Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

Leis de Newton

Parte 1

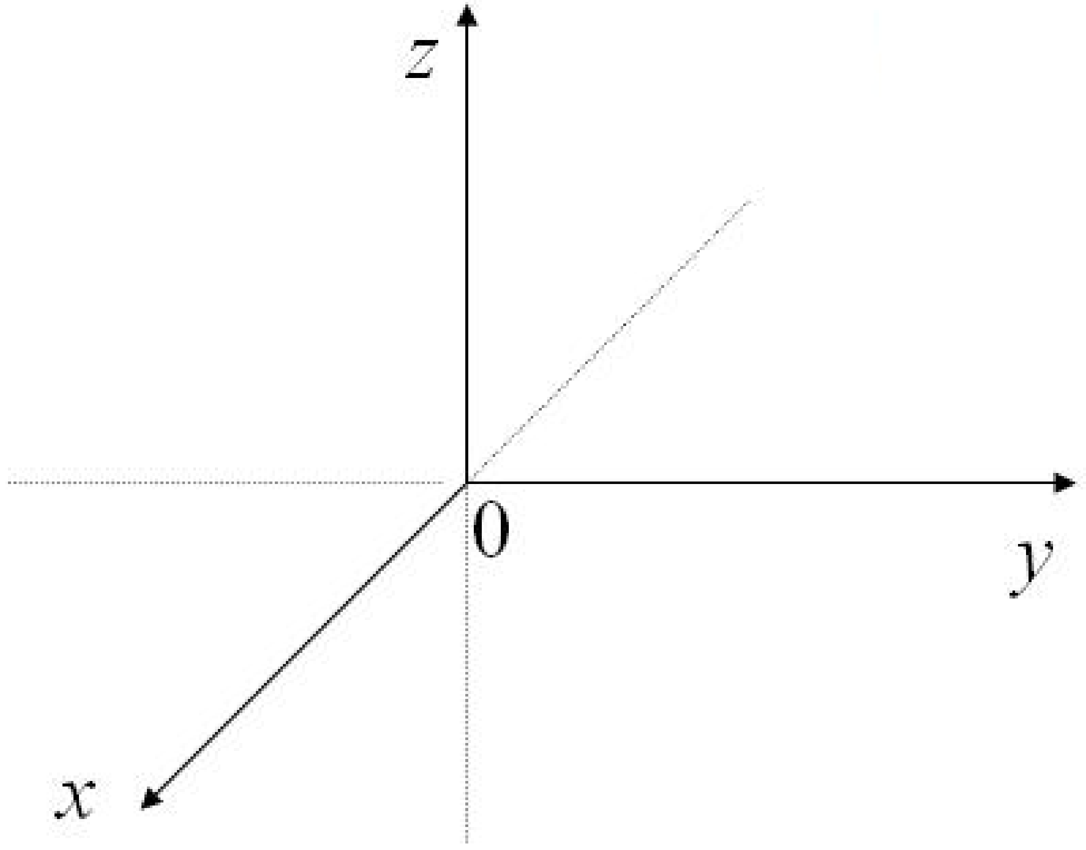
FIS 2ª série EMI

André Cipoli

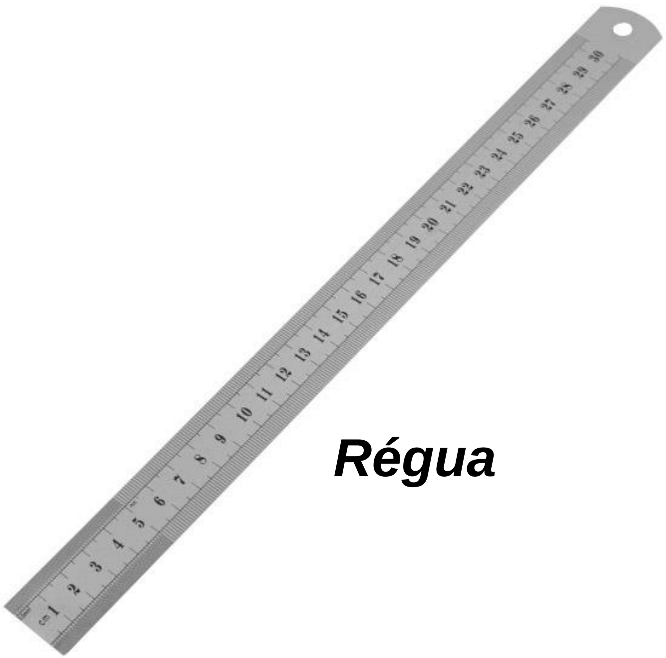
<u>Movimento</u>

É a mudança contínua de posição à medida que o tempo passa.

