

Revisão de inverno

- SL 02 – Exercícios da apostila
- SL 21 – Extras do Caio
- SL 31 – Desafios do Caio
- SL 52 – Teoria

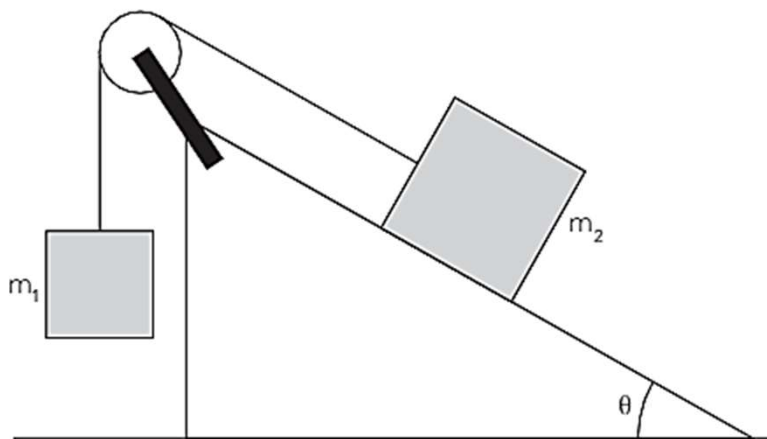
Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**



Professor Caio – Física / Setor A

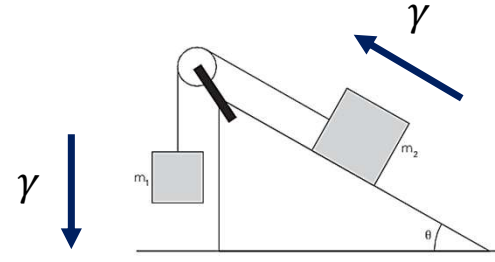
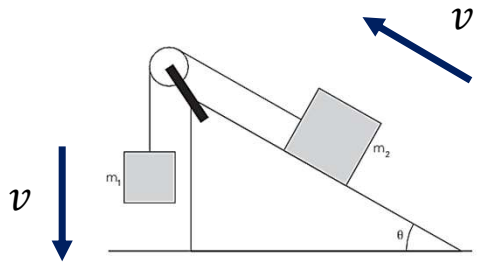
Dinâmica

1. (Udesc) Os blocos de massa m_1 e m_2 estão conectados por um fio ideal, que passa por uma polia ideal, como mostra a figura. Os blocos, que possuem a mesma massa de 4,0 kg, são liberados do repouso com m_1 a meio metro da linha horizontal. O plano possui inclinação de 30° com a horizontal. Todas as forças de atrito são desprezáveis.



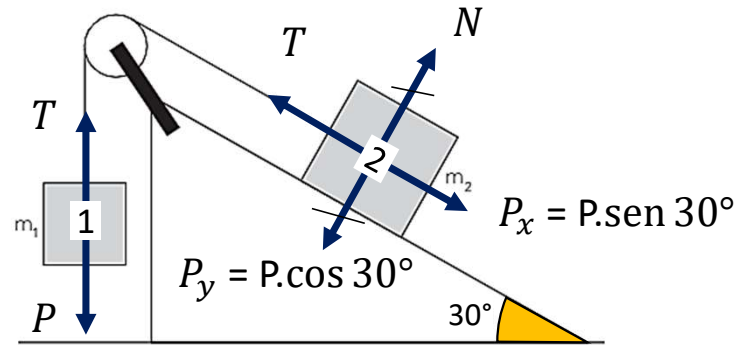
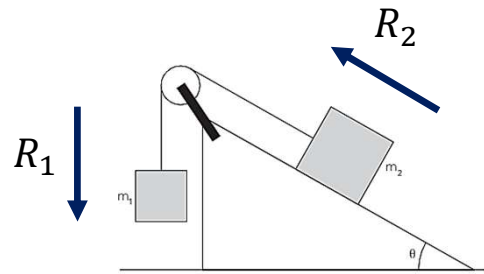
Assinale a alternativa que corresponde ao valor aproximado do tempo para m_1 atingir a linha horizontal.

- a) 0,32 s
- b) 0,16 s
- c) 0,63 s
- d) 0,95 s
- e) 0,47 s



$$- m_1 = m_2 = m = 4 \text{ kg}$$

$$- g = 10 \text{ m/s}^2$$



$$\gamma = a_t = |a| \quad \vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

Figura 2ª Lei

$$R_1 = P - T = m \cdot |a|$$

$$+ R_2 = T - P \cdot \sin 30^\circ = m \cdot |a|$$

$$P - P \cdot \sin 30^\circ = 2m \cdot |a|$$

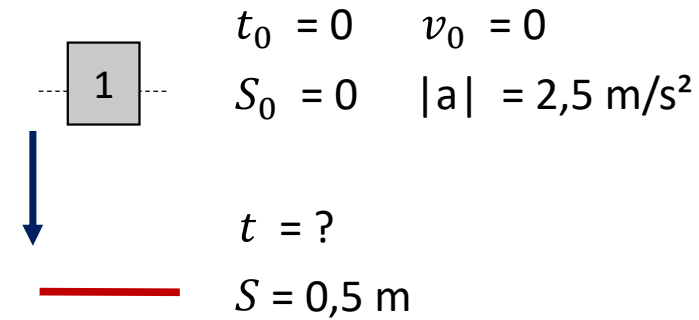
$$m \cdot g - m \cdot g \cdot 0,5 = 2m \cdot |a|$$

$$1 \cdot m \cdot g - 0,5 \cdot m \cdot g = 2m \cdot |a|$$

$$0,5 \cdot m \cdot g = 2m \cdot |a|$$

$$|a| = 0,25 g \rightarrow |a| = 2,5 \text{ m/s}^2$$

“são liberados do repouso com m_1 a meio metro da linha horizontal ... o valor aproximado do tempo para m_1 atingir a linha horizontal?”



$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$0,5 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot t^2$$

$$t^2 = \frac{0,5 \cdot 2}{2,5} = \frac{1}{2,5} = 0,4$$

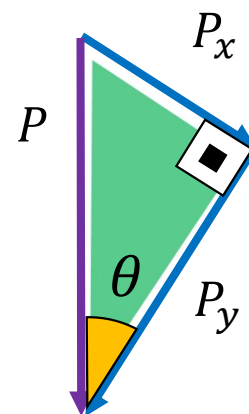
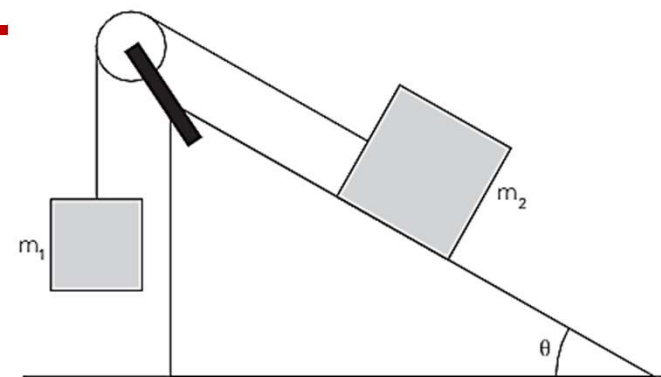
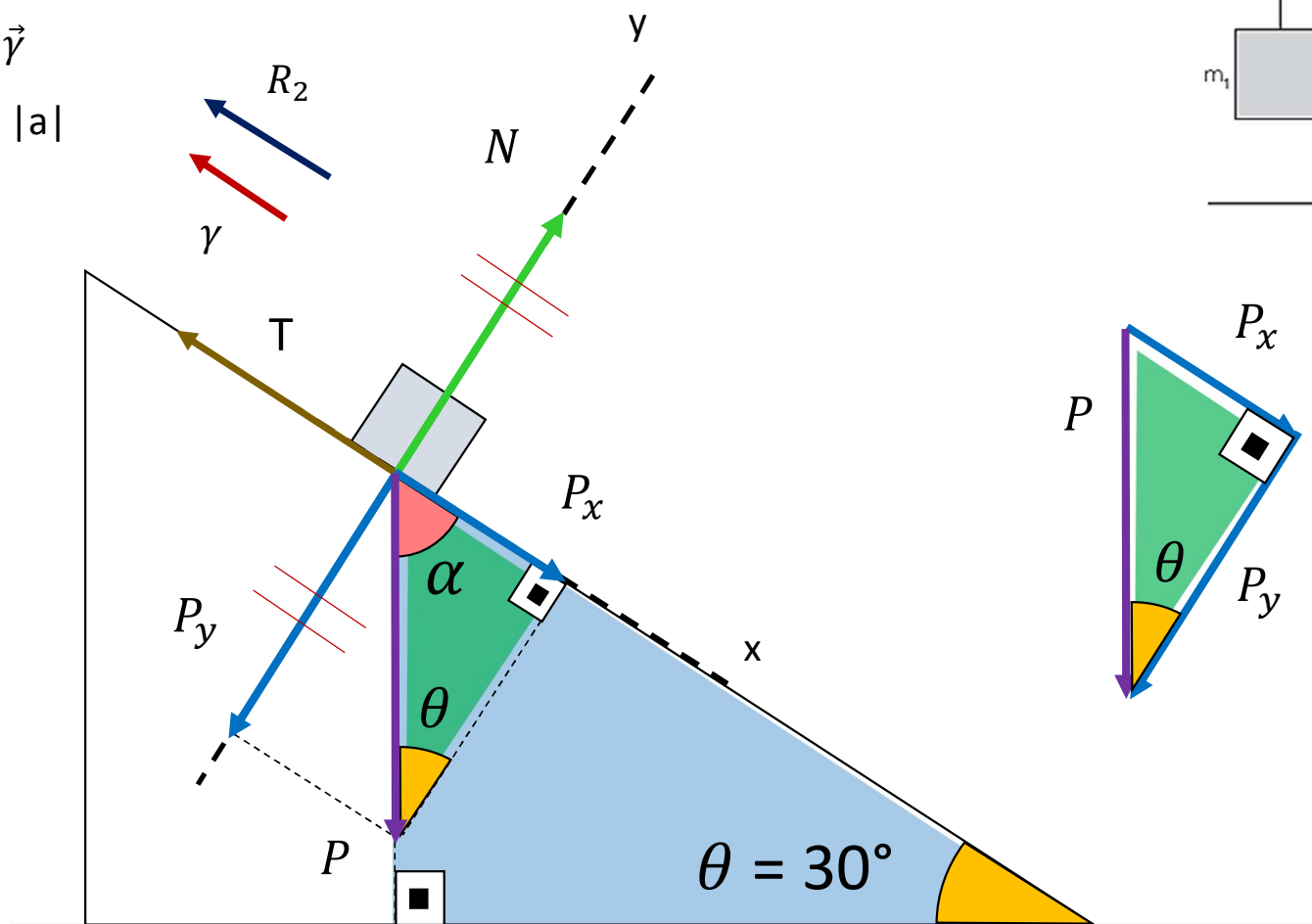
$$t \cong 0,63 \text{ s}$$

$$\text{alt c) } 0,63 \text{ s}$$

Corpo 2

$$\vec{R}_2 = m \cdot \vec{\gamma}$$

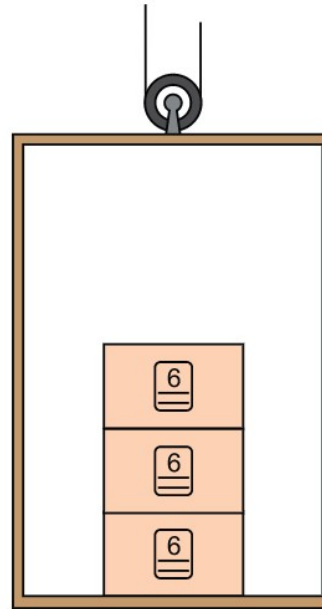
$$\gamma = a_t = |a|$$



$$\sin \theta = \frac{P_x}{P} \rightarrow P_x = P \cdot \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{P_y}{P} \rightarrow P_y = P \cdot \cos \theta$$

8. (Unesp-SP) Algumas embalagens trazem, impressas em sua superfície externa, informações sobre a quantidade máxima de caixas iguais a ela que podem ser empilhadas, sem que haja risco de danificar a embalagem ou os produtos contidos na primeira caixa da pilha, de baixo para cima. Considere a situação em que três caixas iguais estejam empilhadas dentro de um elevador e que, em cada uma delas, esteja impressa uma imagem que indica que, no máximo, seis caixas iguais a ela podem ser empilhadas.

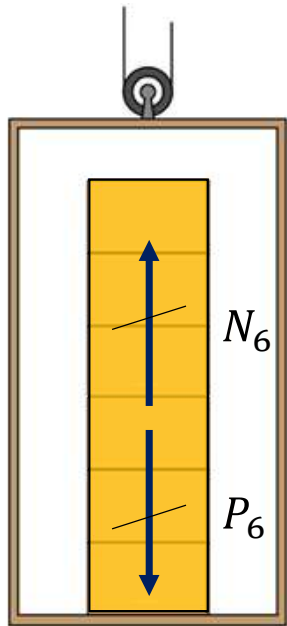


Suponha que esse elevador esteja parado no andar térreo de um edifício e que passe a descrever um movimento uniformemente acelerado para cima. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que a maior aceleração vertical que esse elevador pode experimentar, de modo que a caixa em contato com o piso receba deste, no máximo, a mesma força que receberia se o elevador estivesse parado e, na pilha, houvesse seis caixas, é igual a

- a) 4 m/s^2 b) 8 m/s^2 c) 10 m/s^2 d) 6 m/s^2 e) 2 m/s^2

“Suponha que esse elevador esteja parado no andar térreo de um edifício e que passe a descrever um movimento uniformemente acelerado para cima. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que a maior aceleração vertical que esse elevador pode experimentar, de modo que a caixa em contato com o piso receba deste, no máximo, a mesma força que receberia se o elevador estivesse parado e, na pilha, houvesse seis caixas, é igual a”

Situação I (elevador em repouso)

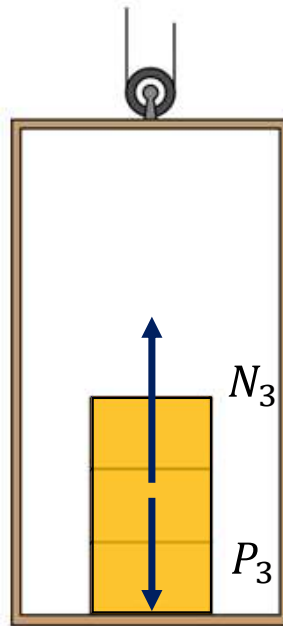


$$N_6 = P_6$$

$$N_6 = M_6 \cdot g$$

$$N_6 = 6m \cdot g$$

Situação II (elevador subindo acelerado)

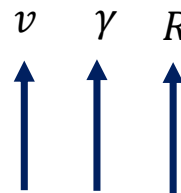


$$N_3 > P_3$$

$$N_3 = N_6 = 6m \cdot g$$

$$\gamma = a_t = |a|$$

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



Figura

2ª Lei

$$R_{II} = N_3 - P_3 = M_3 \cdot |a|$$

$$6mg - 3mg = 3m \cdot |a|$$

$$\cancel{3mg} = \cancel{3m} \cdot |a|$$

$$|a| = g$$

$$\text{alt c) } 10 \text{ m/s}^2$$

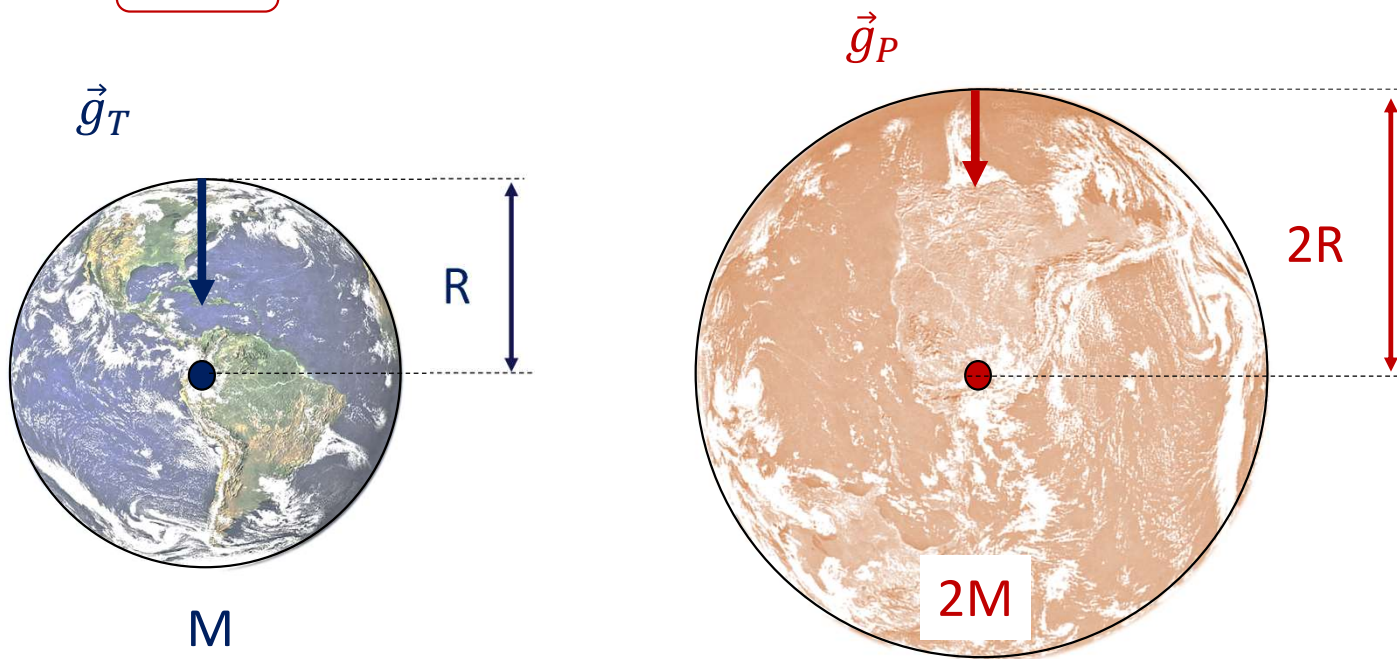
Gravitação

1. (PUCC-SP) Considere um planeta que tenha raio e massa duas vezes maiores que os da Terra. Sendo a aceleração da gravidade na superfície da Terra igual a 10 m/s^2 , na superfície daquele planeta ela vale, em metros por segundo ao quadrado:

- a) 2,5
- b) 5,0
- c) 10
- d) 15
- e) 20

1. (PUCC-SP) Considere um planeta que tenha raio e massa duas vezes maiores que os da Terra. Sendo a aceleração da gravidade na superfície da Terra igual a 10 m/s^2 , na superfície daquele planeta ela vale, em metros por segundo ao quadrado:

- a) 2,5 **b) 5,0** c) 10 d) 15 e) 20



$$g_T = \frac{GM}{R^2} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g_P = \frac{G(2M)}{(2R)^2} = \frac{2GM}{4R^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{GM}{R^2} \rightarrow g_P = \frac{1}{2} \cdot 10 \rightarrow g_P = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4. (Famerp-SP) Um satélite geoestacionário é aquele que se encontra parado em relação a um ponto sobre a superfície da Terra. Se a Terra fosse perfeitamente esférica, com distribuição homogênea de massa, esses pontos só poderiam estar no plano que contém a Linha do Equador terrestre. Na realidade, os satélites geoestacionários encontram-se sobre pontos ligeiramente fora desse plano. Para colocar um satélite estacionário em órbita ao redor de outro astro, como a Lua ou Marte, considerando-os perfeitamente esféricos e com distribuição homogênea de massa, o raio da órbita do satélite dependerá apenas

- a) do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- b) da massa e do raio do astro e da massa do satélite.
- c) do raio e do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- d) da massa e do período de rotação do astro.
- e) da massa e do raio do astro.

o raio da órbita do satélite (geoestacionário) dependerá apenas

- a) do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- b) da massa e do raio do astro e da massa do satélite.
- c) do raio e do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- ➡ d) da massa e do período de rotação do astro.
- e) da massa e do raio do astro.

$$\bullet T_{satélite} = T_{astro}$$

$$R_c = F_g$$

~~$m \cdot a_c = m \cdot g$~~

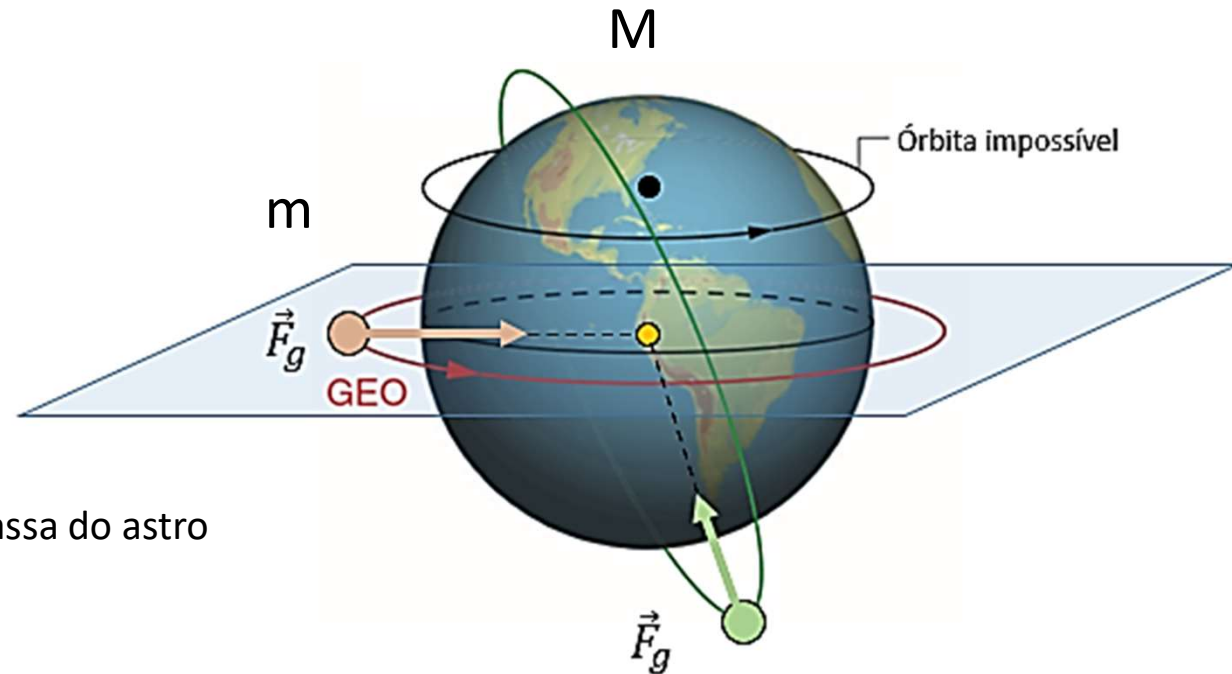
$$a_c = g$$
$$\omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$
$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

Período do
Astro

$$r^3 = G \cdot \frac{T^2 M}{4\pi^2}$$

Massa do astro



5. (Udesc) Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio.

