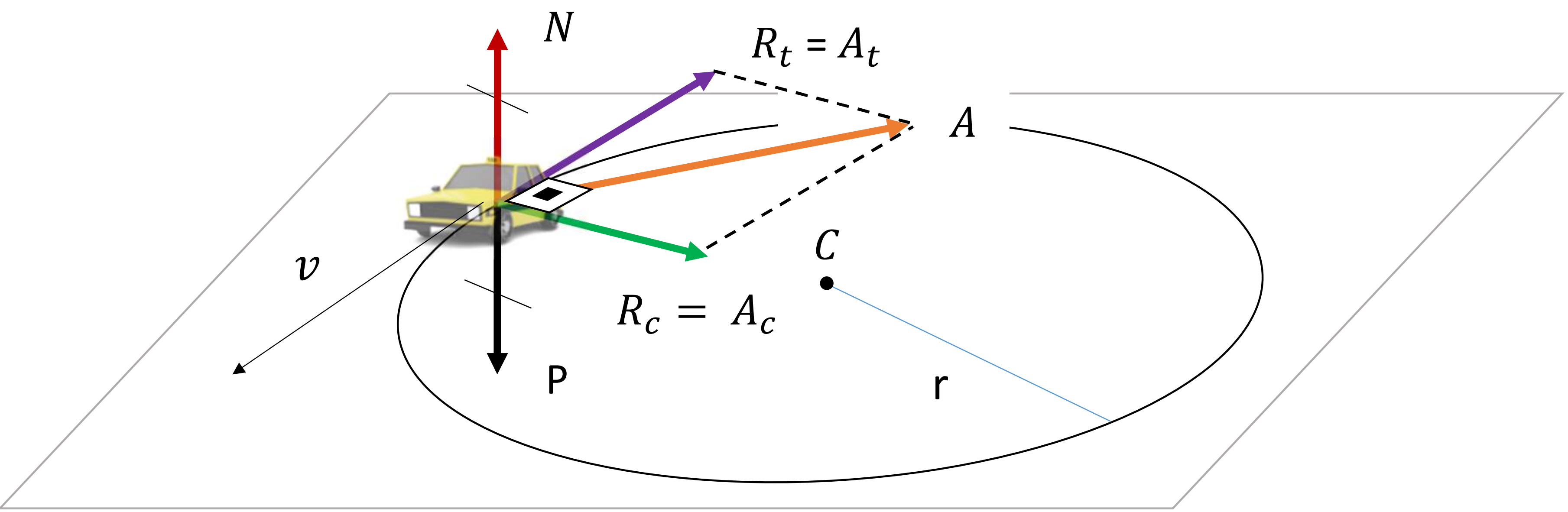
Resposta

$$\boxed{\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{200 - 0}{5 - 0} = 40 \frac{rad}{s^2}}$$

t = 0s $\rightarrow$ ω = 0 (começa em repouso)

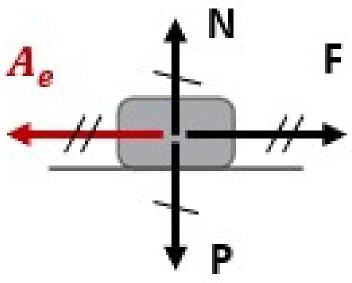
t = 5s $\rightarrow$ $\omega = 200 \frac{rad}{s}$ (item b)

2. Um carro de **800 kg** está executando **movimento circular e uniforme sobre plano horizontal** desenvolvendo **velocidade de 72 km/h (20 m/s)**. O coeficiente de atrito estático entre os pneus do carro e a pista é **0,9** e o cinético, 0,8. O campo gravitacional tem intensidade de 10 N/kg e o **raio da curva é 50 m**. Em um dado instante o motorista **pisa nos freios**, fazendo com que a **aceleração escalar instantânea do carro, nesse momento, seja de 6 m/s²**. Avalie se o carro executa a curva com segurança, isto é, sem escorregar.