- ***<u>Sistema de Referência</u>*** ou ***<u>de Coordenadas</u>***



- ***Principais grandezas físicas*** **→ *Posição, Tempo***

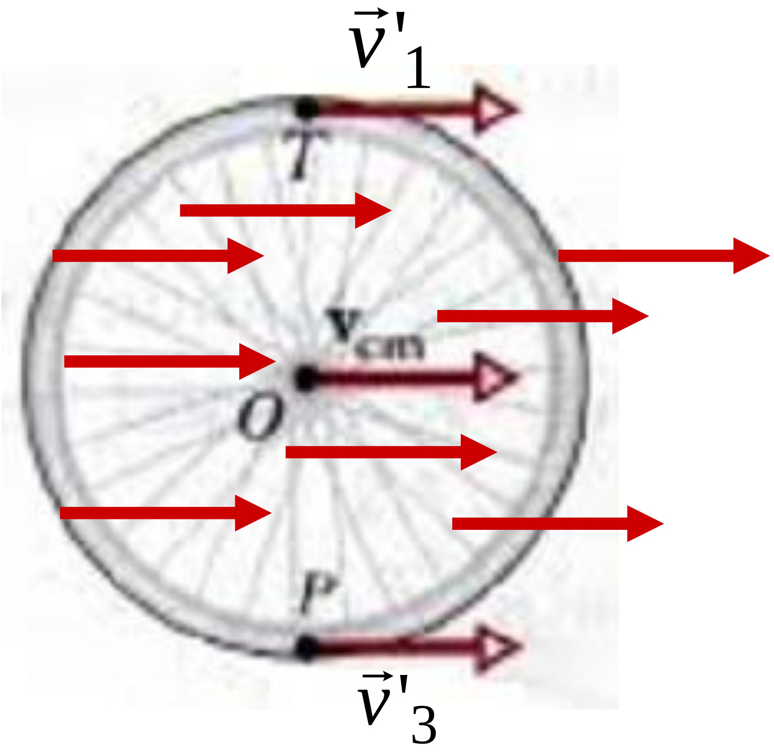


Régua

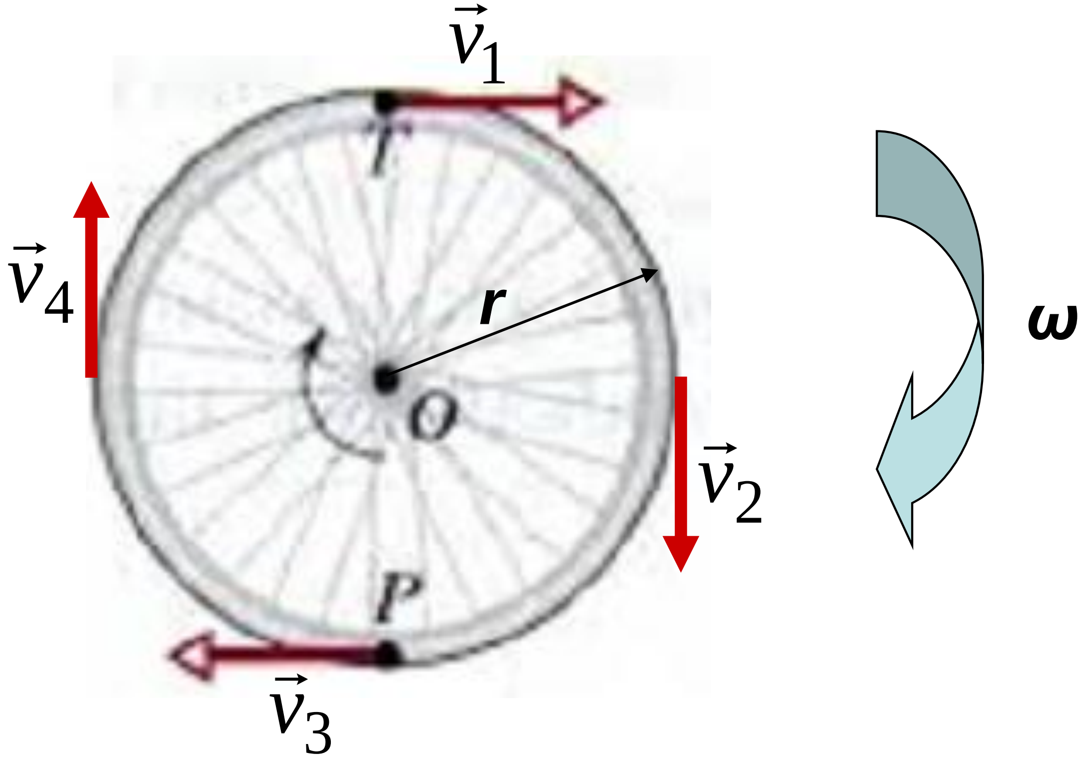
Relógio

Tipos de Movimento

- ***Translação***

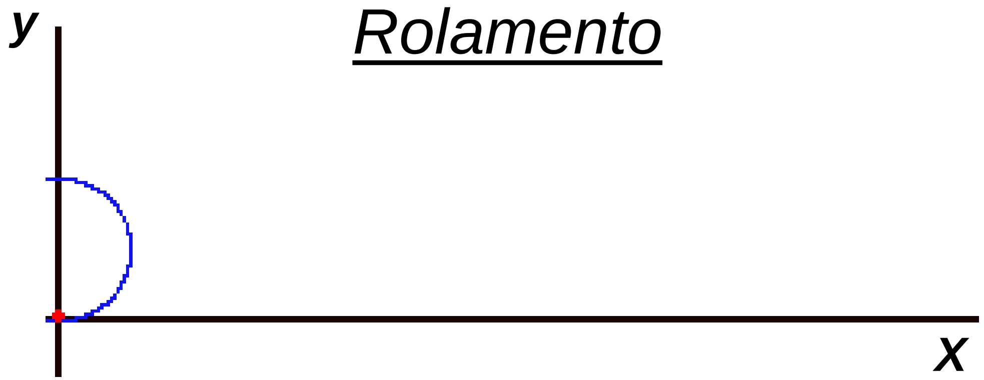


Rotação

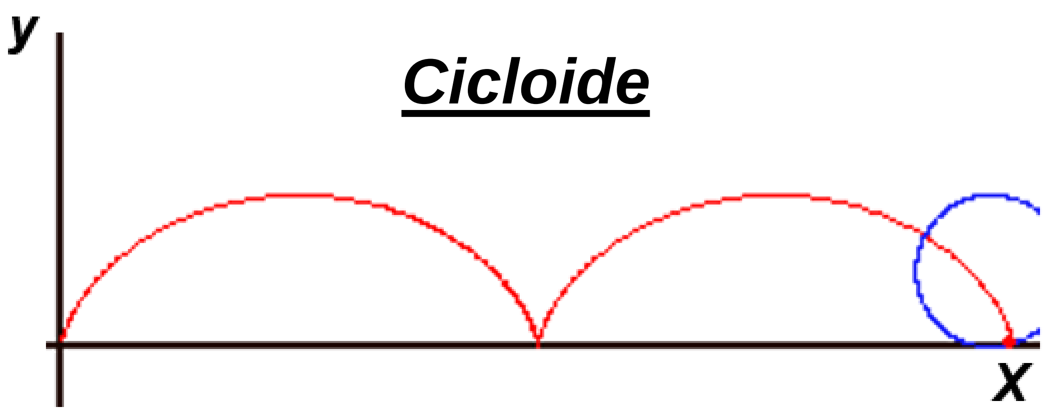