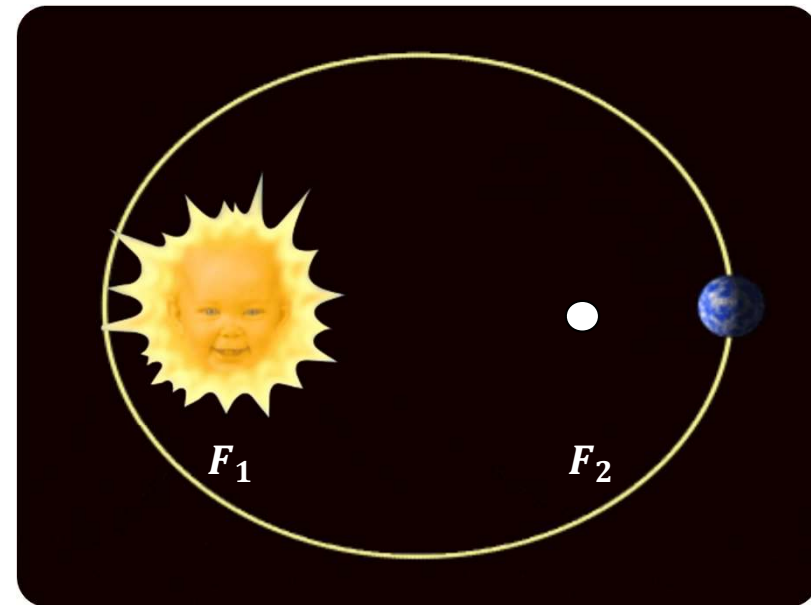
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras

- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita. **(F)**
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos. **(V)**
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio.

Primeira lei de Kepler ou lei das órbitas

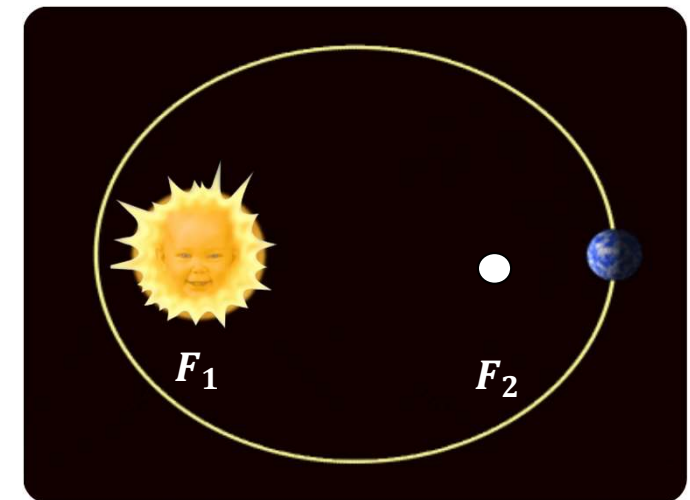
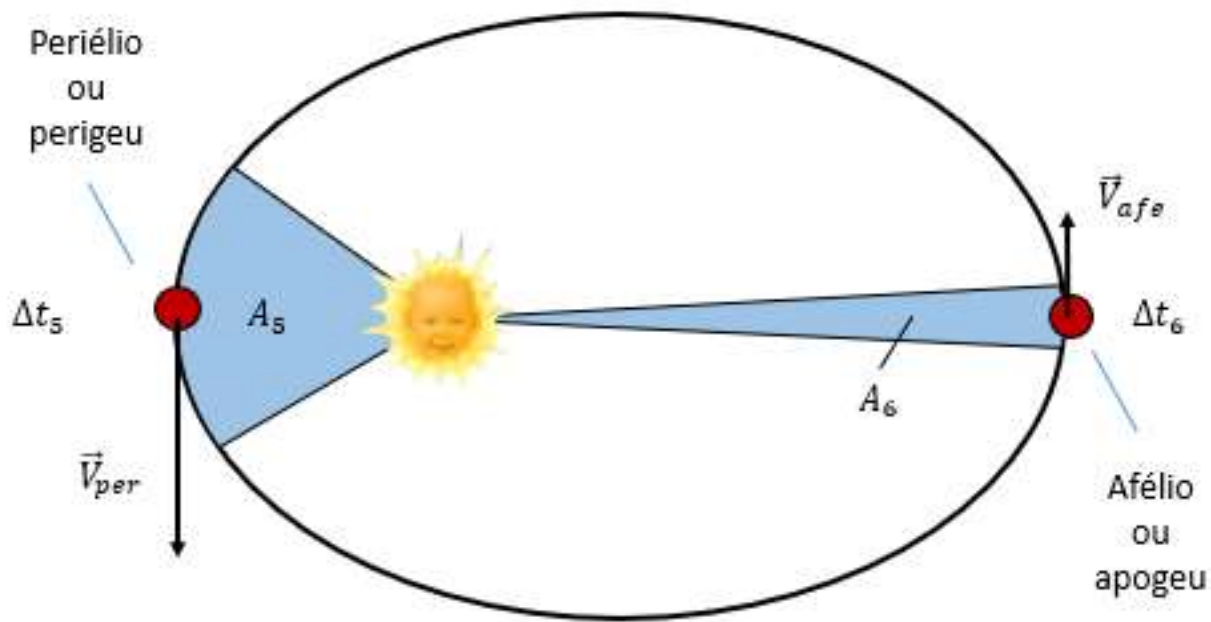
Os planetas estão em órbita elíptica e o Sol ocupa um dos focos.



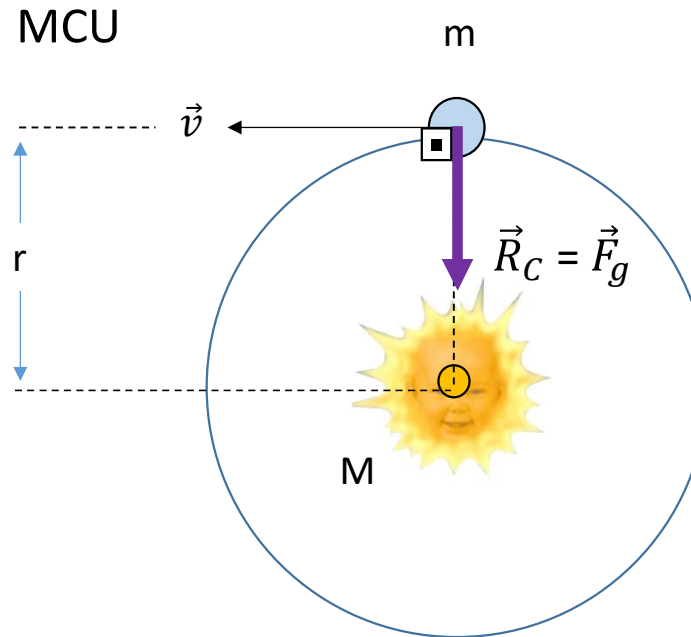
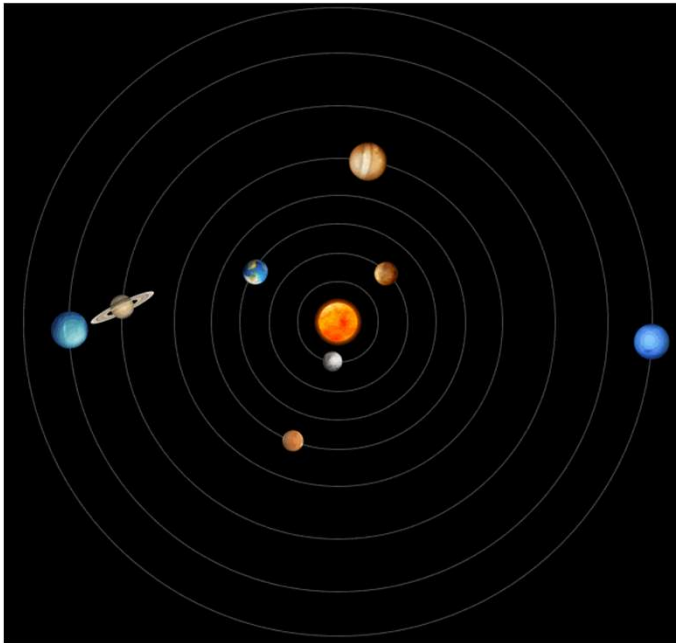
- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio. (V)
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita. (F)
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos. (V)
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio. (F)

Segunda lei de Kepler ou lei das áreas

O segmento que une o planeta ao Sol varre, ao longo de sua trajetória, áreas iguais em intervalos de tempo iguais.



- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio. **(V)**
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita. **(F)**
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita. **(V)**
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos. **(V)**
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio. **(F)**



$$R_c = F_g$$

~~$$m \cdot a_c = m \cdot g$$~~

$$a_c = g$$

$$\omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{G \cdot M} \cdot \uparrow r^3 = T^2 \uparrow$$

5. (Udesc) Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio. (V)
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita. (F)
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita. (V)
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos. (V)
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio. (F)

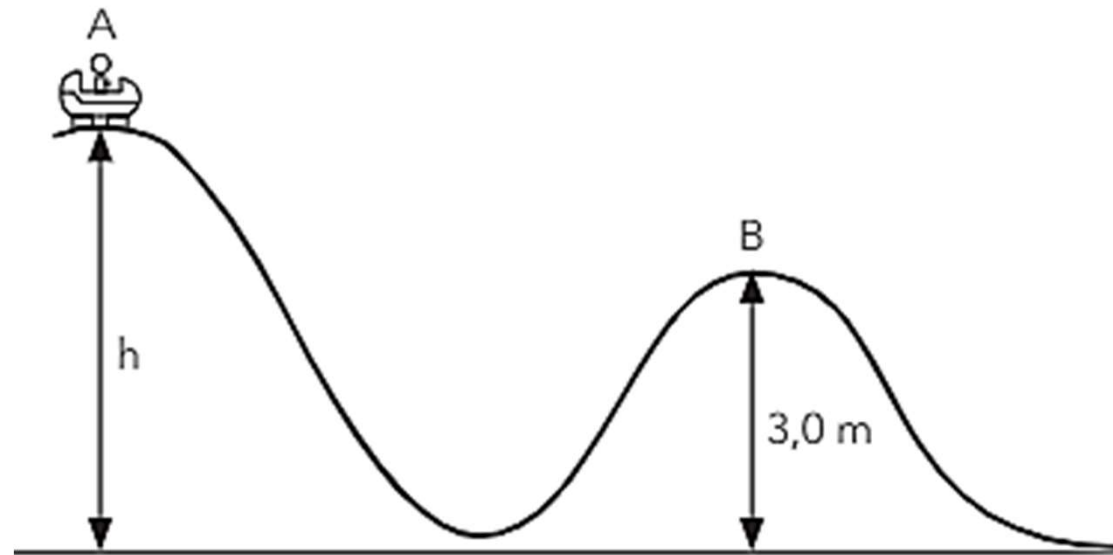
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
-  c) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras

Trabalho e energia

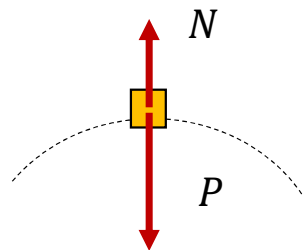
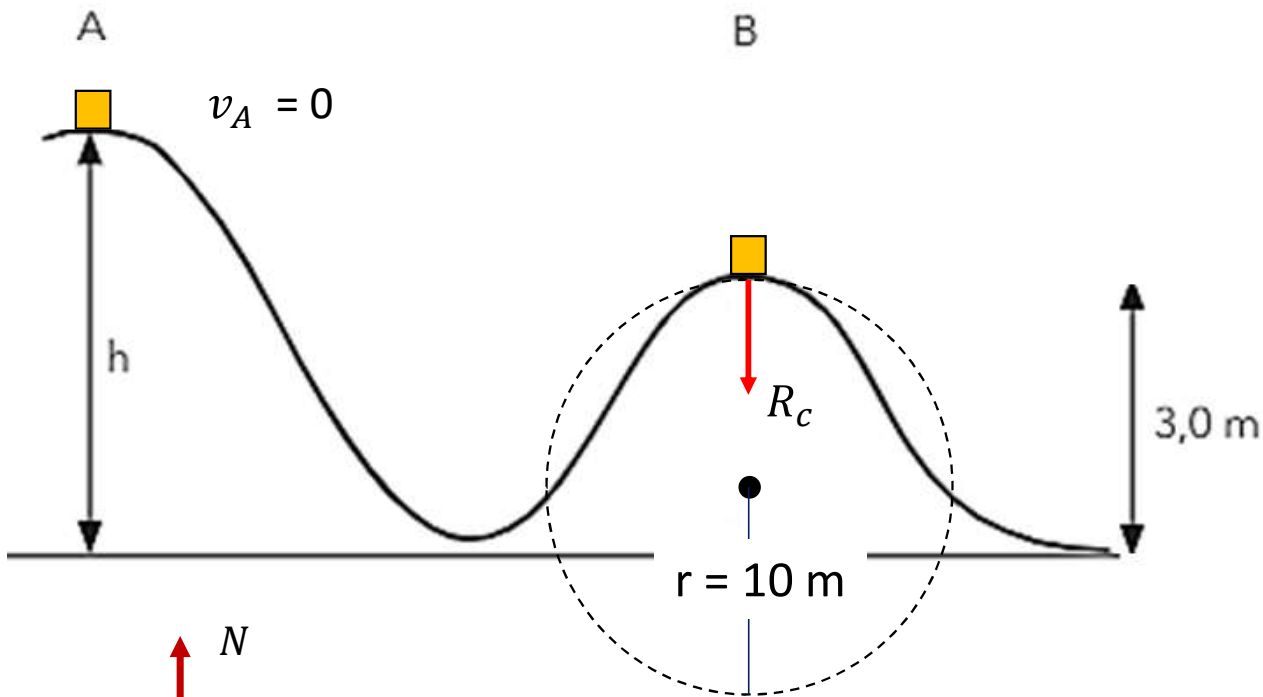
4. (PUCC-SP) Um carrinho de montanha russa parte do repouso do ponto A e percorre a pista sem atrito, esquematizada a seguir.

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$



A máxima altura h do ponto A, em metros, para que o carrinho passe por B, cujo raio de curvatura é 10 m , sem perder o contato com a pista, é

- a) 5,0. b) 8,0. c) 10. d) 12. e) 15.



$$R_c = m \cdot a_c$$

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

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

Na iminência de perder contato com a pista: $N \rightarrow 0$

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

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

Sistema conservativo

$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

$$E_{c(B)} + E_{p g(B)} = E_{p g(A)}$$

$$\cancel{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2} + \cancel{mgh_B} = \cancel{mgh_A}$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 + gh_B = gh_A$$