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

Atrito estático → tendência de escorregamento
(sem escorregar)



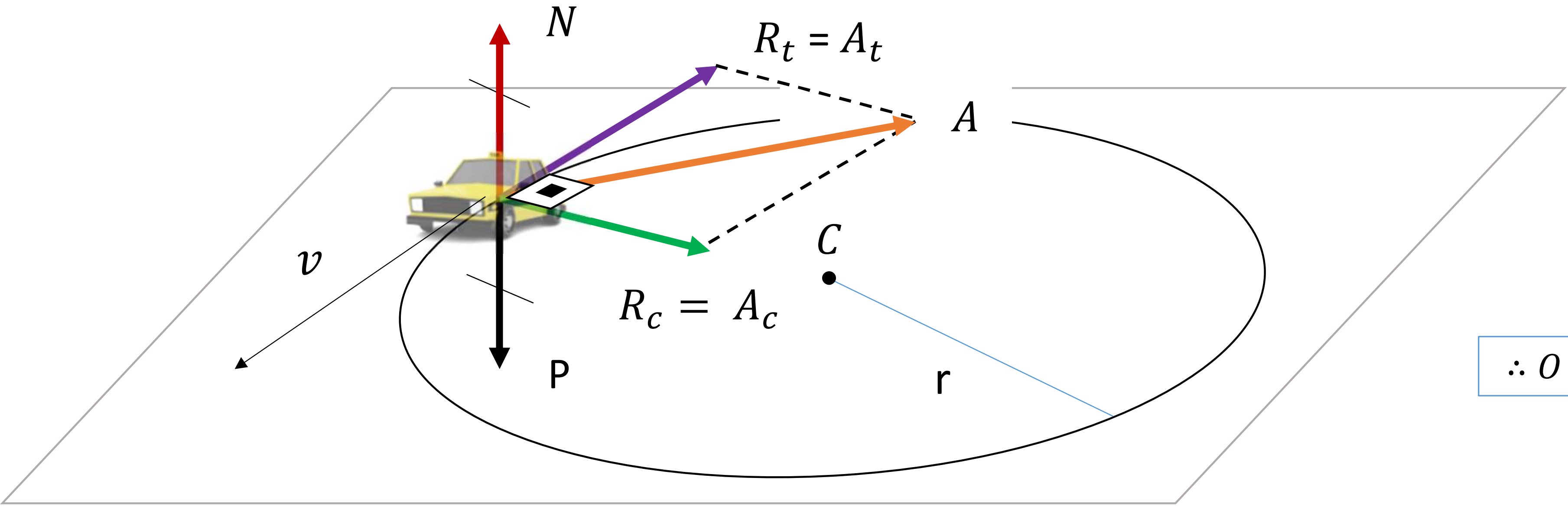
A_e = F

$$A_e^{máx} = \mu_e \, . \, N$$

μ_e: coeficiente de atrito estático

Condição para não escorregar: $A_e \leq A_e^{máx}$

2. Um carro de **800 kg** está executando **movimento circular e uniforme sobre plano horizontal** desenvolvendo **velocidade de 72 km/h (20 m/s)**. O coeficiente de atrito estático entre os pneus do carro e a pista é **0,9** e o cinético, 0,8. O campo gravitacional tem intensidade de 10 N/kg e o **raio da curva é 50 m**. Em um dado instante o motorista **pisa nos freios,** fazendo com que a **aceleração escalar instantânea (|a| = a_t) do carro, nesse momento, seja de 6 m/s²**. Avalie se o carro executa a curva com segurança, isto é, sem escorregar.



Condição para não escorregar:

$$A_e \leq A_e^{máx}$$

$$8000 > 7200$$

$\boxed{\therefore \textit{ O carro vai escorregar}}$

$A_e^{máx} = \mu_e \cdot N$

$A_e^{máx} = 0{,}9 \cdot 8000$

$A_e^{máx} = 7200 \text{ N}$

$R_t = m \cdot a_t$

$A_t = 800 \cdot 6$

$A_t = 4800 \text{ N}$

$a_c = \dfrac{v^2}{r}$

$a_c = \dfrac{20^2}{50} = 8 \dfrac{m}{s^2}$

$R_c = m \cdot a_c$

$A_c = 800 \cdot 8$

$A_c = 6400 \text{ N}$

$A^2 = A_t^2 + A_c^2$

$A^2 = 4800^2 + 6400^2$

$A = 8000 \text{ N}$