• ***Movimento geral*** → ***Translação + Rotação***

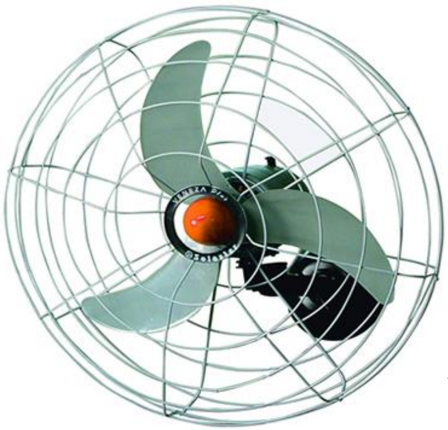
Rolamento



Cicloide



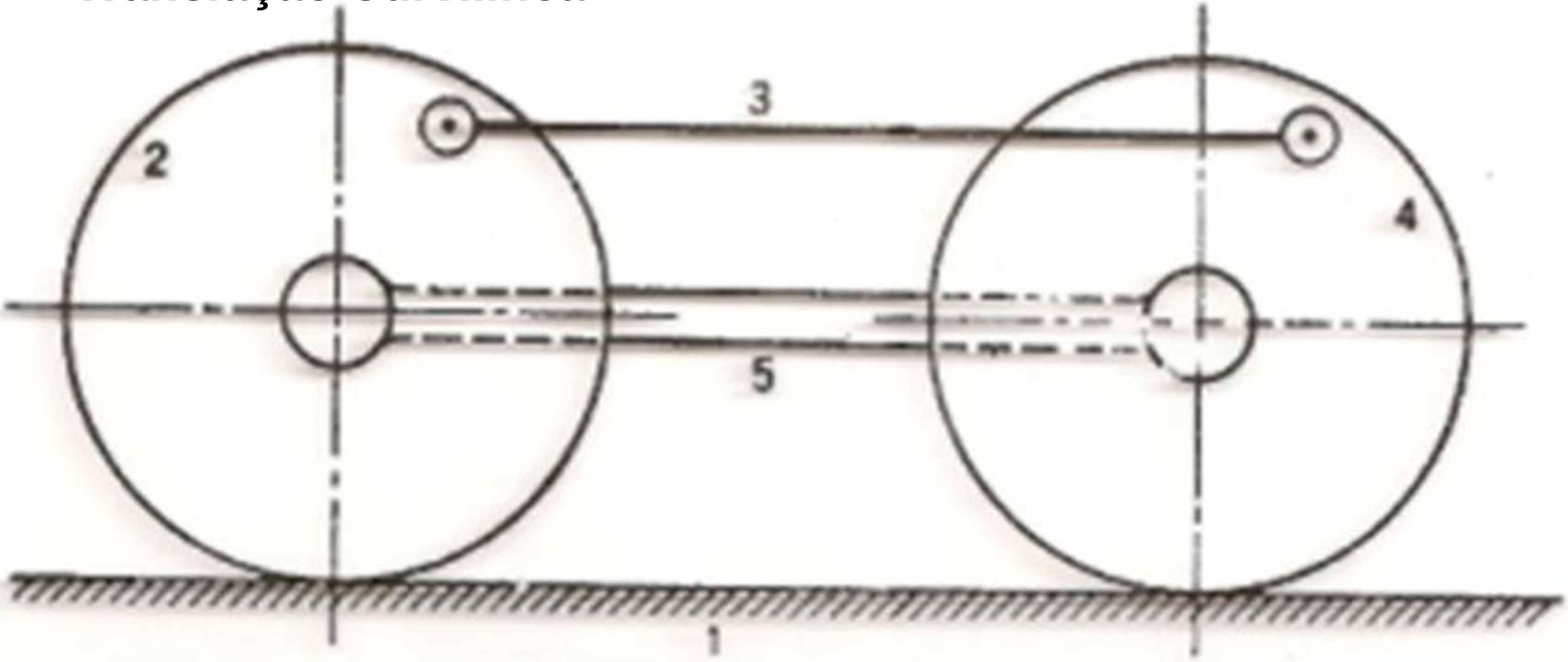
Exemplos



Rotação

Translação Retilínea

Translação Curvilínea



Representações Vetoriais

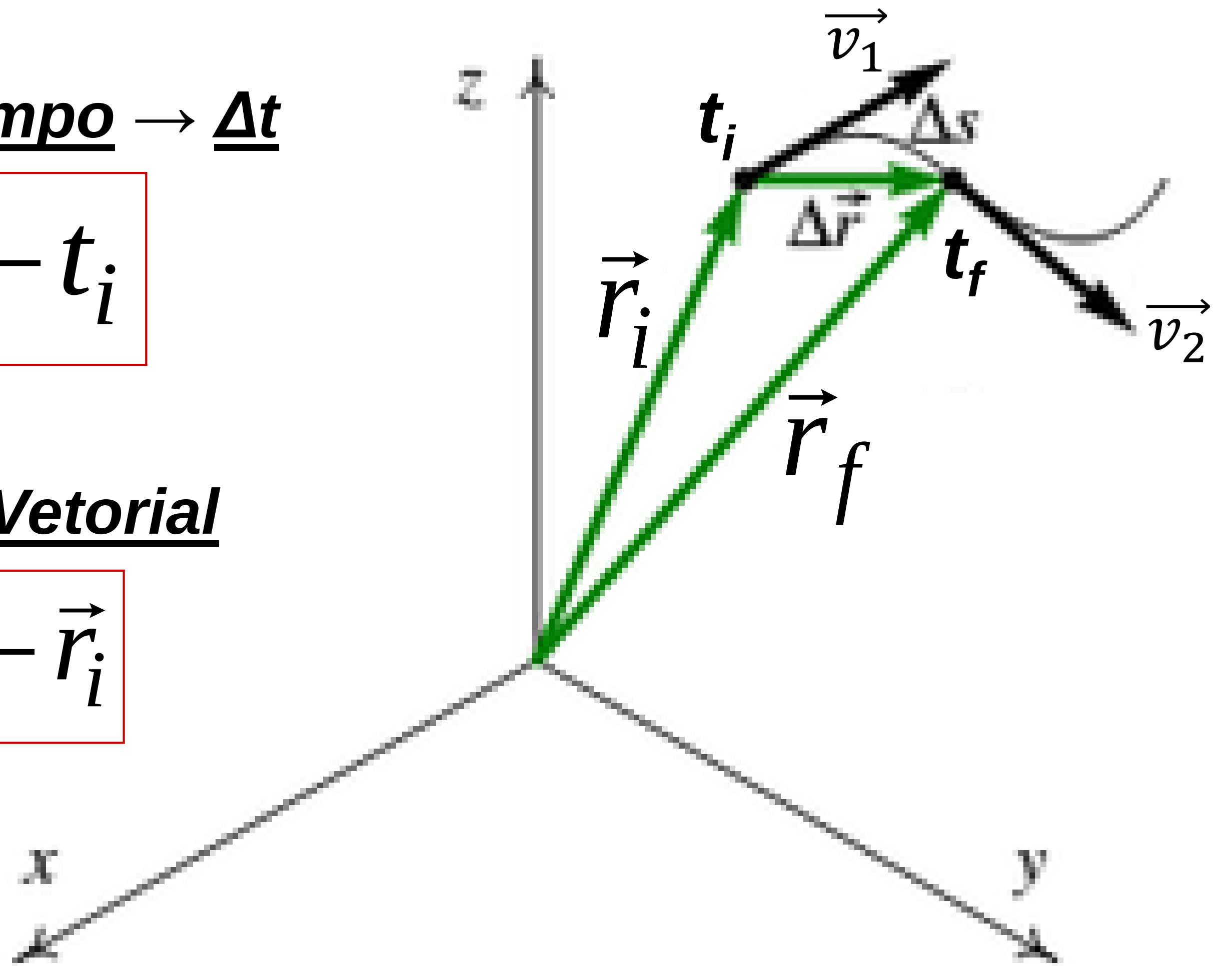
- **_Posição Vetorial_** → em relação ao Sist. Referência