$$\cancel{\frac{1}{2} \cdot r \cdot g} + \cancel{gh_B} = \cancel{gh_A}$$

$$\frac{1}{2} \cdot r + h_B = h_A$$

$$\frac{1}{2} \cdot 10 + 3 = h$$

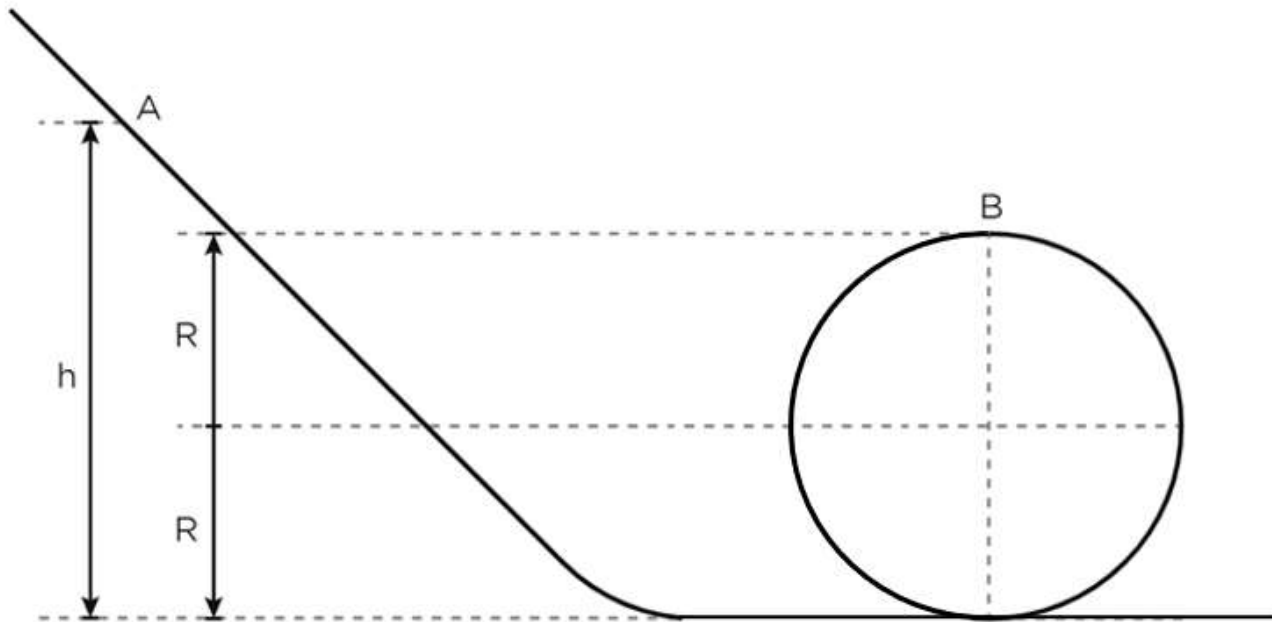
$$h = 8 \text{ m}$$

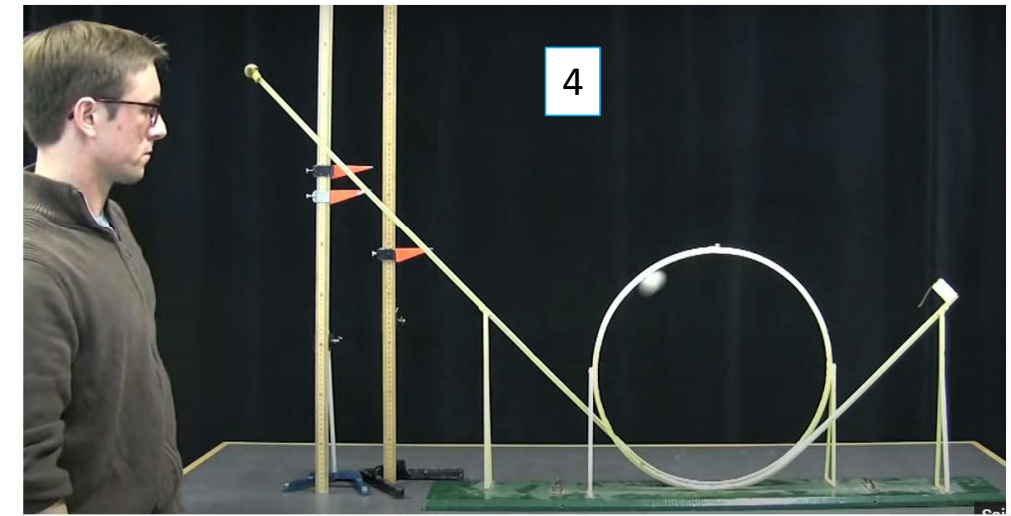
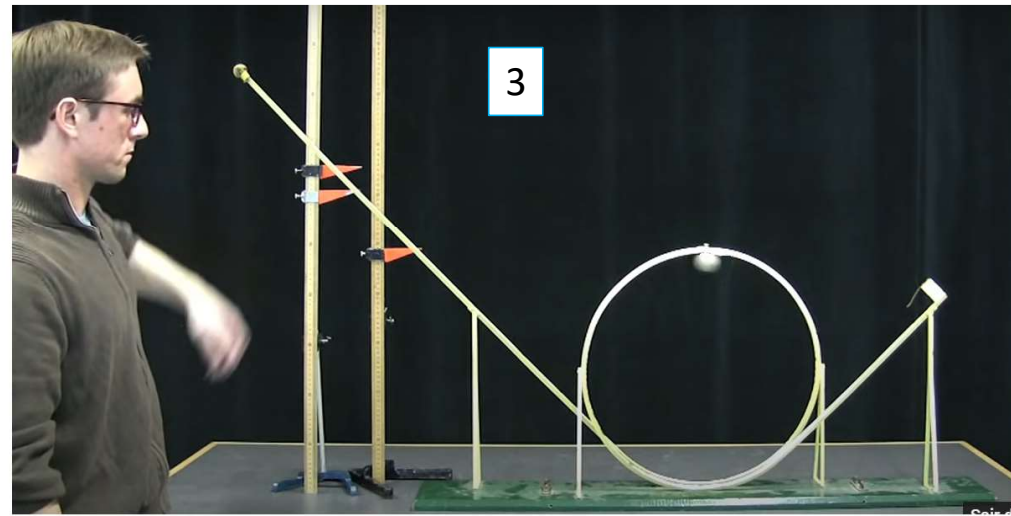
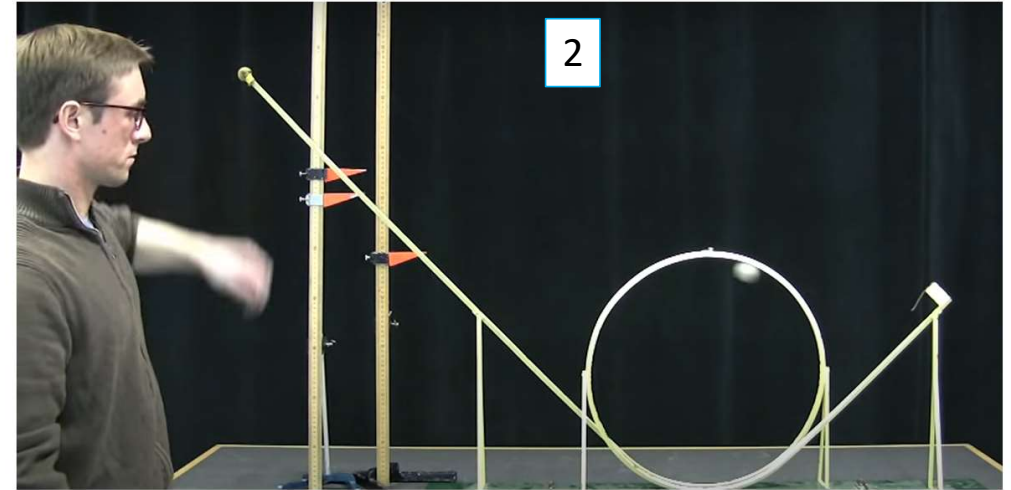
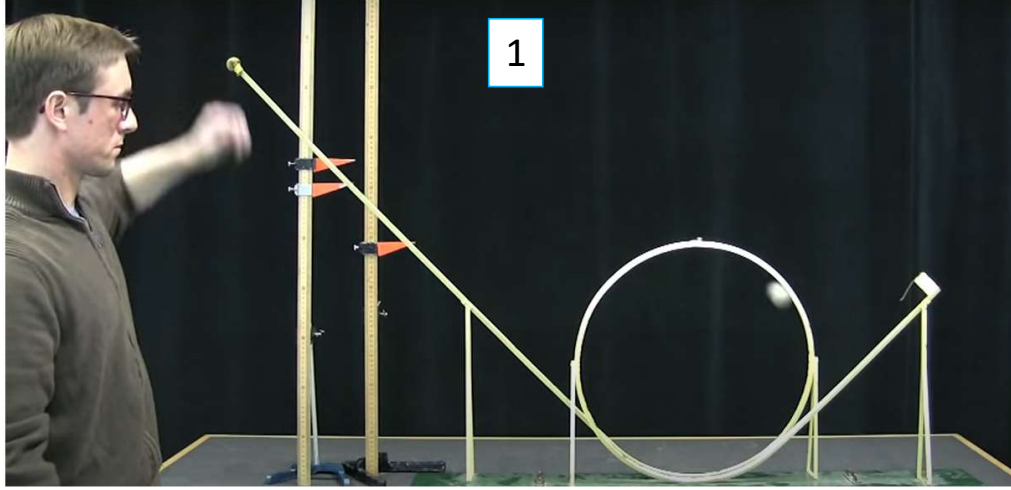
$$\text{Alt b) } 8,0$$

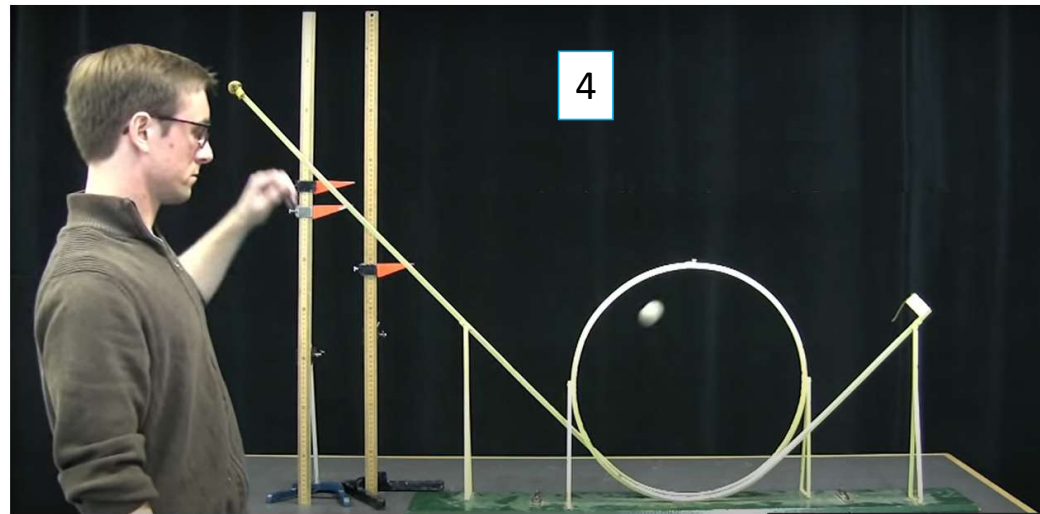
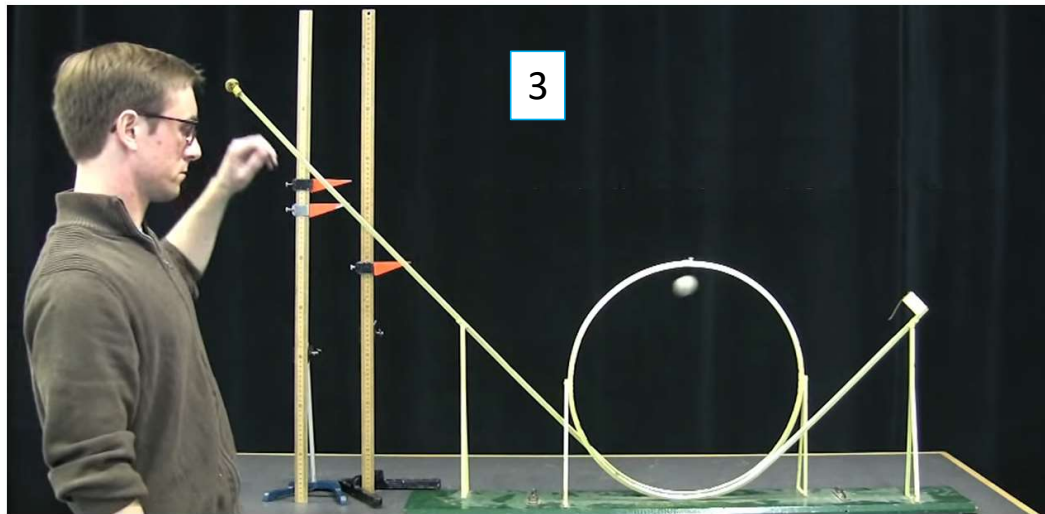
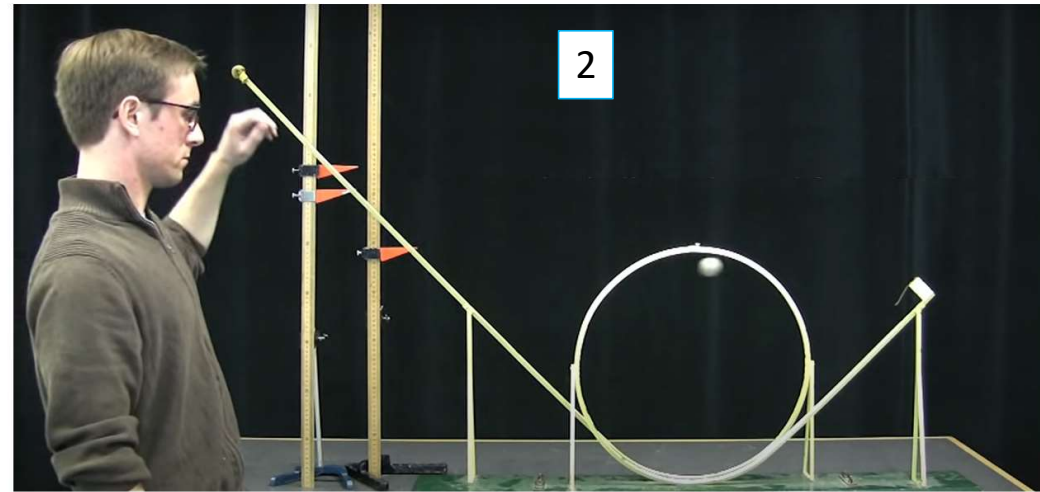
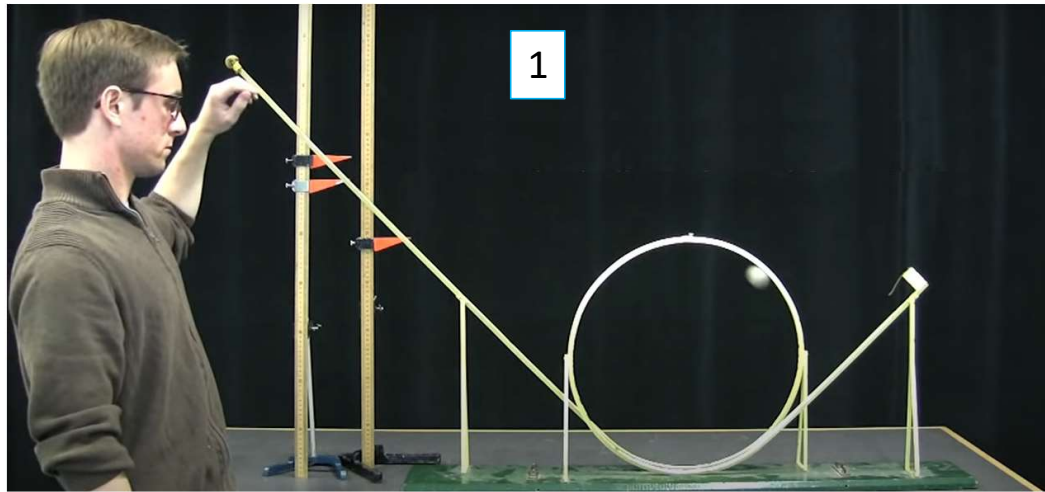
Extras do Caio

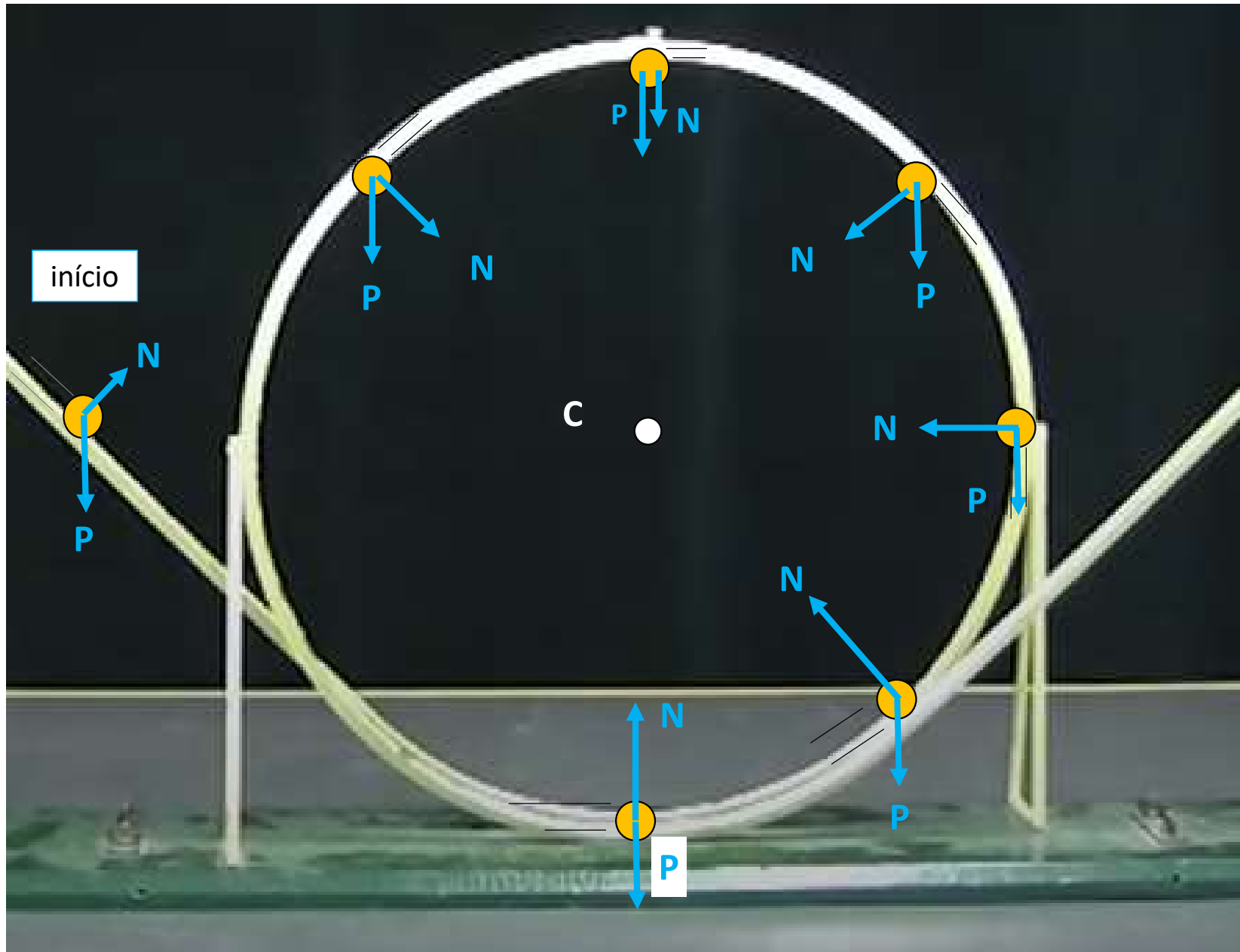
1. O professor Bruno Fazio abandona um carrinho ($v = 0$) em um ponto A de uma pista com forma de looping como indicado na imagem a seguir. Os atritos e a resistência do ar são admitidos desprezíveis:

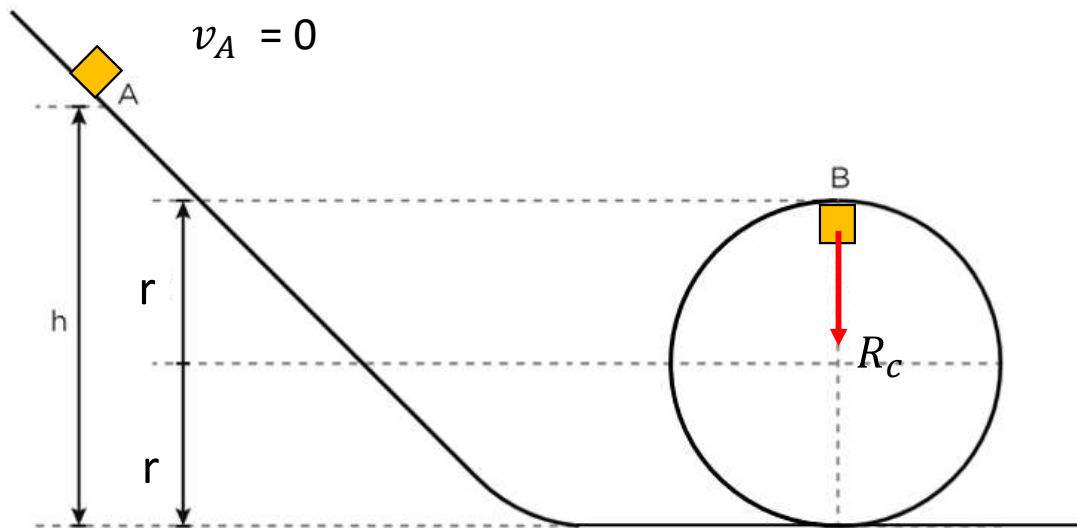
Determine o menor valor de h para que o corpo consiga completar o looping











Sistema conservativo

$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

$$E_{c(B)} + E_{p g(B)} = E_{p g(A)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + mgh_B = mgh_A$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + mg2r = mgh$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 + 2gr = gh$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 = gh - 2gr$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_B^2 = g(h - 2r)$$

$$v_B^2 = 2g(h - 2r)$$

No ponto B (MCU)

$$R_c = m \cdot a_c$$

$$P + N = m \cdot a_c$$

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

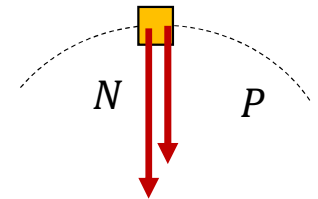
Na iminência de perder contato com a pista no ponto B: $N \rightarrow 0$

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

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

$$v^2 = rg$$

$$\cancel{2g(h - 2r)} = \cancel{rg}$$



$$2h - 4r = r$$

$$2h = r + 4r$$

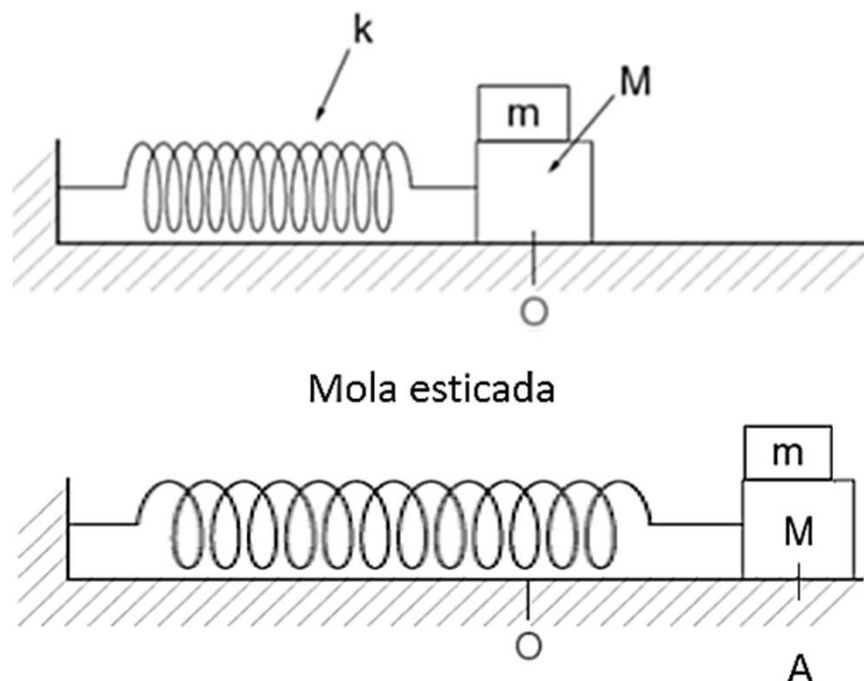
$$2h = 5r$$

$$h = \frac{5}{2}r$$

2. (PUC-PR - Adaptada 2015) Em uma atividade experimental de Física, um dispositivo conhecido como sistema massa-mola foi montado sobre uma superfície sem atrito, conforme ilustra a figura a seguir. Os blocos, M e m , possuem massas respectivamente iguais a 9 kg e 1 kg. O conjunto é deslocado até a posição A, a mola é esticada em 30 cm, e em seguida, abandonado.

Dados:

- Constante elástica $k = 90 \text{ N/m}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Na posição O a mola está relaxada



Para que não ocorra deslizamento entre os blocos no ponto A, o coeficiente de atrito estático entre as superfícies desses blocos dever ser no mínimo de:

- a) 0,11 b) 0,24 c) 0,30 d) 0,27 e) 0,90

2. (PUC-PR - Adaptada 2015) Em uma atividade experimental de Física, um dispositivo conhecido como sistema massa-mola foi montado sobre uma superfície sem atrito, conforme ilustra a figura a seguir. Os blocos, M e m, possuem massas respectivamente iguais a 9 kg e 1 kg. O conjunto é deslocado até a posição A, a mola é esticada em 30 cm, e em seguida, abandonado.

Dados:

- Constante elástica $k = 90 \text{ N/m}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Na posição O a mola está relaxada

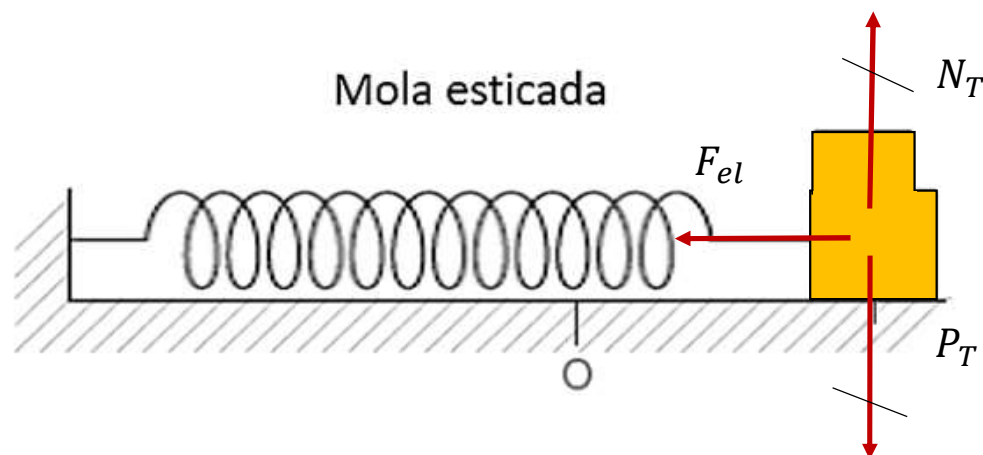
Fig. 2ª Lei

$$R = F_{el} = m_t \cdot |a|$$

$$k \cdot x = m_t \cdot |a|$$

$$90 \cdot 0,3 = 10 \cdot |a|$$

$$27 = 10 \cdot |a| \rightarrow |a| = 2,7 \text{ m/s}^2$$

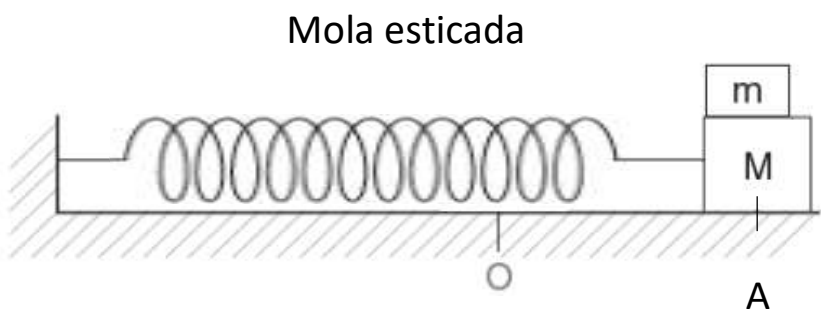


$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$$\gamma = a_t = |a|$$



2. (PUC-PR - Adaptada 2015) Em uma atividade experimental de Física, um dispositivo conhecido como sistema massa-mola foi montado sobre uma superfície sem atrito, conforme ilustra a figura a seguir. Os blocos, M e m, possuem massas respectivamente iguais a 9 kg e 1 kg. O conjunto é deslocado até a posição A, a mola é esticada em 30 cm, e em seguida, abandonado.



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

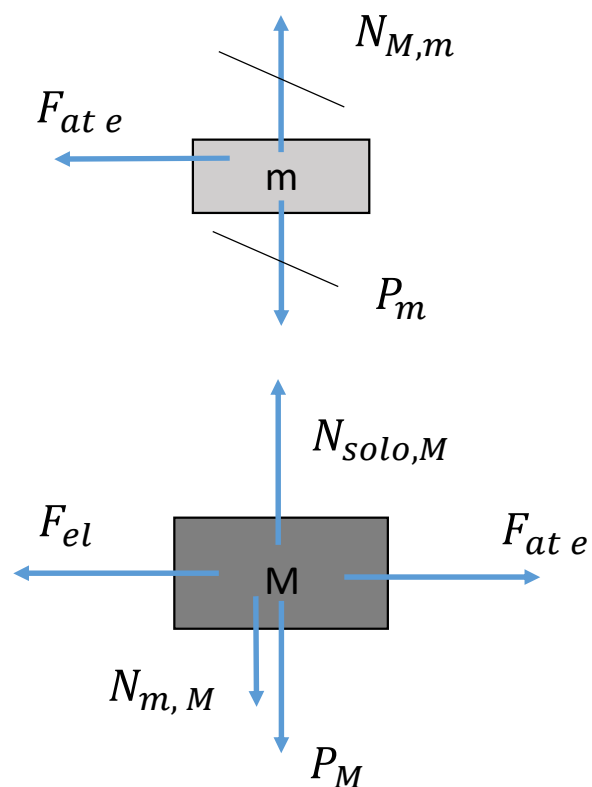
← v

← γ

← $R_M \text{ e } R_m$

Para que não ocorra deslizamento entre os blocos

$$(a_m = a_M = a = 2,7 \text{ m/s}^2)$$



Para o bloco m

$$N_{M,m} = P_m = 10 \text{ N}$$

Fig. 2ª Lei

$$R = F_{at e} = m \cdot |a|$$

$$\mu_e \cdot N = m \cdot |a|$$

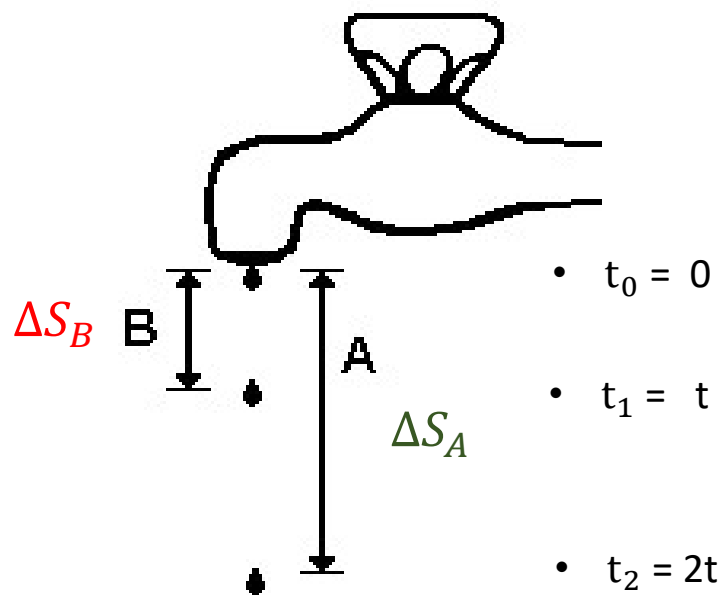
$$\mu_e \cdot 10 = 1 \cdot 2,7$$

$$\mu_e = 0,27$$

$$\text{alt d) } 0,27$$

3. (Fuvest) Uma torneira mal fechada pinga a intervalos de tempo iguais. A figura a seguir mostra a situação no instante em que uma das gotas está se soltando. Supondo que cada pingo abandone a torneira com velocidade nula e desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que a razão $\frac{A}{B}$ entre a distância A e B mostrada na figura (fora de escala) vale:

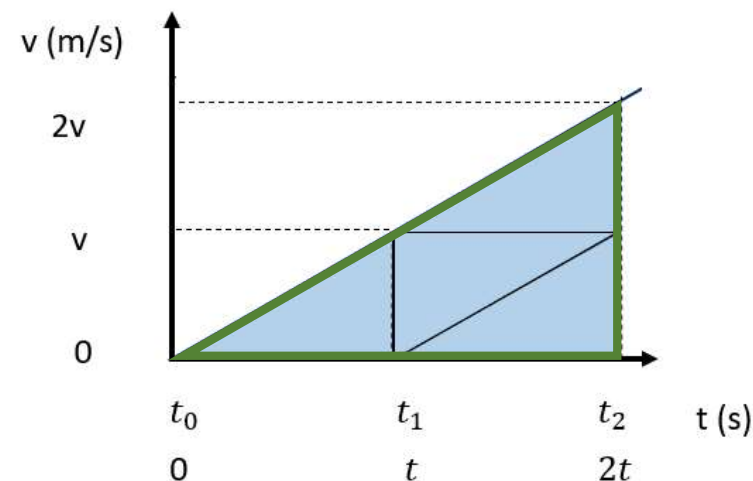
- a) 2.
- b) 3.
- c) 4. 
- d) 5.
- e) 6.



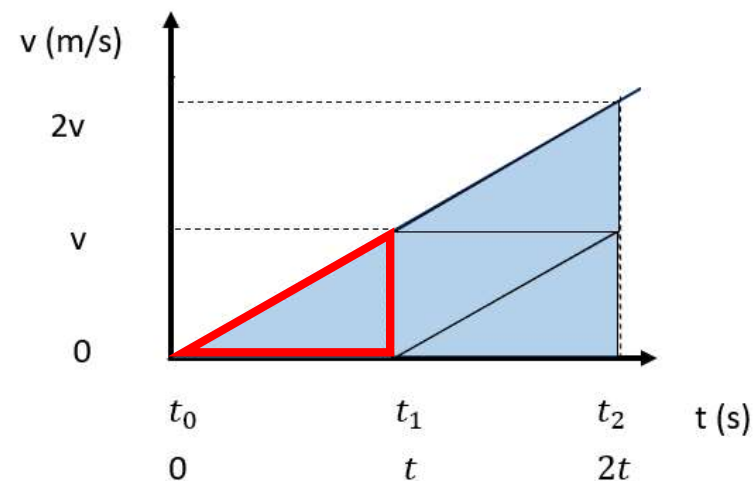
$$v = v_0 + a.t$$

$$v = 10.t$$

ΔS_A



ΔS_B



Desafios do Caio

1. (ITA) Duas partículas de massas m e $2m$, respectivamente, têm cargas de mesmo módulo q , mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância r , são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for $r/2$, desprezando a ação gravitacional terrestre, se k é a constante eletrostática do meio, pode-se afirmar que:

a) Ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{\frac{k}{3mr}}$.

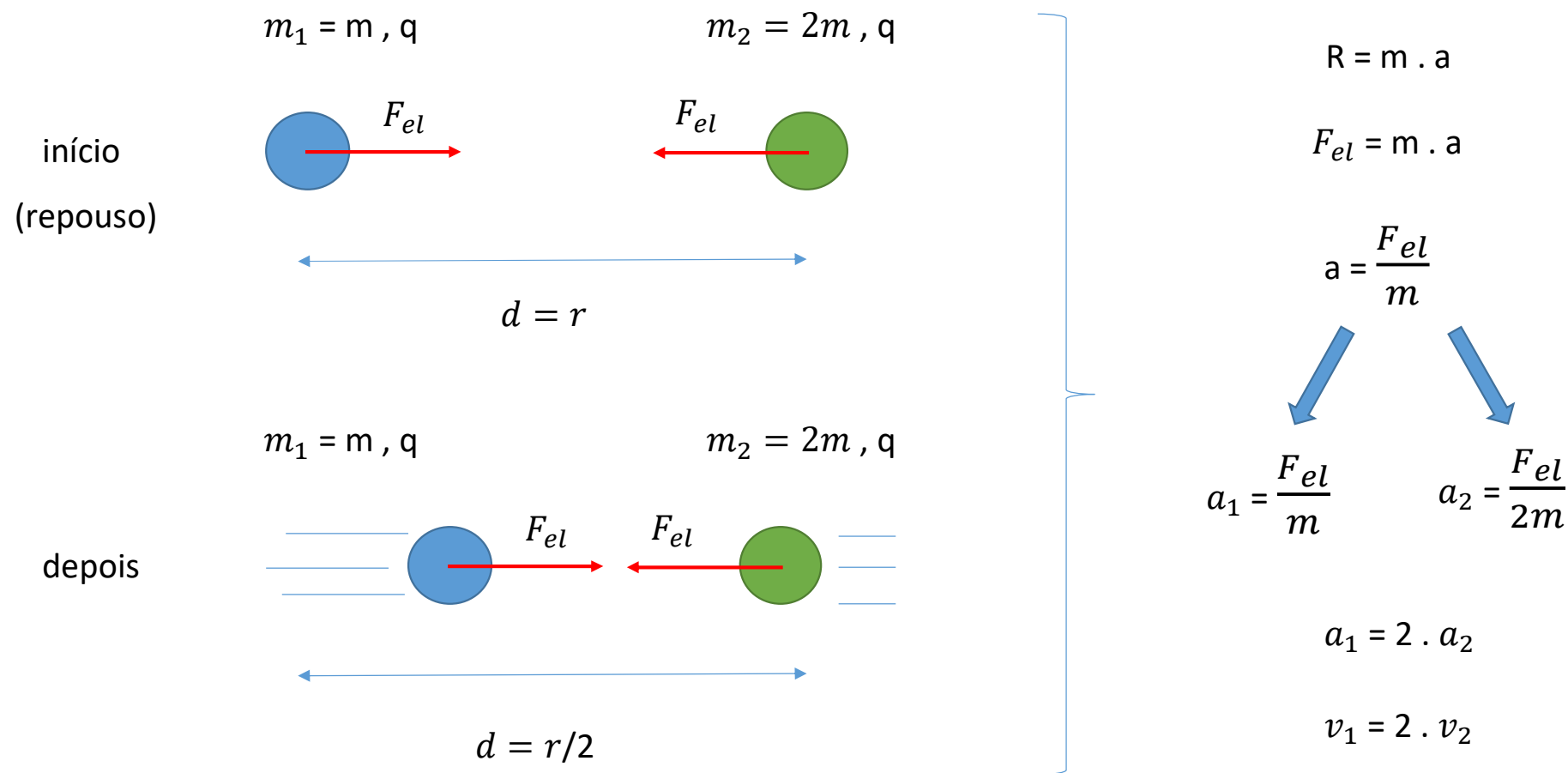
b) Ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{\frac{k}{mr}}$.

c) Ambas terão a mesma velocidade igual a $2q\sqrt{\frac{k}{3mr}}$.

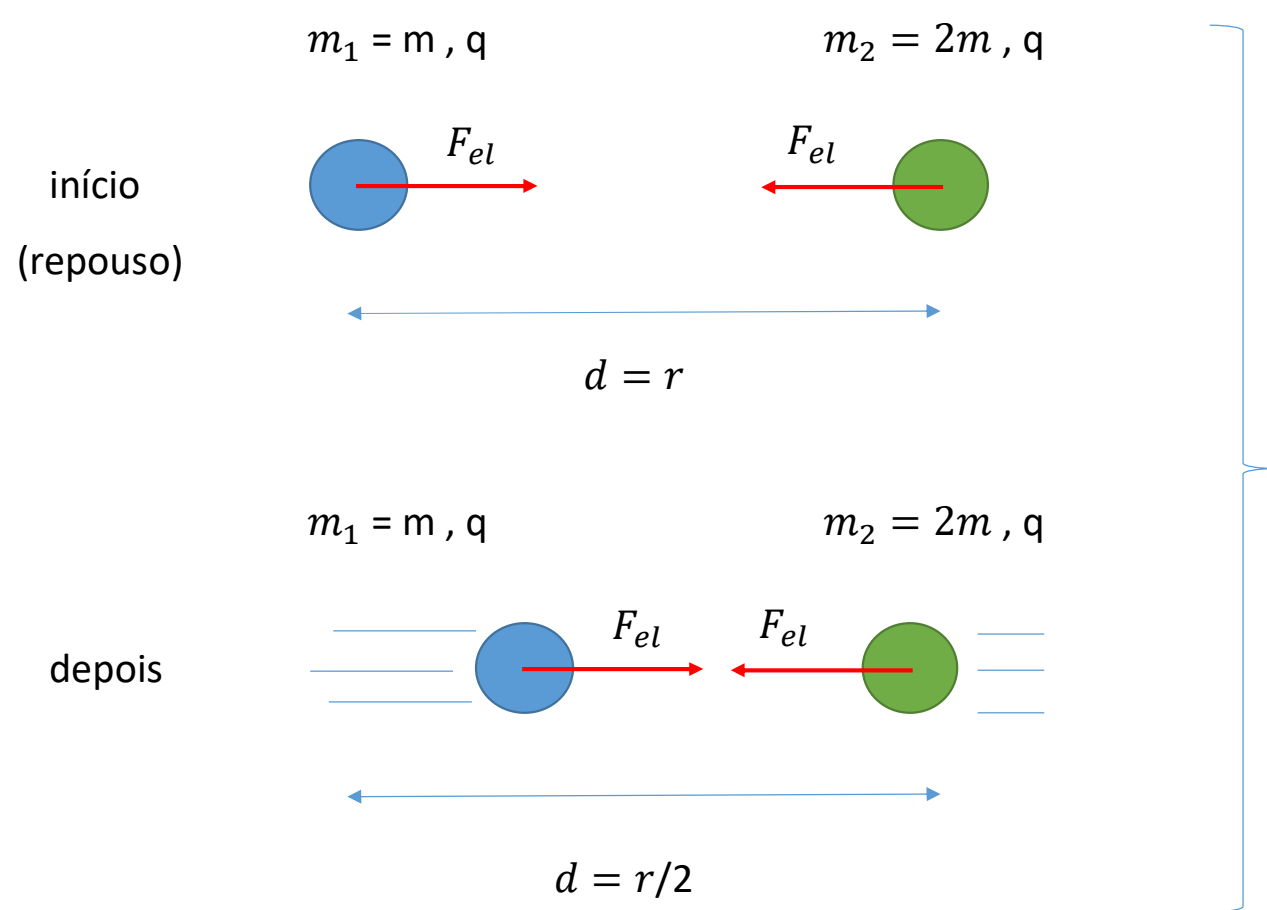
d) Uma terá velocidade $q\sqrt{\frac{k}{mr}}$ e a outra $2q\sqrt{\frac{k}{3mr}}$.

e) Uma terá velocidade $q\sqrt{\frac{k}{3mr}}$ e a outra $2q\sqrt{\frac{k}{3mr}}$.