- **_Intervalo de Tempo_ → _Δt_**

$$\boxed{\Delta t = t_f - t_i}$$

- **_Deslocamento Vetorial_**

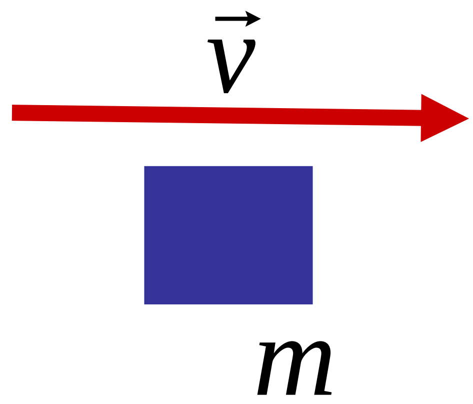
$$\boxed{\Delta\vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i}$$



$\overrightarrow{v_1}$ e $\overrightarrow{v_2}$ → *velocidades instantâneas*

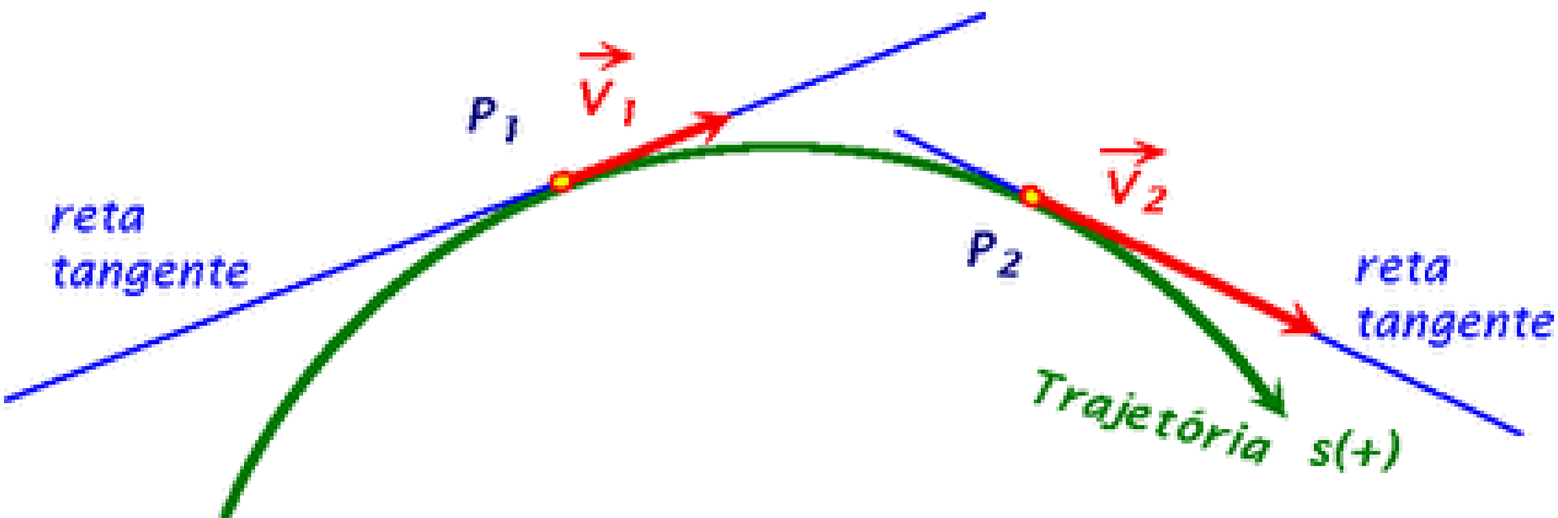
Representações Vetoriais

- ***Velocidade Média Vetorial*** → $$\boxed{\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}}$$



Se ***Δt*** → ***0***, ***Δr*** → **reta tangente**

- ***Velocidade Instantânea Vetorial***

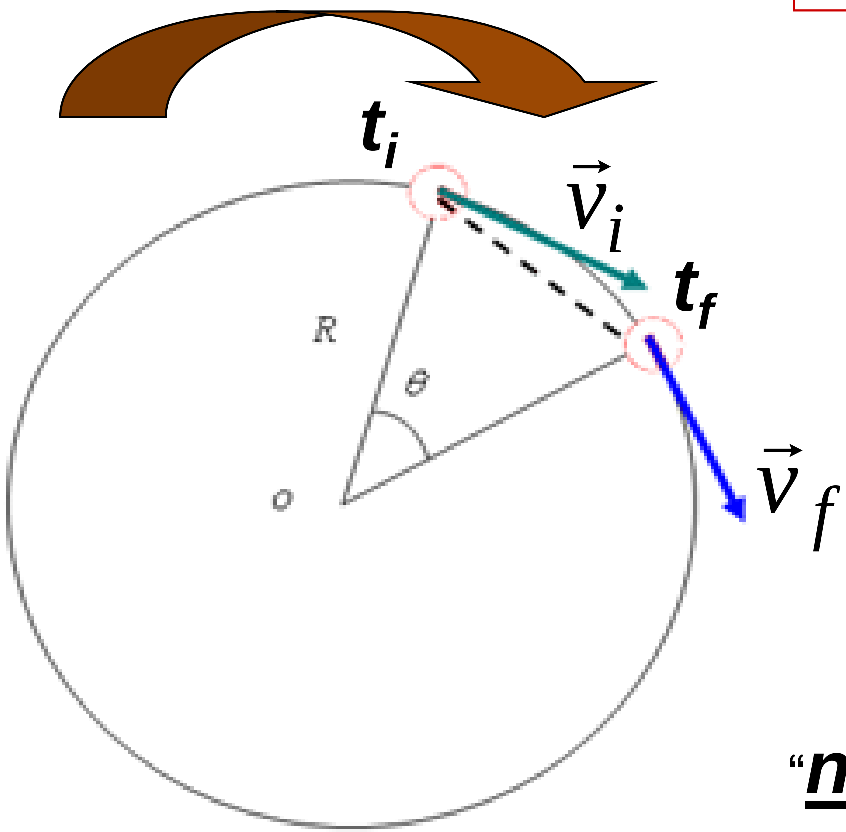


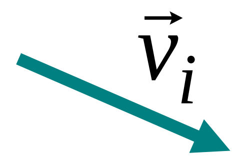
"***sempre*** tangente à trajetória"

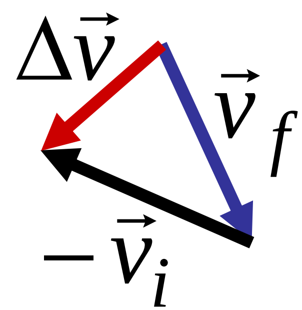
- ***<u>Aceleração</u> <u>Vetorial</u>*** $\rightarrow$ $$\boxed{\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}}$$

onde, $$\boxed{\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i}$$

$$\boxed{\Delta\vec{v} = \vec{v}_f + \left(-\vec{v}_i\right)}$$







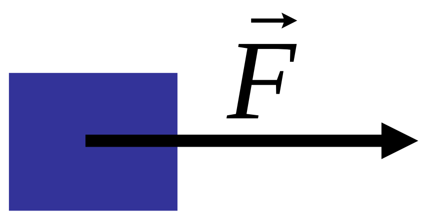
"***<u>não</u>*** está, obrigatoriamente, tangente à trajetória"

Representações Vetoriais

Dica: reduzir o corpo estudado em corpo rígido (ou *ponto material*).

$\equiv$

- ***Força***



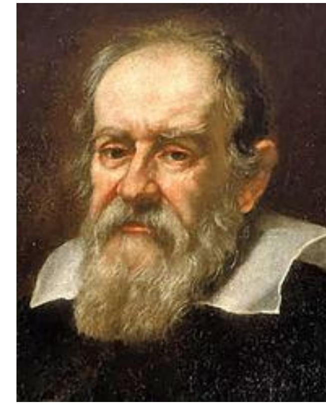
$m \longrightarrow$ *corpo rígido*

<u>Princípio da Relatividade de Galileu</u>

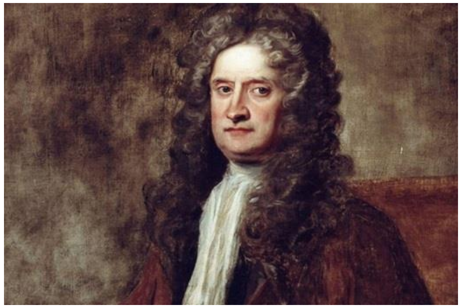
Para experiências realizadas dentro de um sistema, seu movimento de translação, se for uniforme, ***<u>não</u>*** pode ser notado.

Todos os sistemas de referência inerciais são equivalentes. Portanto, em todos eles, valem as Leis da Física.

Para Galileu e Newton, o tempo e a posição são ***<u>absolutos</u>***, isto é, ***<u>não</u>*** dependem do movimento.



Galileu Galilei
1564 - 1642



Isaac Newton
1642 - 1727

***Dinâmica**: parte da Mecânica que estuda movimentos, considerando as forças atuantes no corpo.*

Leis de Newton da Mecânica

(Isolar os corpos em estudo)

Princípio da Inércia

Um corpo mantém seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, exceto quando uma força resultante externa (≠ 0) atuar sobre ele.

Princípio Fundamental da Dinâmica de Translação

*Um corpo com massa (**m**) sobre o qual atua uma força resultante externa resultante ($\vec{F}_{\mathrm{Res}}$), fica submetido a uma aceleração linear ($\vec{a}$).*

$$\boxed{\vec{F}_{\mathrm{Res}} = m.\vec{a}}$$

Princípio da Ação/Reação

A toda ação ($\vec{F}$) corresponde uma reação ($-\vec{F}$), de mesma intensidade, mesma direção, sentidos opostos e aplicadas em corpos diferentes.

Receita de bolo para resolver problemas de Dinâmica:

- Isolar o corpo ***rígido*** em estudo e aplicar as forças externas atuantes nele;

- Instalar um sistema de referência inercial (laboratório);

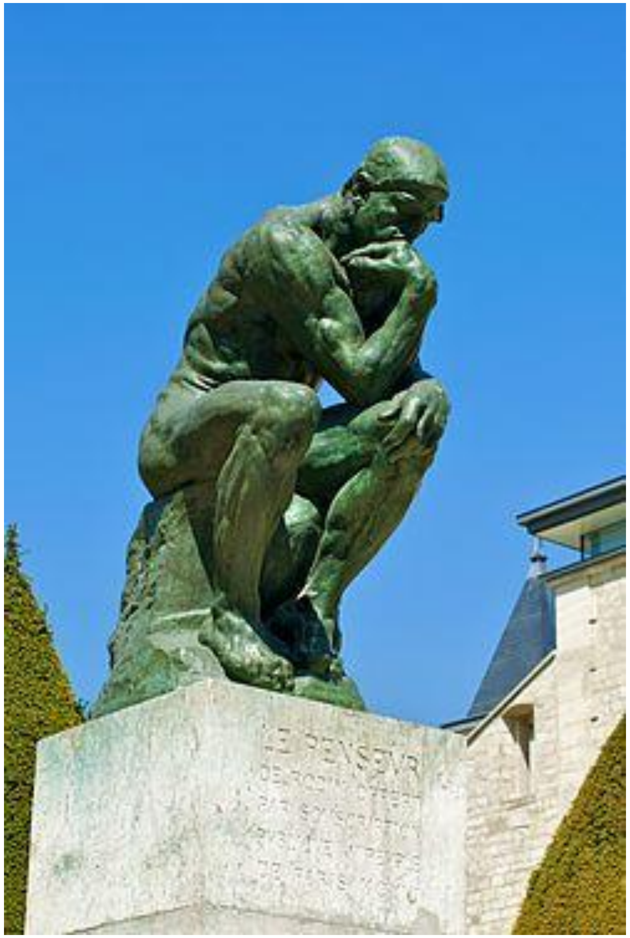
- Adotar um sentido de movimento para o corpo (vide observação no rodapé);

- Aplicar os Princípios de Newton para resolver a parte dinâmica;

- Usar as expressões da ***Cinemática*** para encontrar as grandezas como, p. e., posição, velocidade, instante, aceleração etc;

Obs.: no caso de uma das grandezas físicas resultar em um valor negativo, isto significa que o vetor da grandeza em questão aponta no sentido contrário ao do adotado como sentido do movimento.

Assim, qual é a pergunta básica a se fazer ?