1. (ITA) Duas partículas de massas m e $2m$, respectivamente, têm cargas de mesmo módulo q , mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância r , são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for $r/2$, desprezando a ação gravitacional terrestre, se k é a constante eletrostática do meio, pode-se afirmar que:



1. (ITA) Duas partículas de massas m e $2m$, respectivamente, têm cargas de mesmo módulo q , mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância r , são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for $r/2$, desprezando a ação gravitacional terrestre, se k é a constante eletrostática do meio, pode-se afirmar que:



$$v_1 = 2 \cdot v_2$$

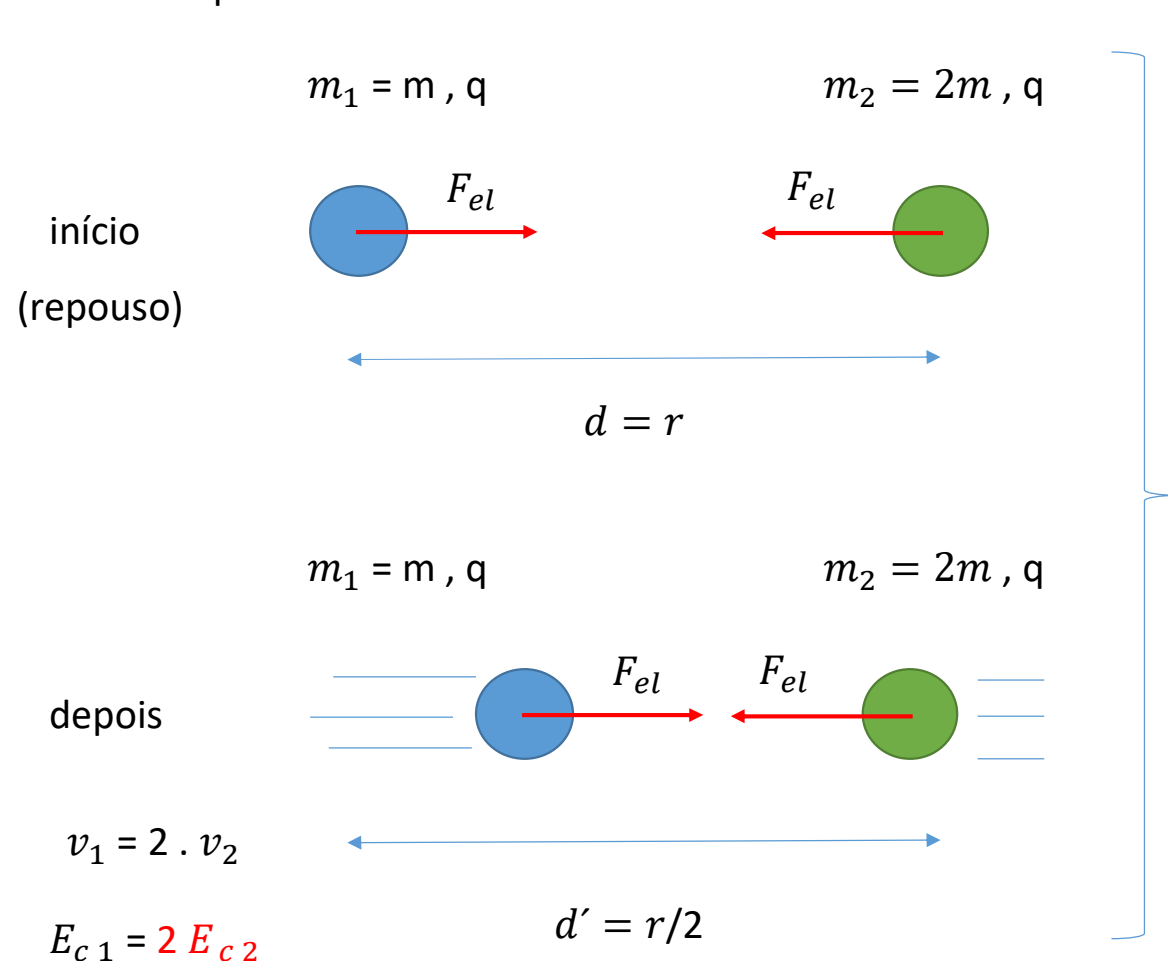
$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_{c1} = \frac{m \cdot (2v)^2}{2}$$

$$E_{c2} = \frac{2m \cdot v^2}{2}$$

$$E_{c1} = 2 E_{c2}$$

1. (ITA) Duas partículas de massas m e $2m$, respectivamente, têm cargas de mesmo módulo q , mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância r , são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for $r/2$, desprezando a ação gravitacional terrestre, se k é a constante eletrostática do meio, pode-se afirmar que:



$$\tau^{Fel} = \tau^R$$

$$E_{pel\ i} - E_{pel\ f} = E_{c\ f} - E_{c\ i}$$

$$-\frac{k \cdot q^2}{r} + \frac{2k \cdot q^2}{r} = 3 E_{c\ 2}$$

$$-\frac{k \cdot q^2}{r} + \frac{k \cdot q^2}{r/2} = (2 E_{c\ 2} + E_{c\ 2}) - 0$$

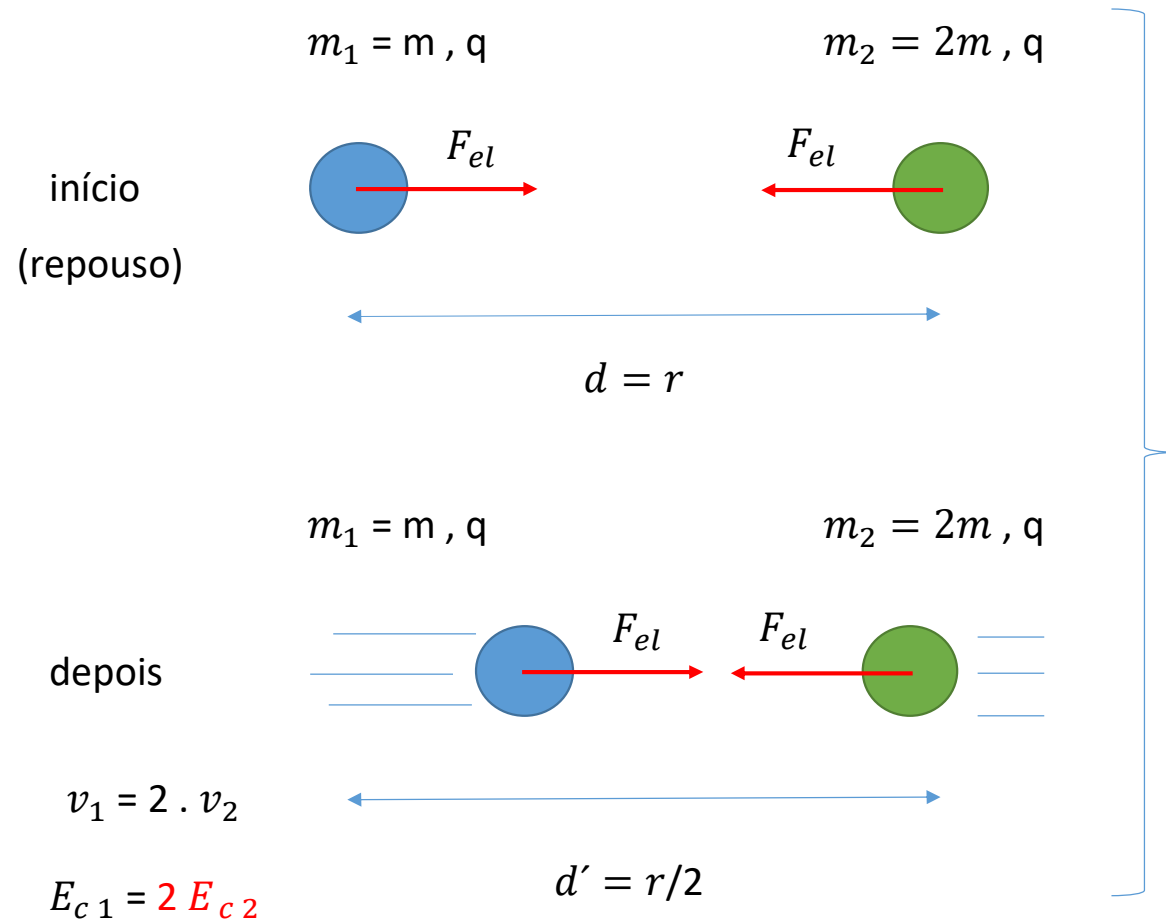
$$-\frac{k \cdot q^2}{r} + \frac{2k \cdot q^2}{r} = 3 E_{c\ 2}$$

$$\frac{k \cdot q^2}{r} = 3 \cdot \frac{2m \cdot v_2^2}{2} \Rightarrow \frac{k \cdot q^2}{3mr} = v_2^2$$

$$v_2 = q \sqrt{\frac{k}{3mr}}$$

$$v_1 = 2q \sqrt{\frac{k}{3mr}}$$

1. (ITA) Duas partículas de massas m e $2m$, respectivamente, têm cargas de mesmo módulo q , mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância r , são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for $r/2$, desprezando a ação gravitacional terrestre, se k é a constante eletrostática do meio, pode-se afirmar que:



$$-\frac{k \cdot q^2}{r/2} + \frac{k \cdot q^2}{r/2} = (2 E_{c2} + E_{c2}) - 0$$

$$-\frac{k \cdot q^2}{r} + \frac{2k \cdot q^2}{r} = 3 E_{c2}$$

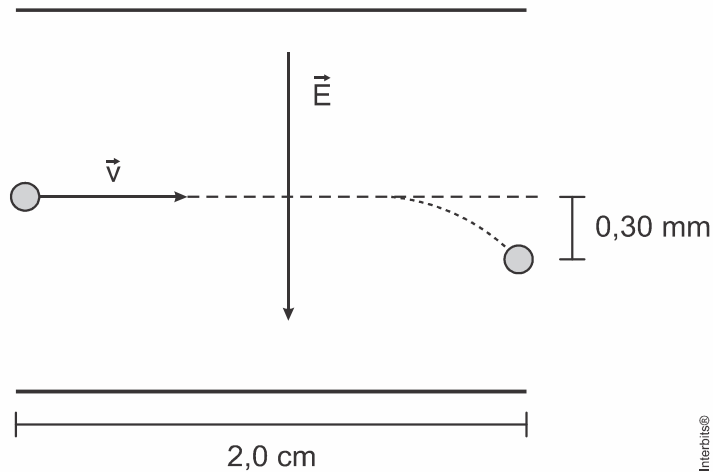
$$\frac{k \cdot q^2}{r} = 3 E_{c2}$$

$$\frac{k \cdot q^2}{r} = 3 \cdot \frac{2m \cdot v_2^2}{2}$$

$$v_2 = q \sqrt{\frac{k}{3mr}}$$

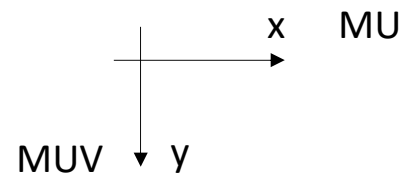
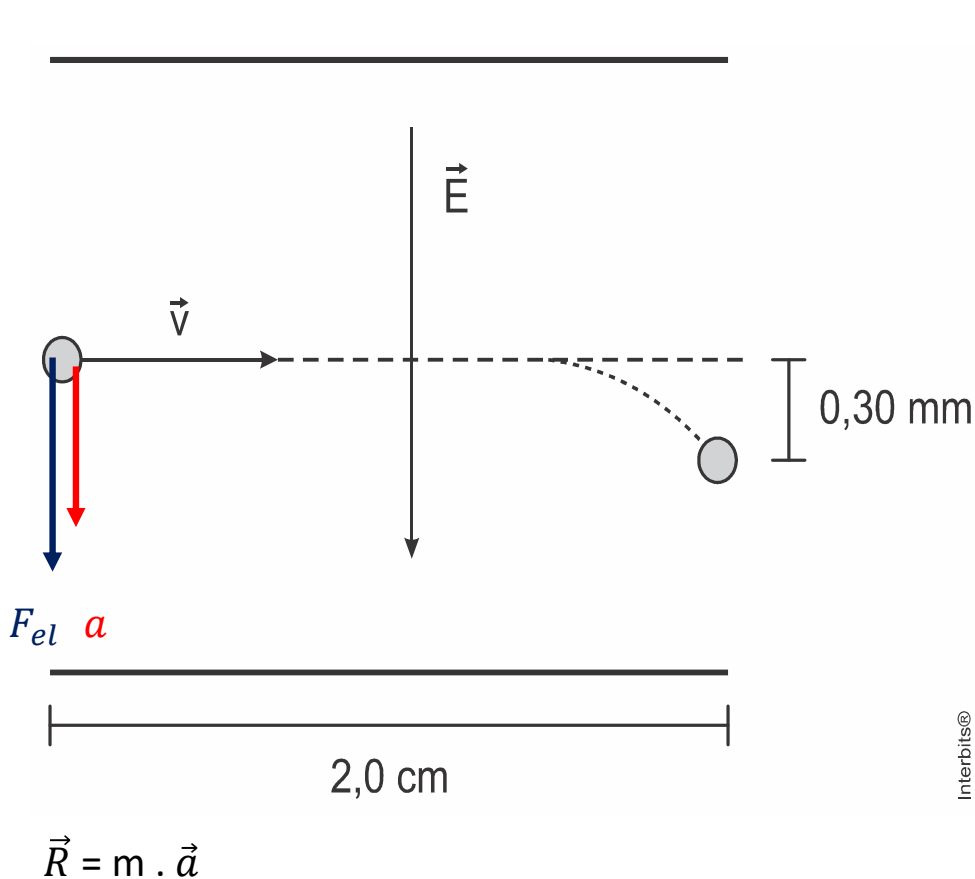
$$v_1 = 2q \sqrt{\frac{k}{3mr}}$$

2. (ITA) Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10\text{ }\mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20\text{ m/s}$ entre placas de comprimento igual a 2 cm no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $8 \cdot 10^4\text{ N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de 1000 kg/m^3 e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de $0,3\text{ mm}$ ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de



- a) $2,0 \cdot 10^{-1}\text{ C}$
- b) $3,1 \cdot 10^{-14}\text{ C}$
- c) $6,3 \cdot 10^{-14}\text{ C}$
- d) $3,1 \cdot 10^{-1}\text{ C}$
- e) $1,1 \cdot 10^{-1}\text{ C}$

2. (ITA) Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10\text{ }\mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20\text{ m/s}$ entre placas de comprimento igual a 2 cm no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $8 \cdot 10^4\text{ N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de 1000 kg/m^3 e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de $0,3\text{ mm}$ ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de



Eixo x (MU)

$$v_{x(cte)} = 20\text{ m/s}$$

$$\Delta S_x = 2 \cdot 10^{-2}\text{ m}$$

$$\Delta t_x = ?$$

$$\Delta t_x = \frac{\Delta S_x}{v_x}$$

$$\Delta t_x = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{20}$$

$$\Delta t_x = 10^{-3}\text{ s}$$

Eixo y (MUV)

$$R_y = m \cdot a_y$$

$$F_{el} = m \cdot a_y$$

$$E \cdot q = m \cdot a_y$$

$$a_y = \frac{E \cdot q}{m}$$

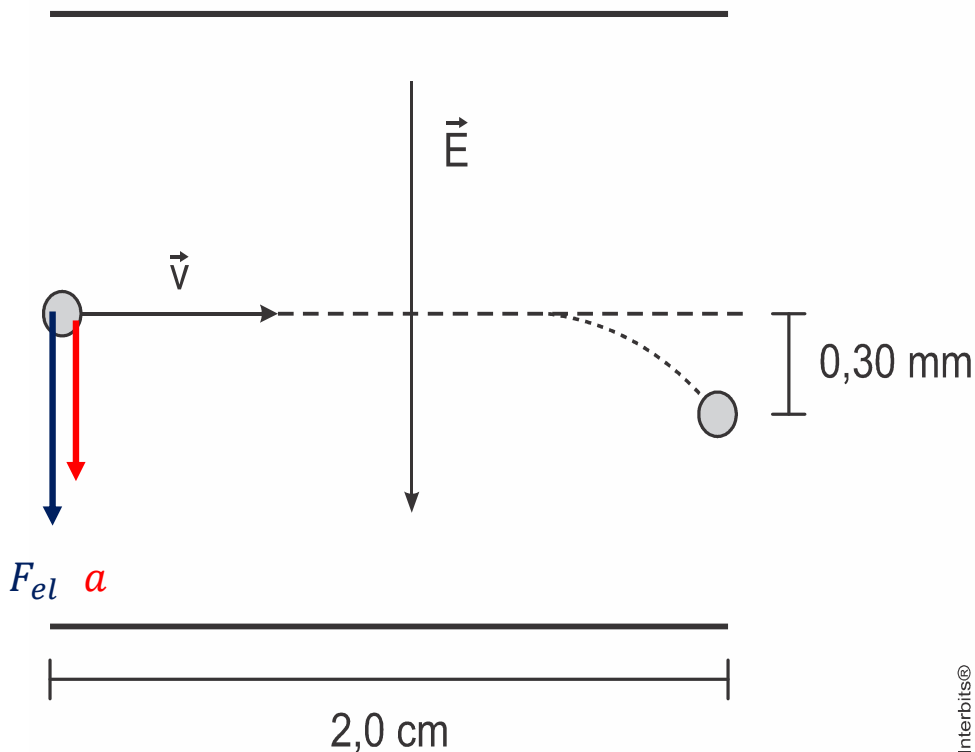
$$v_{0y} = 0$$

$$\Delta S_y = 0,3 \cdot 10^{-3}\text{ m}$$

$$\Delta t_y = \Delta t_x$$

$$\Delta t_y = 10^{-3}\text{ s}$$

2. (ITA) Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10 \mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20 \text{ m/s}$ entre placas de comprimento igual a 2 cm no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $8 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de 1000 kg/m^3 e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de $0,3 \text{ mm}$ ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de



Eixo y (MUV)

$$R_y = m \cdot a_y$$

$$F_{el} = m \cdot a_y$$

$$E \cdot q = m \cdot a_y$$

$$a_y = \frac{E \cdot q}{m}$$

$$v_{0y} = 0$$

$$\Delta S_y = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta t_y = \Delta t_x$$

$$\Delta t_y = 10^{-3} \text{ s}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot (10 \cdot 10^{-6})^3$$

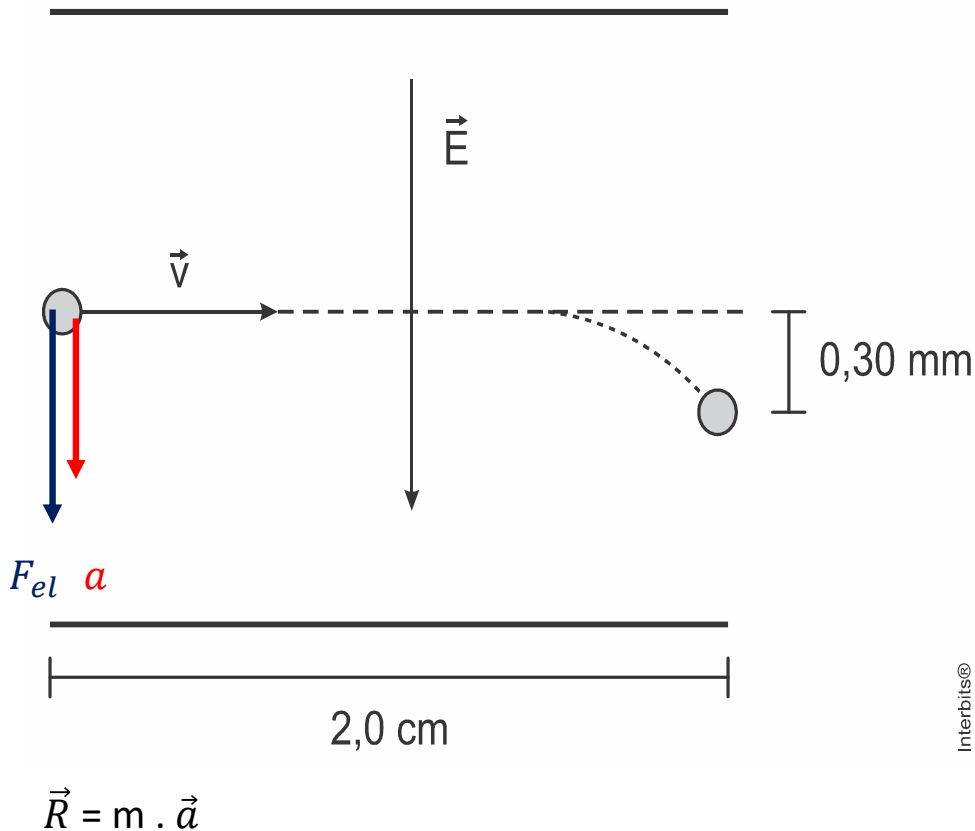
$$V = 4 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$m = d \cdot V = 1000 \cdot 4 \cdot 10^{-1}$$

$$m = 4 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$$

2. (ITA) Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10\ \mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20\ \text{m/s}$ entre placas de comprimento igual a $2\ \text{cm}$ no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $8 \cdot 10^4\ \text{N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de $1000\ \text{kg/m}^3$ e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de $0,3\ \text{mm}$ ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de