"Le Penseur"
≈ 1904

François-Auguste-René
Rodin
1840 - 1917

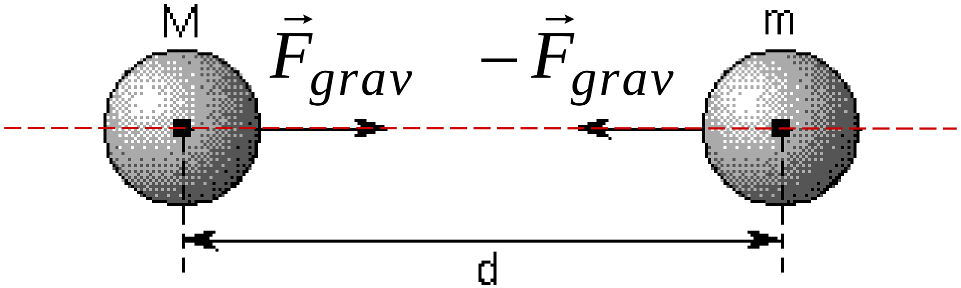
Ao isolar o corpo em questão, pergunte-se:
quais são as ações (ou forças) externas que agem sobre ele ?

Principais Forças na Mecânica

- de ***Ação Gravitacional***:

$$\boxed{G = 6{,}67384 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}}$$

"Massa ***atrai*** *massa na razão direta entre elas e na inversa da distância entre elas, elevada ao quadrado."*



$$\vec{F}_{grav} \qquad -\vec{F}_{grav}$$

$$\boxed{F_{grav} = G \times \frac{M \times m}{d^2}}$$

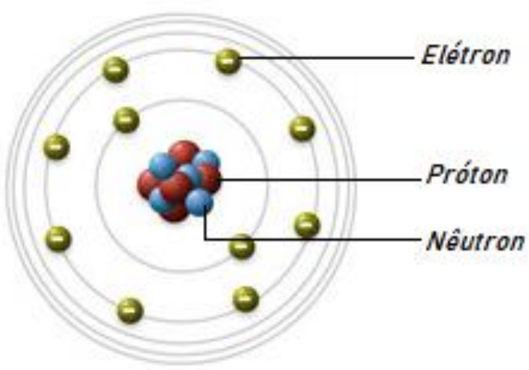
$$\boxed{P = m \times g}$$

$$M_{Terra} \cong 5{,}96.10^{+24} kg$$

$$R_{Terra} \cong 6{,}4.10^{+6} m$$

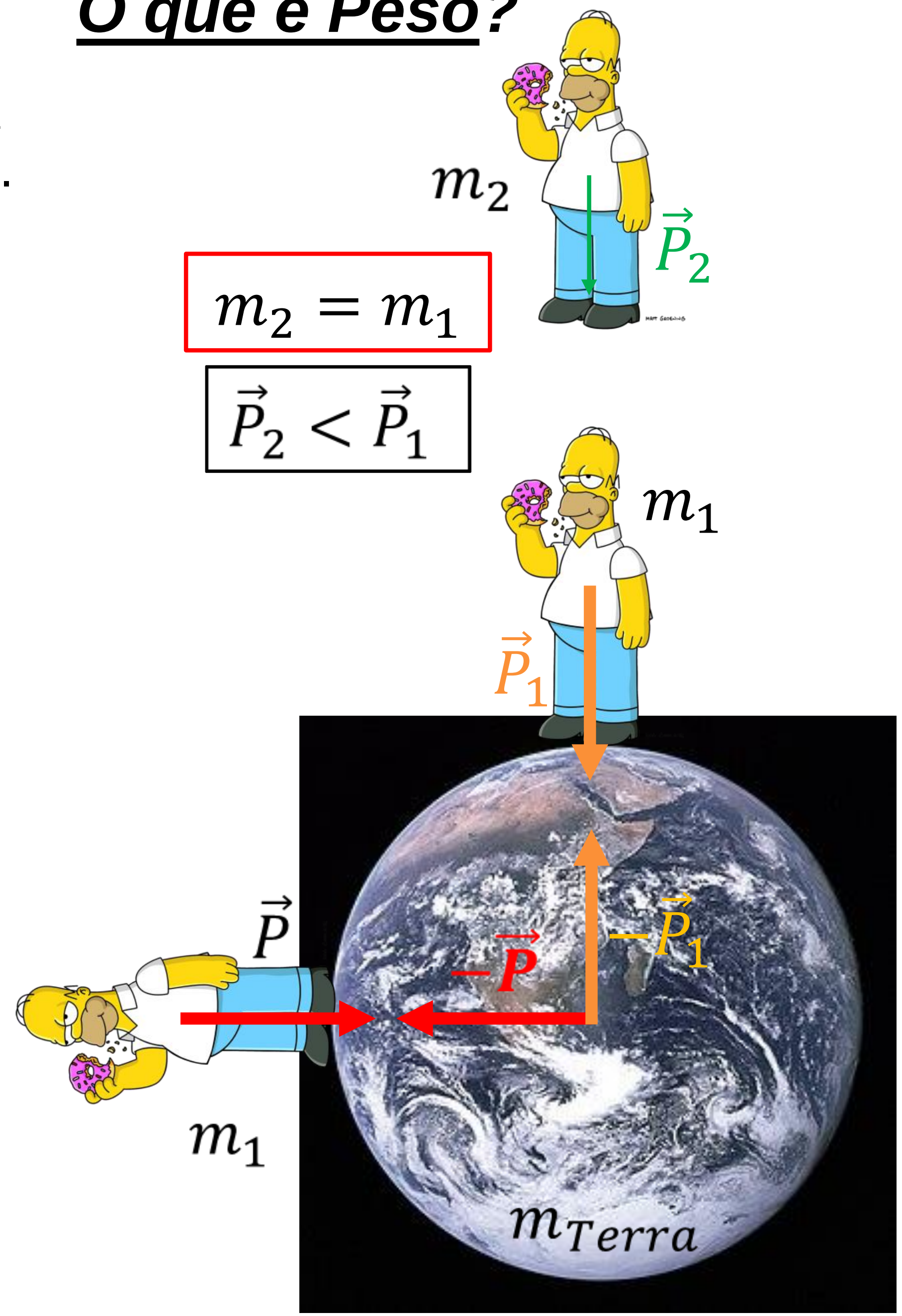
Mas, o que é Massa?

é uma ***grandeza invariável*** que designa a quantidade de matéria presente num corpo.



Galáxia do Triângulo
3 milhões de anos-luz
40 bilhões de estrelas

O que é Peso?