Eixo y (MUV)

$$R_y = m \cdot a_y$$

$$F_{el} = m \cdot a_y$$

$$E \cdot q = m \cdot a_y$$

$$a_y = \frac{E \cdot q}{m}$$

$$v_{0y} = 0$$

$$\Delta S_y = 0,3 \cdot 10^{-3}\ \text{m}$$

$$\Delta t_y = \Delta t_x$$

$$\Delta t_y = 10^{-3}\ \text{s}$$

$$m = 4 \cdot 10^{-12}\ \text{kg}$$

$$S_y = S_{0y} + V_{0y} \cdot \Delta t_y + \frac{a_y}{2} \cdot \Delta t_y^2$$

$$\Delta S_y = \frac{a_y}{2} \cdot \Delta t_y^2$$

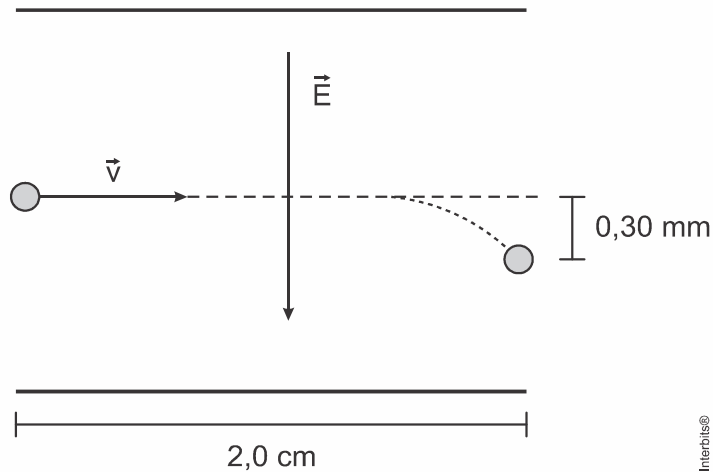
$$\Delta S_y = \frac{E \cdot q}{2m} \cdot \Delta t_y^2$$

$$q = \frac{2 \cdot \Delta S_y \cdot m}{E \cdot \Delta t_y^2}$$

$$q = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-12}}{8 \cdot 10^4 \cdot (10^{-3})^2}$$

$$q = 0,3 \cdot 10^{-13} = 3 \cdot 10^{-14}\ \text{C}$$

2. (ITA) Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10\ \mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20\ \text{m/s}$ entre placas de comprimento igual a $2\ \text{cm}$ no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $8 \cdot 10^4\ \text{N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de $1000\ \text{kg/m}^3$ e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de $0,3\ \text{mm}$ ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de



- a) $2,0 \cdot 10^{-1}\ \text{C}$
- b) $3,1 \cdot 10^{-14}\ \text{C}$
- c) $6,3 \cdot 10^{-1}\ \text{C}$
- d) $3,1 \cdot 10^{-1}\ \text{C}$
- e) $1,1 \cdot 10^{-10}\ \text{C}$



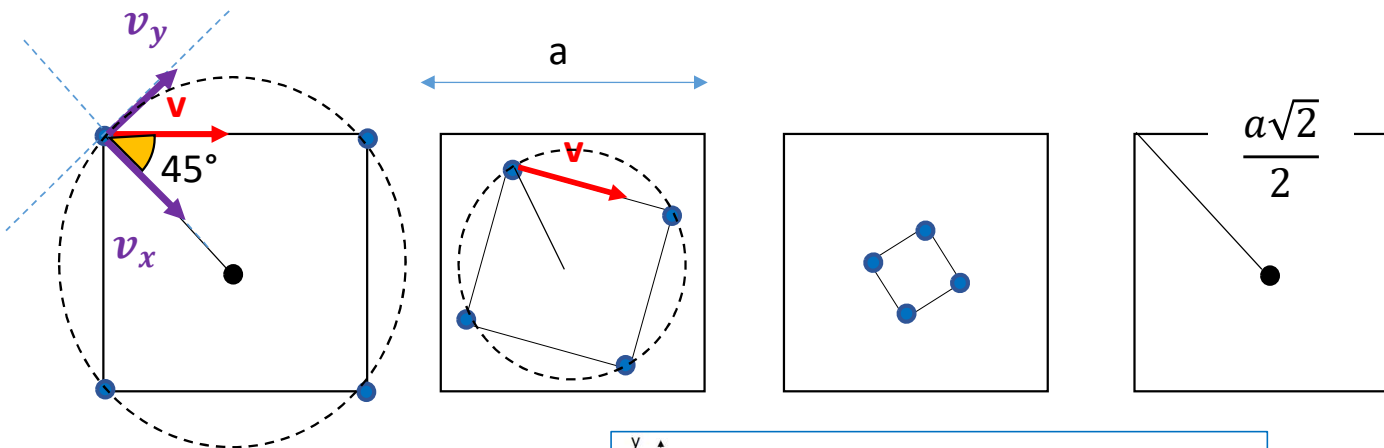
3. (Saraeva) Quatro tartarugas encontram-se nos cantos de um quadrado de lado a . Simultaneamente, elas começam a se movimentar com uma velocidade constante de grandeza v , sendo que a primeira se dirige em direção à segunda, a segunda em direção à terceira, a terceira em direção à quarta e a quarta em direção à primeira.

a) após quanto tempo as tartarugas vão se encontrar?

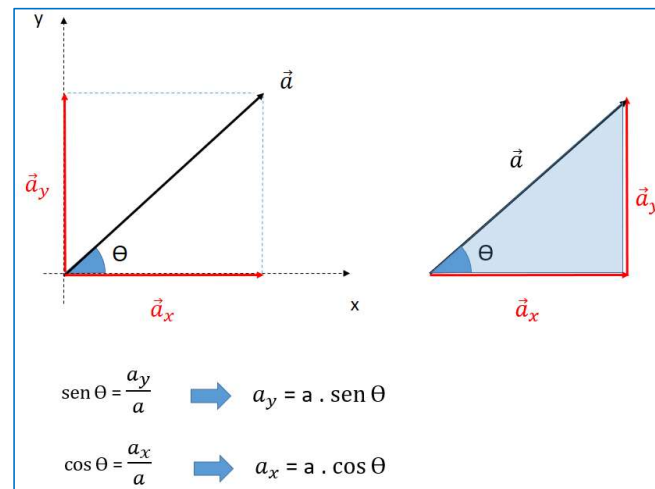
b) qual a distância total percorrida por uma tartaruga qualquer nesse episódio?

3 (Saraeva) Quatro tartarugas encontram-se nos cantos de um quadrado de lado a . Simultaneamente, elas começam a se movimentar com uma velocidade constante de grandeza v , sendo que a primeira se dirige em direção à segunda, a segunda em direção à terceira, a terceira em direção à quarta e a quarta em direção à primeira.

a) após quanto tempo as tartarugas vão se encontrar?



$$v_x = v \cdot \cos 45^\circ = v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$



$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{v}$$

$$d = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

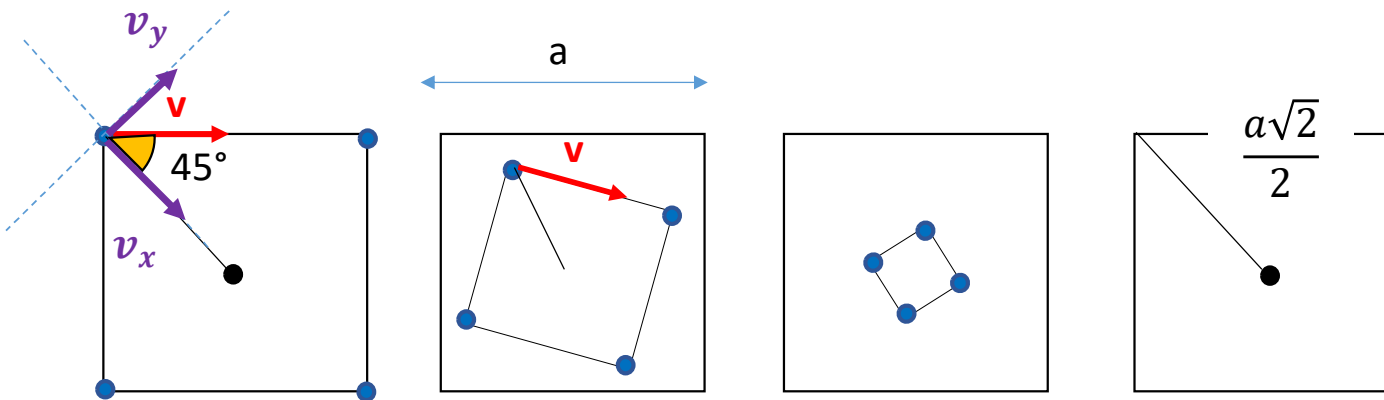
$$v_x = v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Delta t = \frac{\frac{a\sqrt{2}}{2}}{v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

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

3.(Saraeva) Quatro tartarugas encontram-se nos cantos de um quadrado de lado a . Simultaneamente, elas começam a se movimentar com uma velocidade constante de grandeza v , sendo que a primeira se dirige em direção à segunda, a segunda em direção à terceira, a terceira em direção à quarta e a quarta em direção à primeira.

b) qual a distância total percorrida por uma tartaruga qualquer nesse episódio?



$$v = \frac{D}{\Delta t} \Rightarrow D = v \cdot \Delta t$$

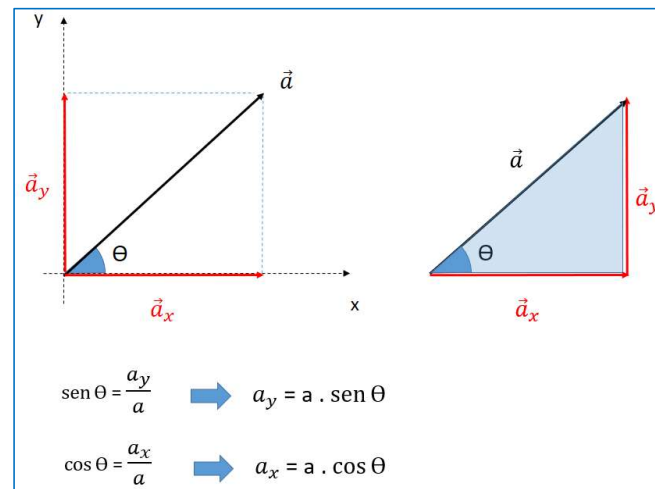
Item a: $\Delta t = \frac{a}{v}$

$$D = v \cdot \Delta t$$

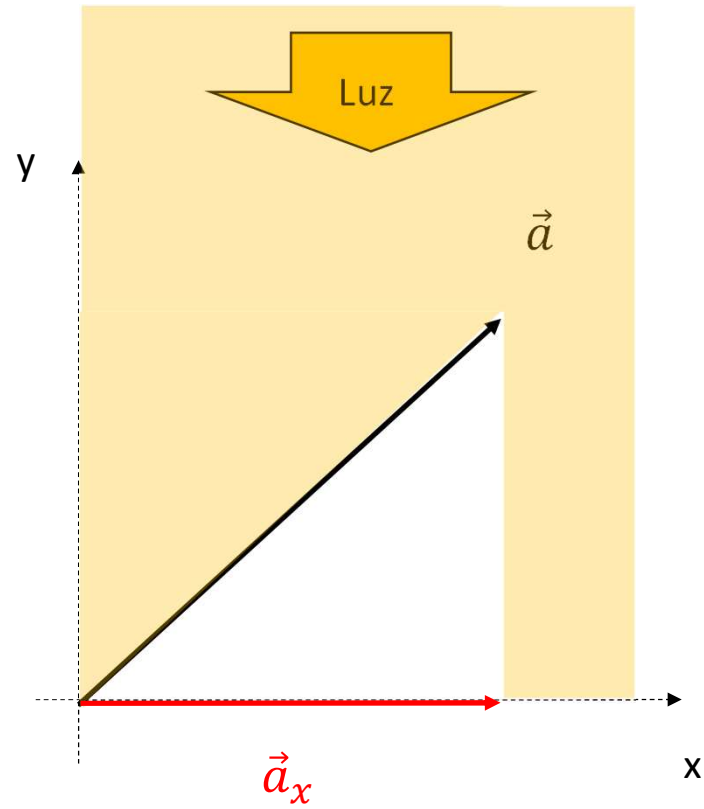
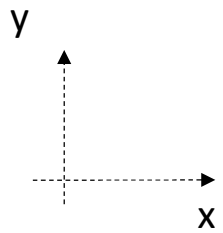
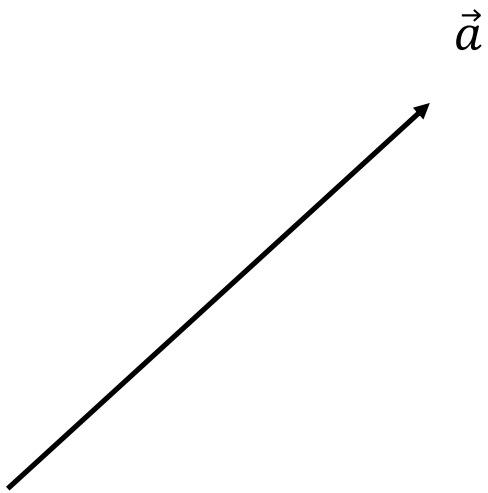
$$D = v \cdot \frac{a}{v}$$

$$D = a$$

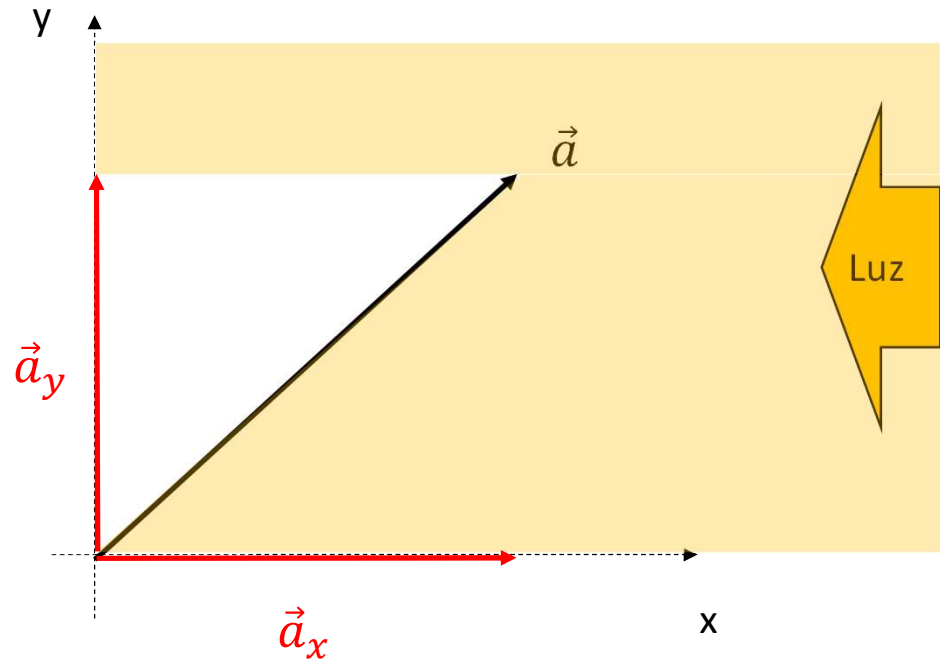
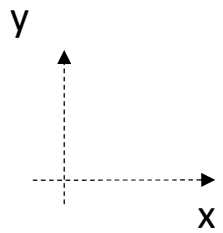
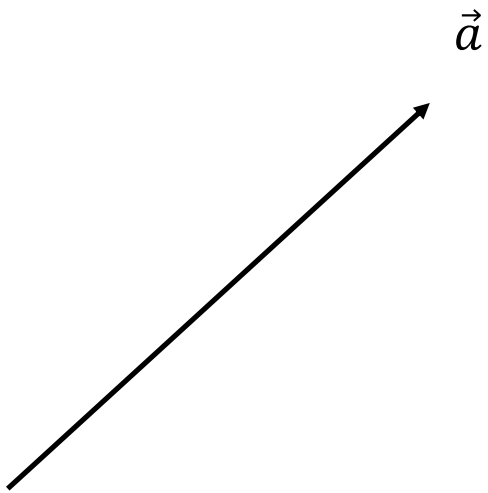
$$v_x = v \cdot \cos 45^\circ = v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$



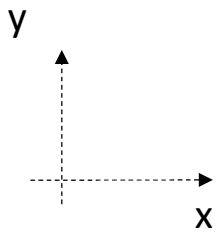
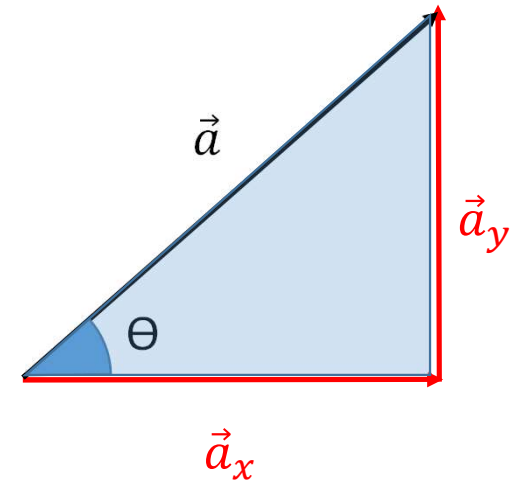
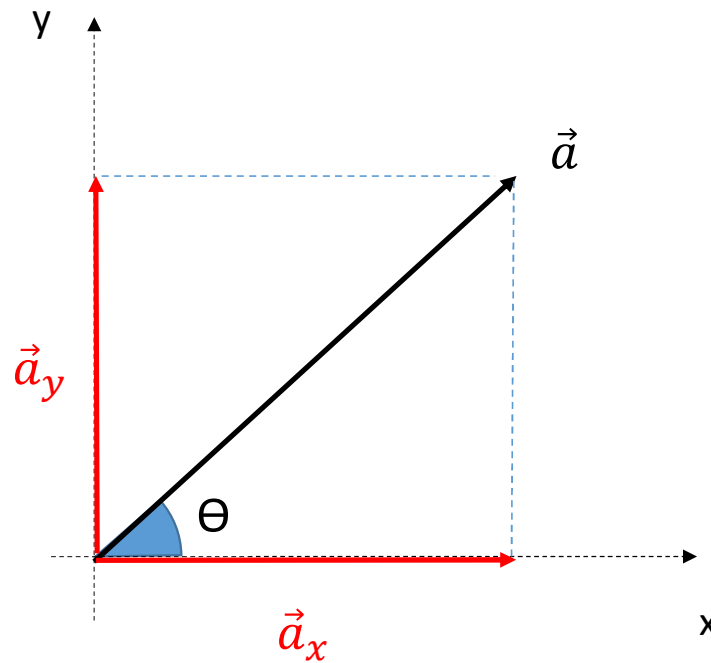
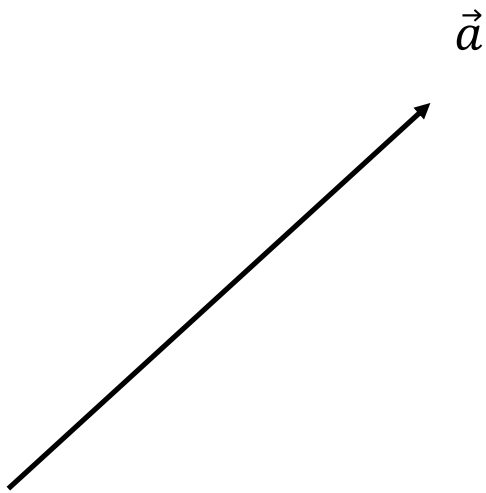
Decomposição ortogonal



Decomposição ortogonal



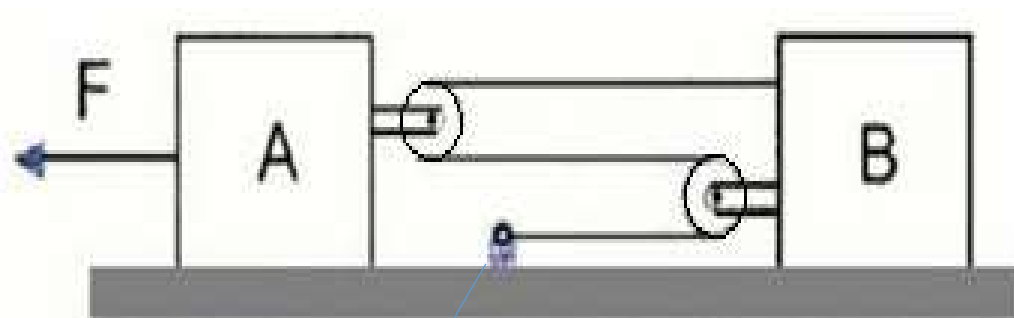
Decomposição ortogonal



$$\sin \theta = \frac{a_y}{a} \quad \Rightarrow \quad a_y = a \cdot \sin \theta$$

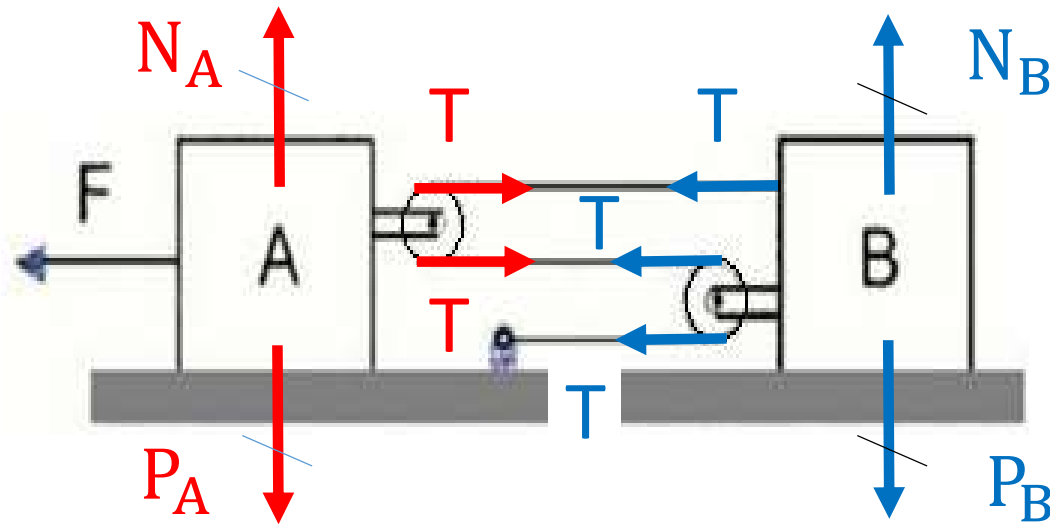
$$\cos \theta = \frac{a_x}{a} \quad \Rightarrow \quad a_x = a \cdot \cos \theta$$

4. A figura mostra dois blocos A e B ($m_A = 2\text{kg}$ e $m_B = 6\text{kg}$), puxados por uma força de intensidade 14N sobre um solo liso. Calcule as acelerações de cada bloco e a intensidade da força de tração no cabo.



Fixo

4. A figura mostra dois blocos A e B ($m_A = 2\text{kg}$ e $m_B = 6\text{kg}$), puxados por uma força de intensidade 14N sobre um solo liso. Calcule as acelerações de cada bloco e a intensidade da força de tração no cabo.

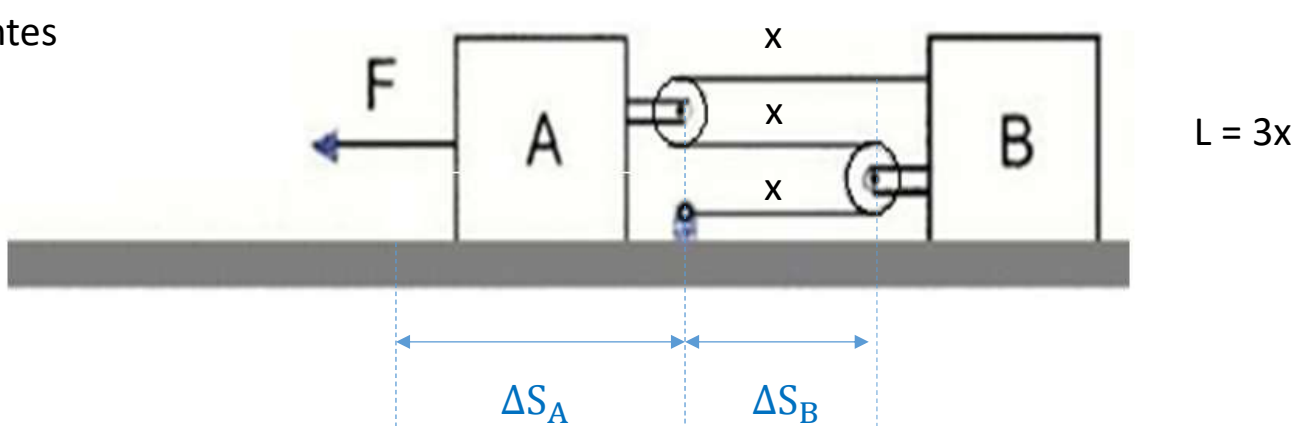


$$R_A = F - 2T = m_A \cdot a_A$$

$$R_B = 3T = m_B \cdot a_B$$

4. A figura mostra dois blocos A e B ($m_A = 2\text{kg}$ e $m_B = 6\text{kg}$), puxados por uma força de intensidade 14N sobre um solo liso. Calcule as acelerações de cada bloco e a intensidade da força de tração no cabo.

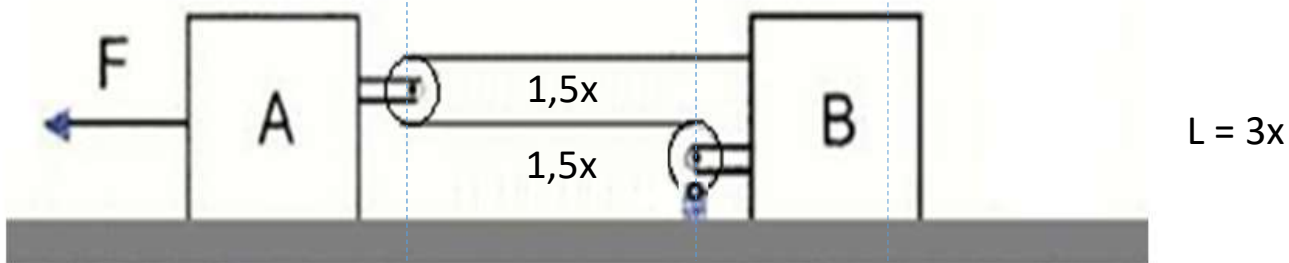
Antes



$$\Delta S_A = 1,5x \quad \Delta S_B = x$$

$$\Delta S_A = 1,5\Delta S_B$$

Depois



$$V_A = 1,5V_B$$

$$a_A = 1,5a_B$$

4. A figura mostra dois blocos A e B ($m_A = 2\text{kg}$ e $m_B = 6\text{kg}$), puxados por uma força de intensidade 14N sobre um solo liso. Calcule as acelerações de cada bloco e a intensidade da força de tração no cabo.

$$R_A = F - 2T = m_A \cdot a_A$$

$$R_B = 3T = m_B \cdot a_B$$

$$a_A = 1,5a_B$$



$$14 - 2T = 2 \cdot a_A$$

$$3T = 6 \cdot a_B \rightarrow T = 2 \cdot a_B$$

$$a_A = 1,5a_B$$



$$14 - 4a_B = 2 \cdot a_A$$

$$a_A = 1,5a_B$$



$$14 - 4a_B = 3a_B$$

$$14 = 7a_B$$

$$a_B = 2\text{m/s}^2$$

$$a_A = 3\text{m/s}^2$$

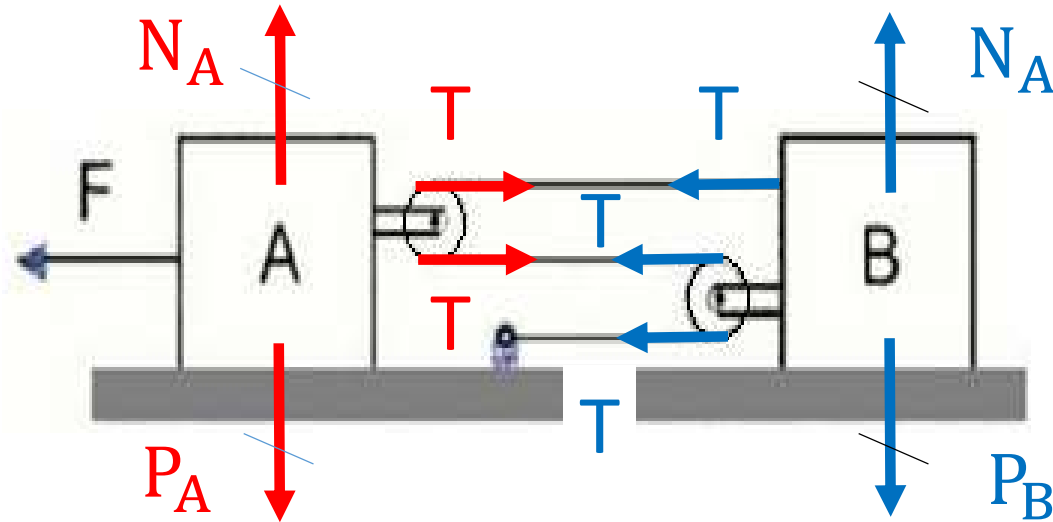
Para a tração

$$3T = m_B \cdot a_B$$

$$3T = 6 \cdot 2$$

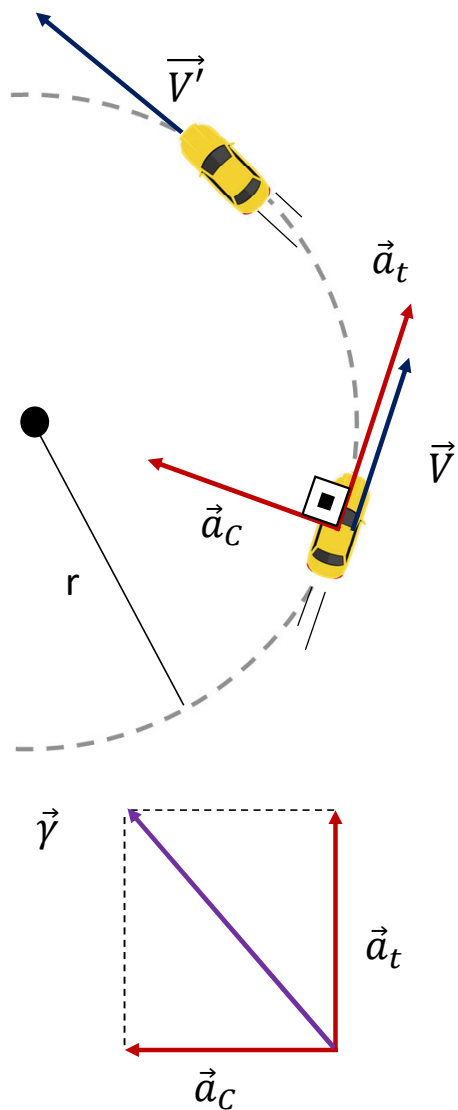
$$3T = 12$$

$$T = 4\text{N}$$



Teoria

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



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

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

Aceleração tangencial $\vec{a}_t$

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

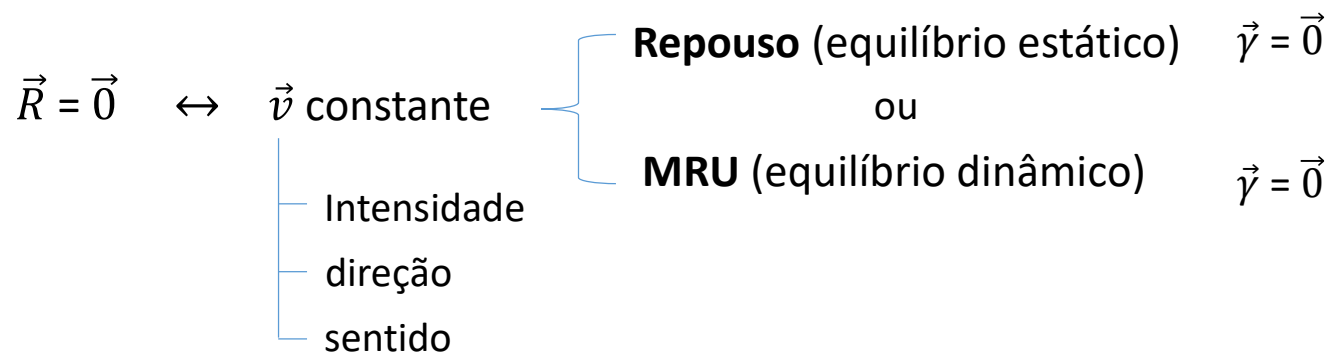
- Intensidade: $|\vec{a}_t| = |a| = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ SI: $\frac{m}{s^2}$
- Direção: Tangente à trajetória
- Sentido: Movimento acelerado
- $\vec{a}_t$ e $\vec{V}$ tem mesmo sentido
Movimento retardado
- $\vec{a}_t$ e $\vec{V}$ tem sentidos opostos

Aceleração centrípeta $\vec{a}_c$

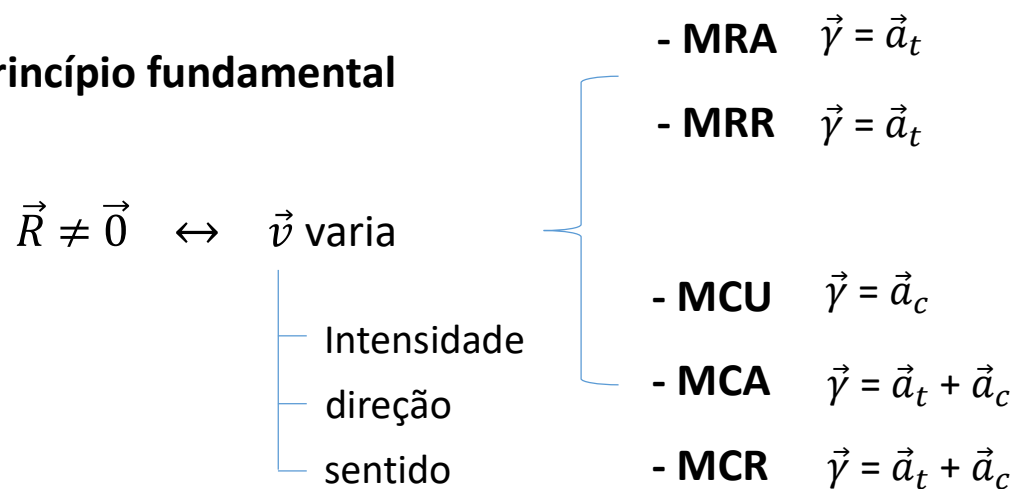
Indica variação na direção de $\vec{V}$

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

Princípio da Inércia: enunciado formal



Princípio fundamental



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

Dinâmica do movimento circular uniforme (MCU)

Trajectoria circular

$|\vec{v}|$ é constante

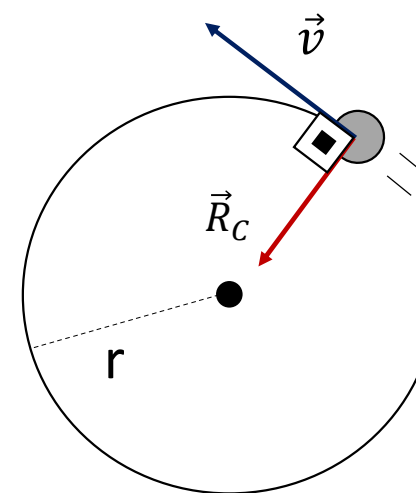
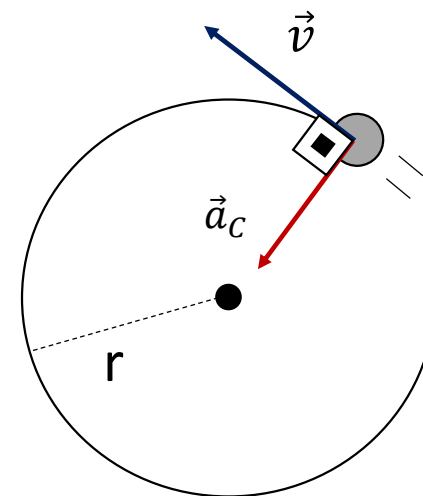
$$v = \omega \cdot r$$

$\frac{m}{s}$ $\frac{rad}{s}$ m

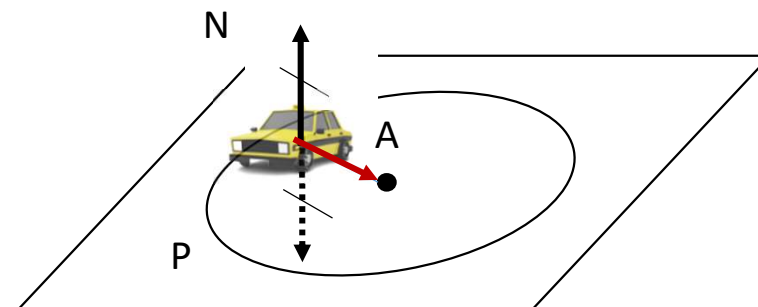
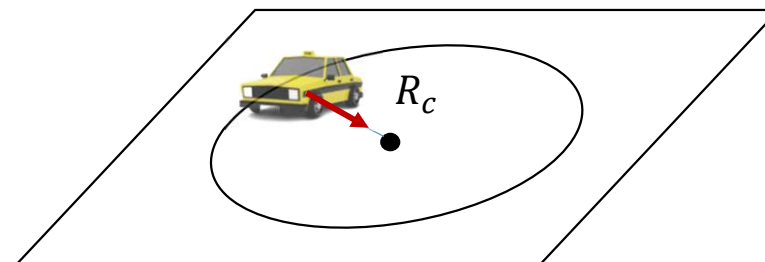
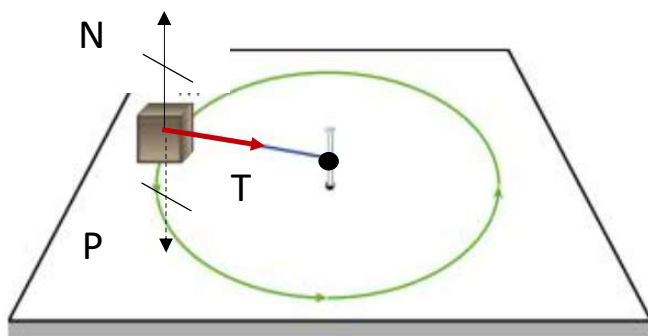
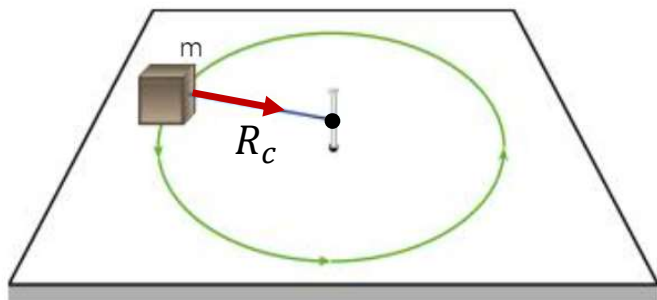
$$\vec{\gamma} = \vec{a}_t + \vec{a}_c \quad \Rightarrow \quad \vec{\gamma} = \vec{a}_c$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \text{ou} \quad a_c = \omega^2 \cdot r$$