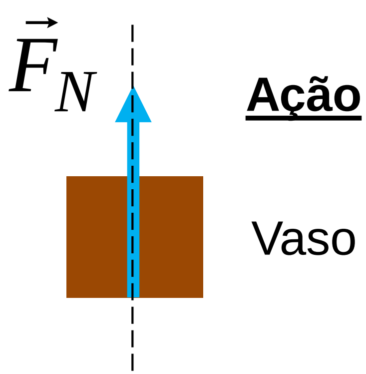


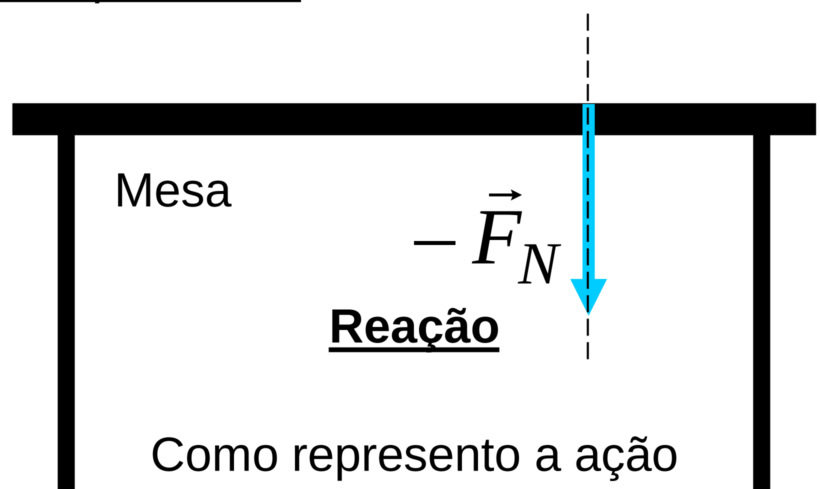
- de ***Contato***:

  - ***Normal***: a linha de ação da força está sempre presente em uma direção ***perpendicular*** às duas superfícies de apoio.

Representação Esquemática

Como represento a ação da *mesa* sobre o *vaso*?



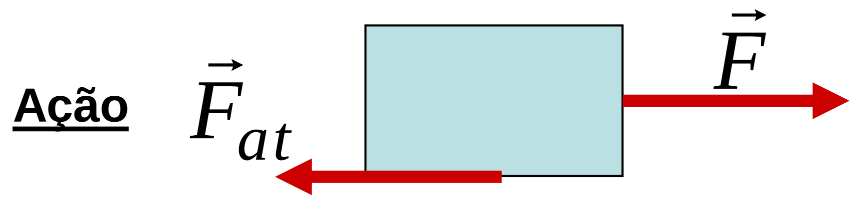


Como represento a ação do *vaso* sobre a *mesa*?

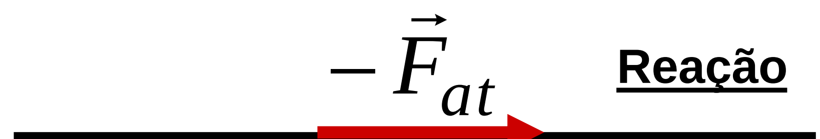
• de ***ATRITO***: a linha de ação é paralela (ou tangente) às superfícies de contato.

Representação Esquemática

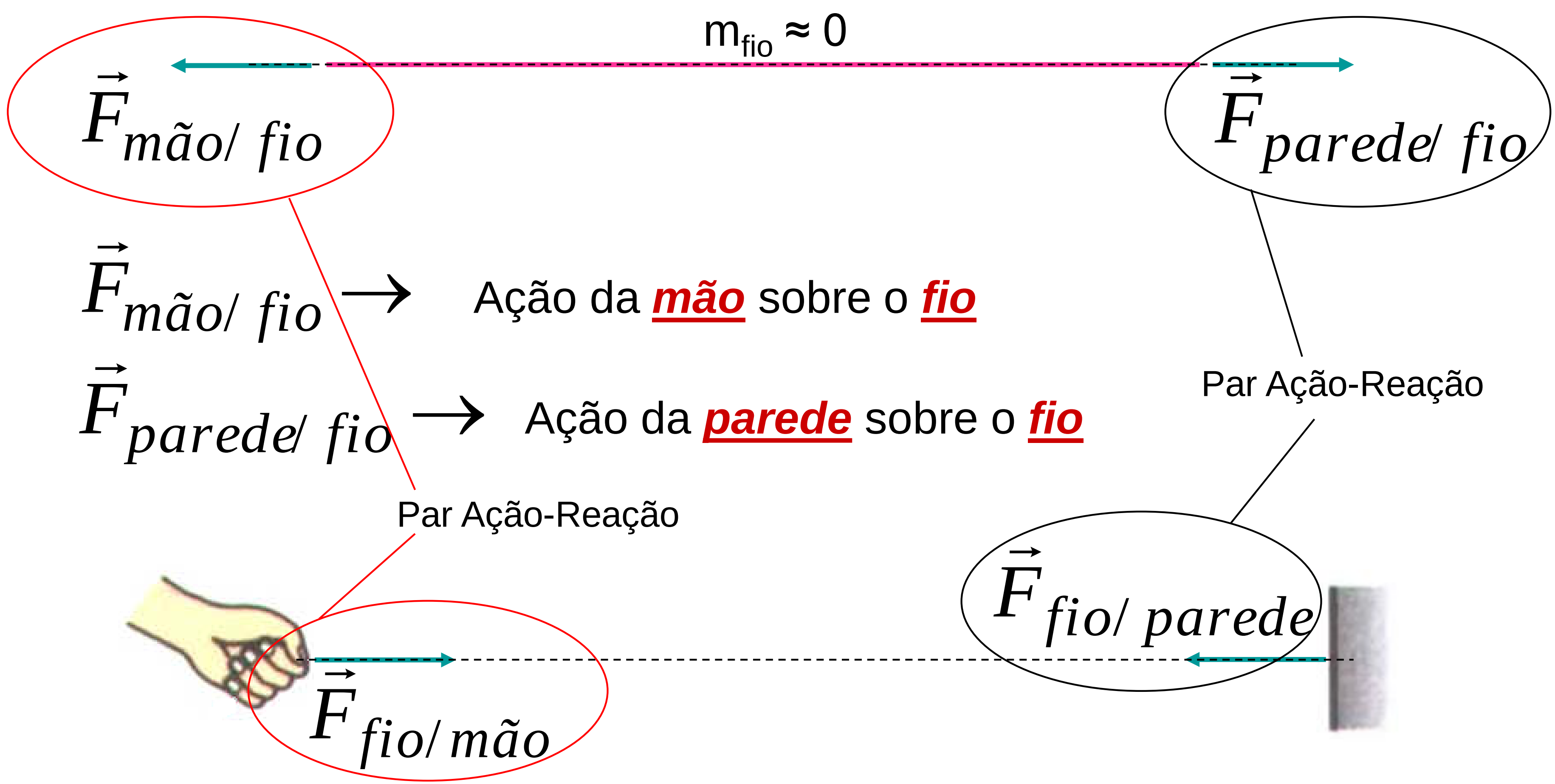
Como represento a ação do *piso* sobre o *bloco* ?