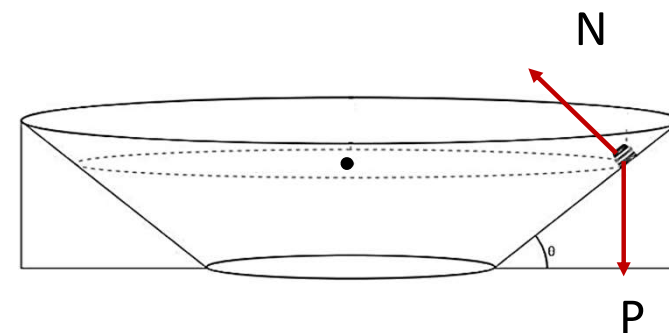
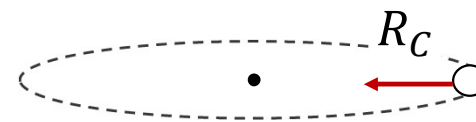
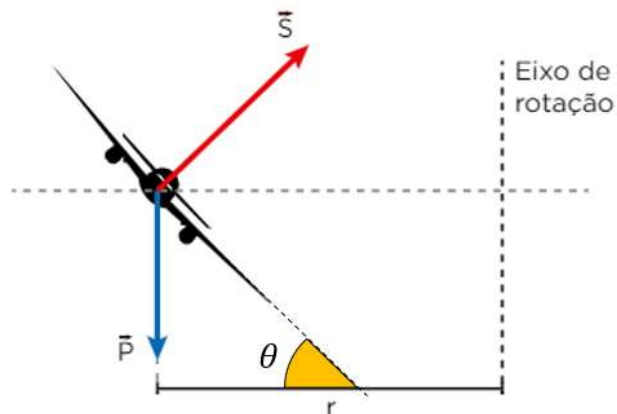
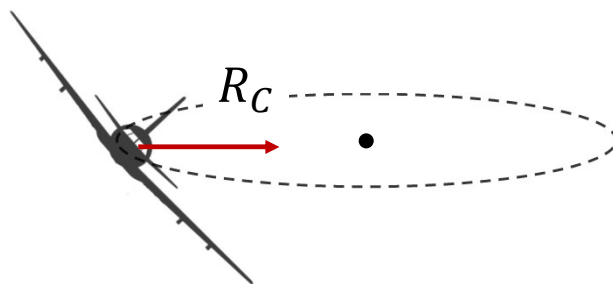
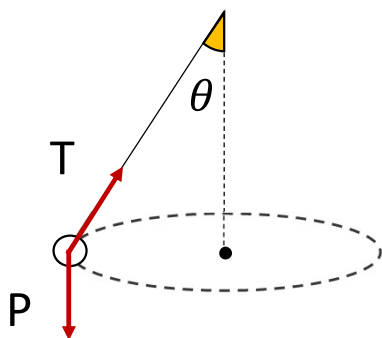
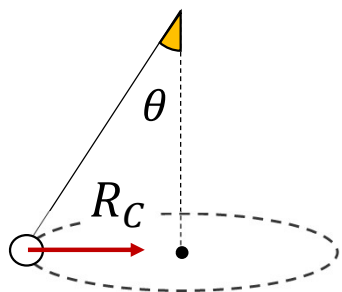
$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma} \quad \Rightarrow \quad \vec{R}_c = m \cdot \vec{a}_c$$



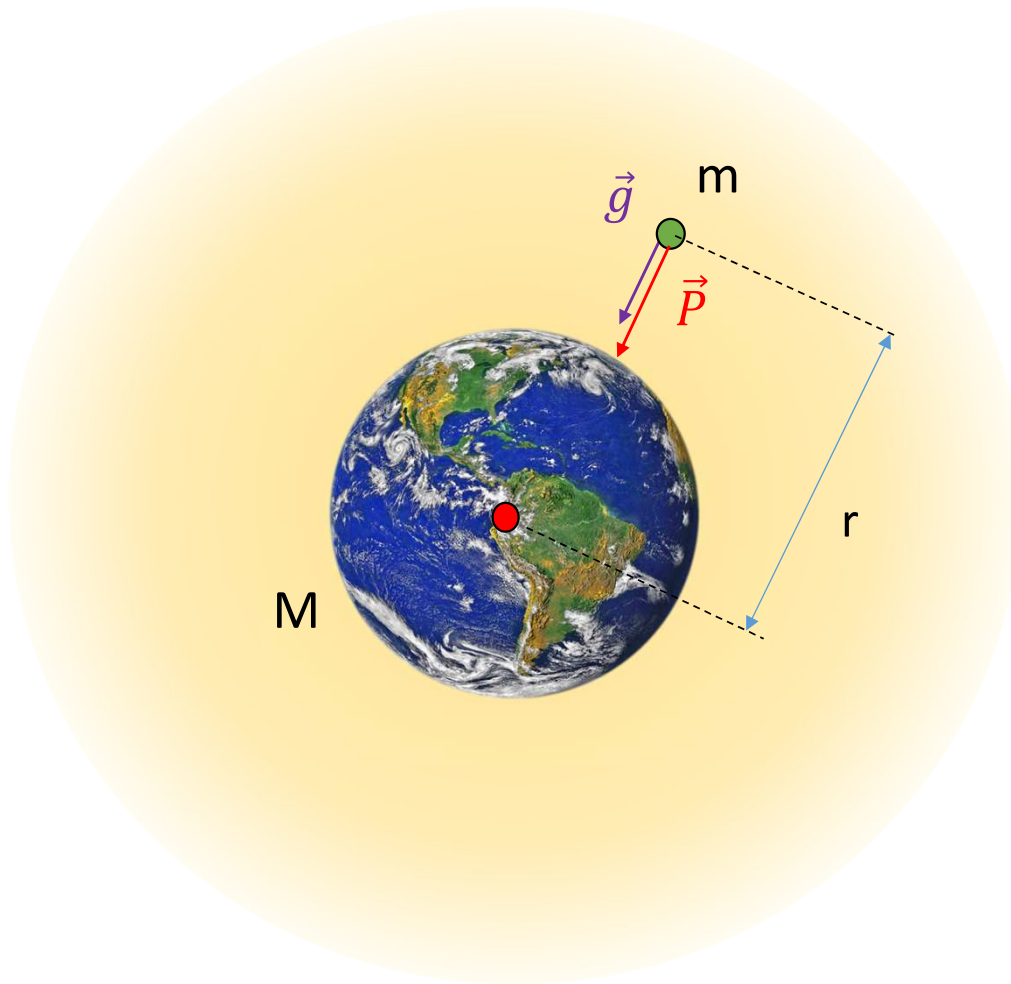
Dinâmica do movimento circular uniforme (MCU)



Dinâmica do movimento circular uniforme (MCU)



Campo gravitacional



$$\underbrace{P = m \cdot g}_{\text{Weight}} \quad \underbrace{F_g = G \cdot \frac{Mm}{r^2}}_{\text{Gravitational Force}}$$

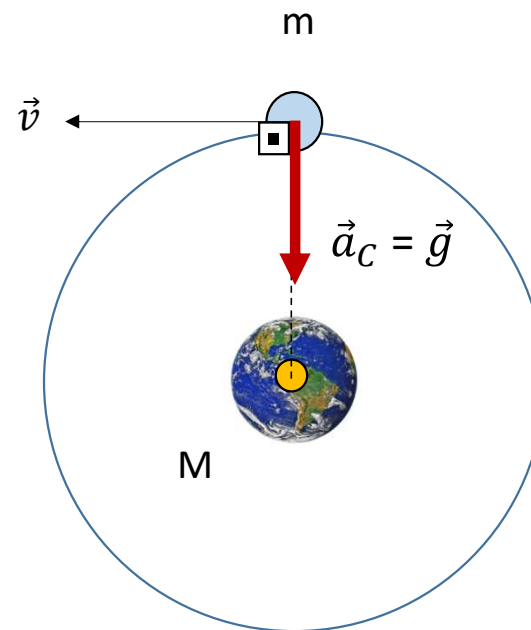
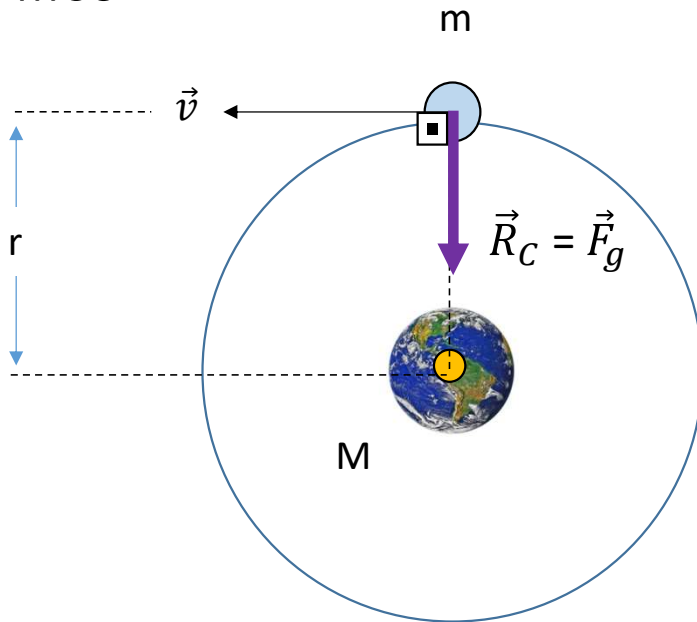
$$P = F_g$$

~~$$m \cdot g = G \cdot \frac{Mm}{r^2}$$~~

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

Órbita circular

MCU



Não precisar decorar, mas precisa saber chegar!

$$R_c = F_g$$

$$\cancel{m} \cdot a_c = \cancel{m} \cdot g$$

$$a_c = g$$

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

$$\cancel{\frac{v^2}{r}} = G \cdot \frac{M}{\cancel{r^2}}$$

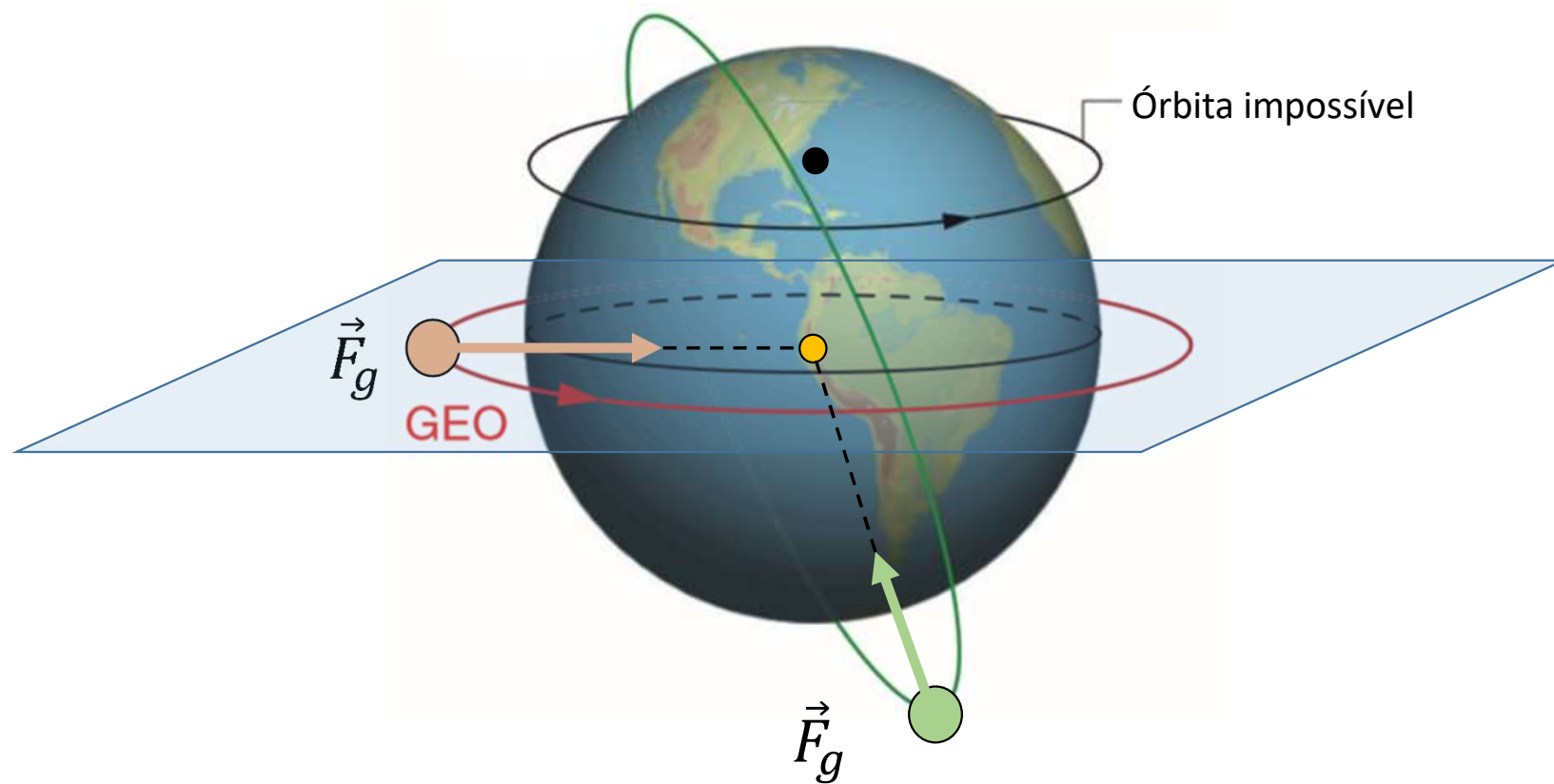
$$v^2 = G \cdot \frac{M}{r}$$

$$\omega^2 \cdot r = g$$

$$\omega^2 \cdot r = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

$$\omega^2 \cdot r^3 = G \cdot M$$

Satélites



GEO - satélite geoestacionário: período (T) igual ao período de rotação da Terra (T) e o plano de sua órbita coincide com o plano que contém a linha do equador (está sempre sobre o mesmo ponto da linha do equador).

Satélite geoestacionário



- $T_{satélite} = T_{Terra} = 24h$

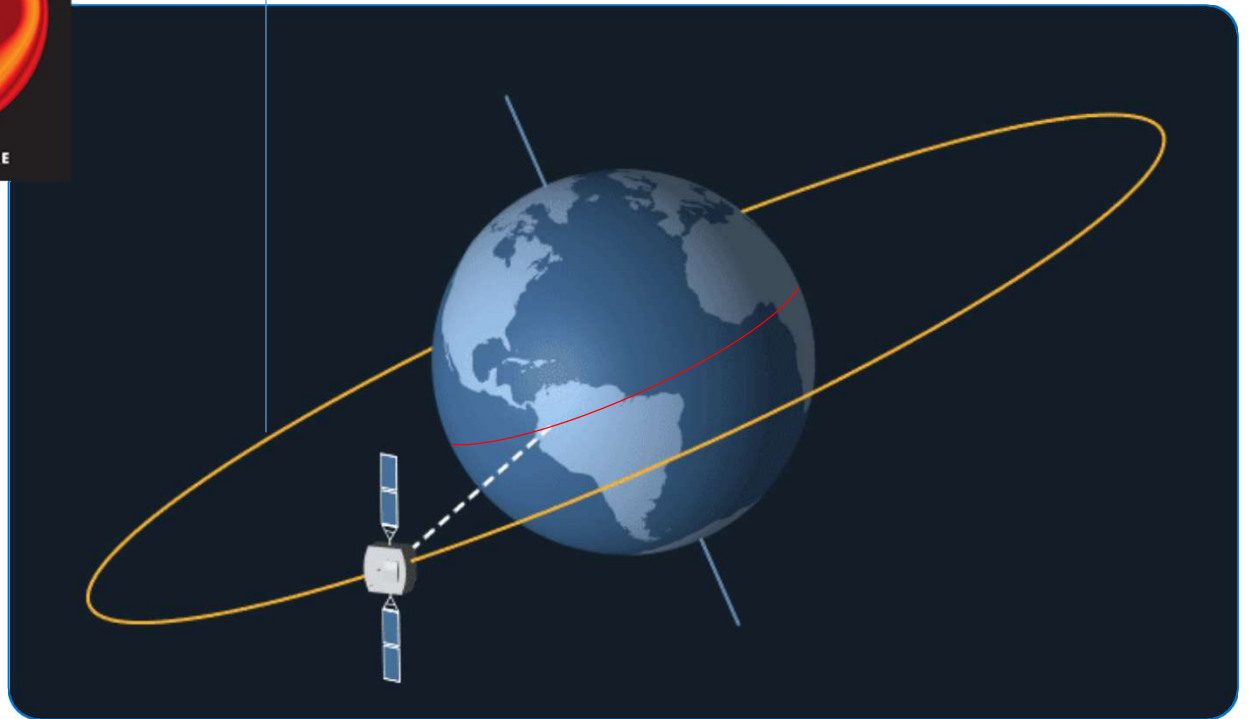
Velocidade angular (ω)

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{SI: } \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

- $\omega_{satélites} = \omega_{Terra}$

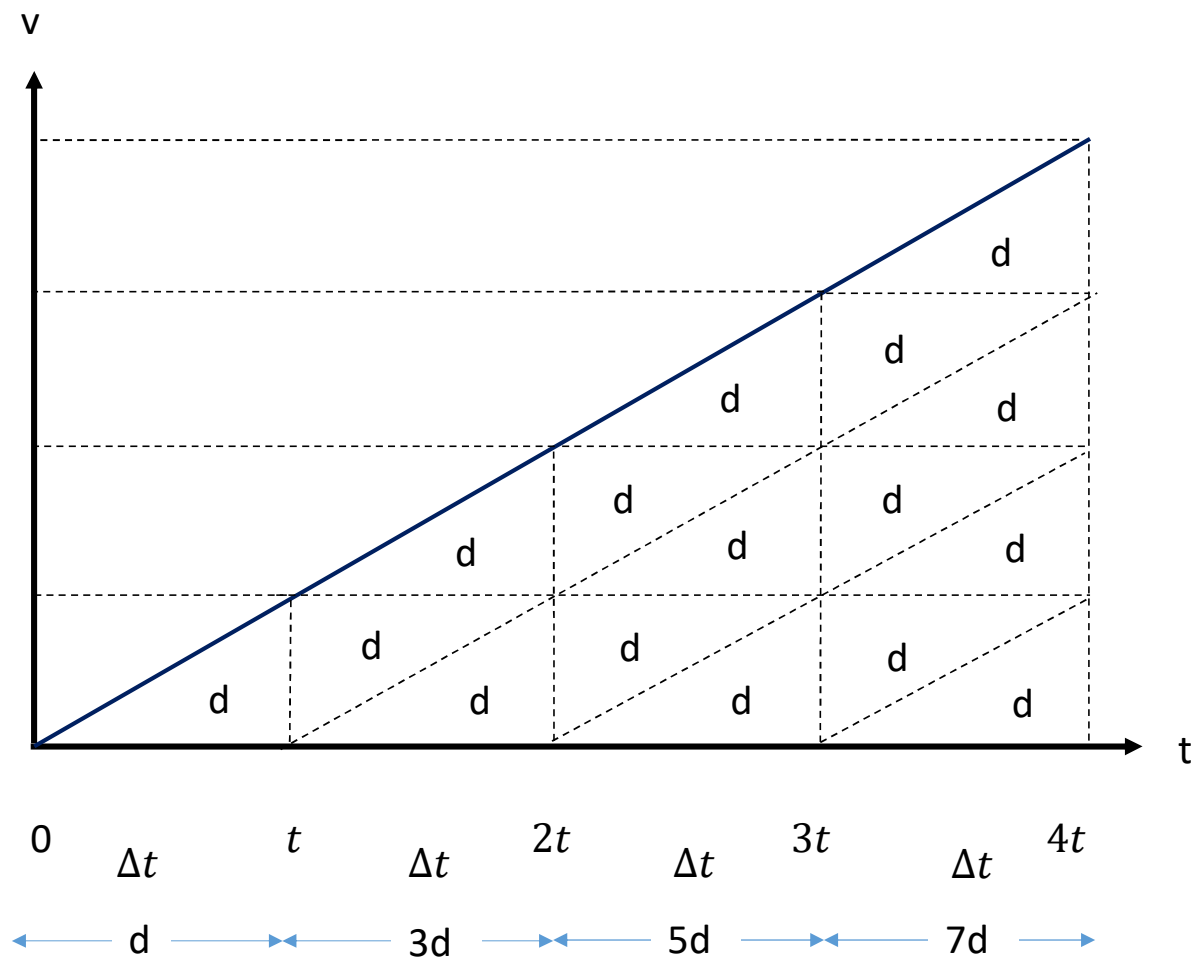
- $r \cong 42\,000 \text{ km}$

Anel de Clarke (todos os satélites geoestacionários estão neste anel)



O plano de sua órbita coincide com o plano que contém a linha do equador (estão sempre sobre o mesmo ponto da linha do equador).

Regra de Galileu



$$v = v_0 + a.t$$

$$v = + g.t$$

$$|\Delta S| = \frac{N}{2} A$$