Como represento a ação do *bloco* sobre o *piso* ?



- ***__Tração em fios__*** (ou cabos, correntes, barbantes): o vetor tração acompanha a curvatura do fio. Para um mesmo fio, o módulo da tração é ***__sempre__*** o mesmo.



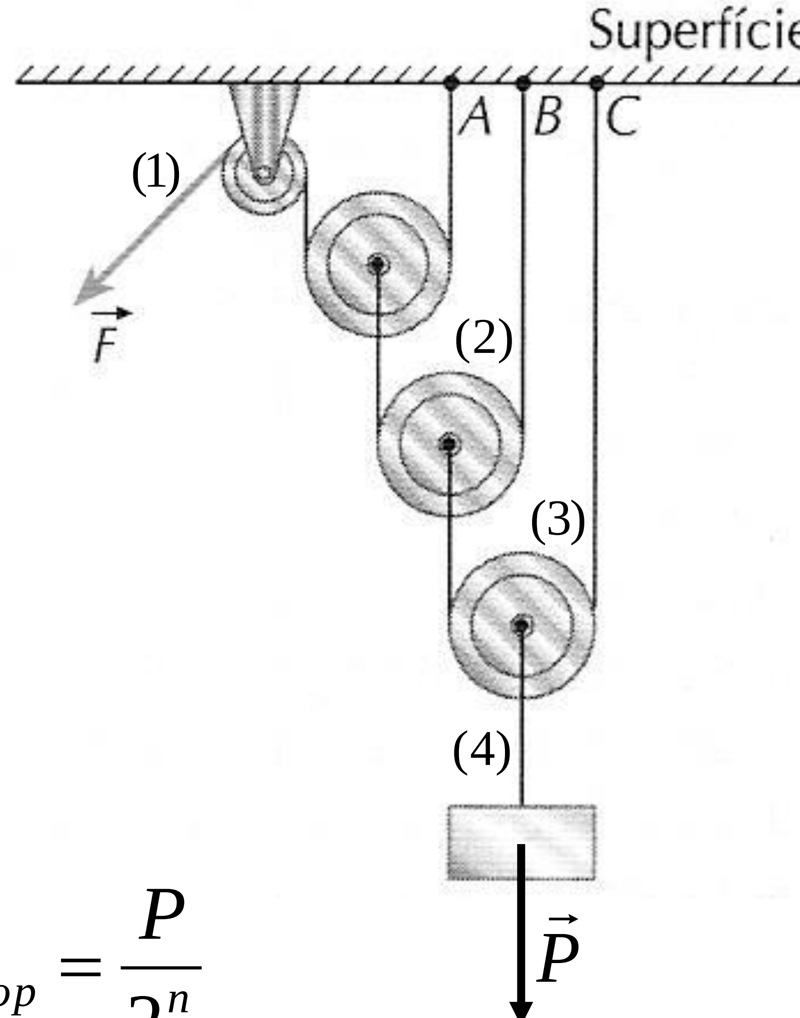
$\vec{F}_{mão/fio} \rightarrow$ Ação da ***__mão__*** sobre o ***__fio__***

$\vec{F}_{parede/fio} \rightarrow$ Ação da ***__parede__*** sobre o ***__fio__***

Exemplos: sistema de polias.

Guindaste
Sany America
SCC8150
2013

Talha Exponencial

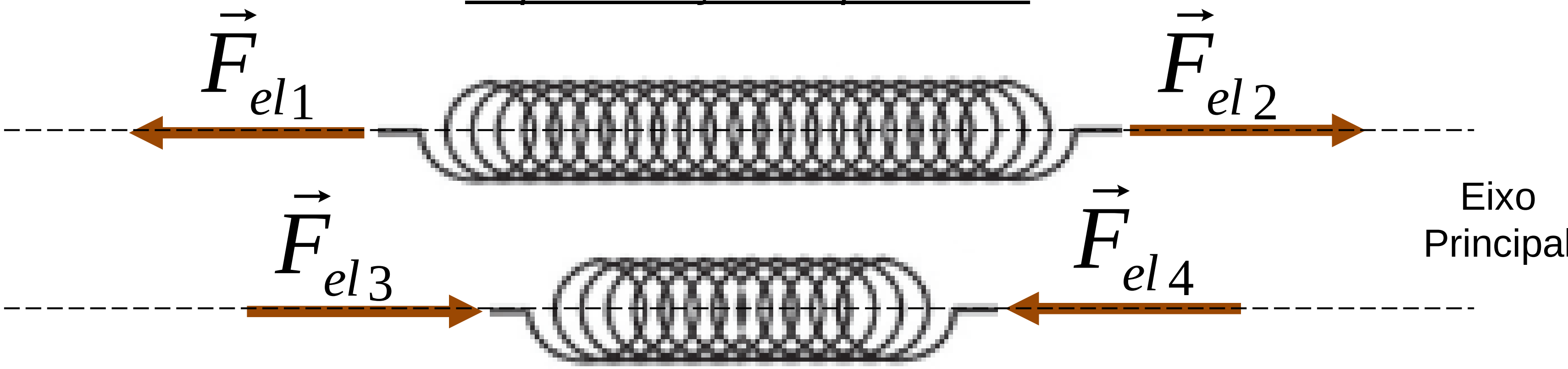


$$F_{op} = \frac{P}{2^n}$$

$n \rightarrow$ número de polias ***móveis***

- ***Elástica***: a linha de ação da força elástica passa pelo eixo longitudinal da mola.

Representação Esquemática



Molas de suspensão de automóveis

$$\boxed{\left|\vec{F}_{elástica}\right| = k.\Delta x}$$

k → constante elástica da mola
Δx → deformação da mola

Não se esqueça de assistir aos seguintes vídeos:

https://www.youtube.com/watch?v=0lmB4pNgQWU - Princípio da Inércia

https://www.youtube.com/watch?v=ZQPO9-LGoAU - Princípio Fundamental da Dinâmica

https://www.youtube.com/watch?v=R9hh0WPe8Uc - Princípio da Ação e Reação

Não se esqueça de assistir aos seguintes vídeos:

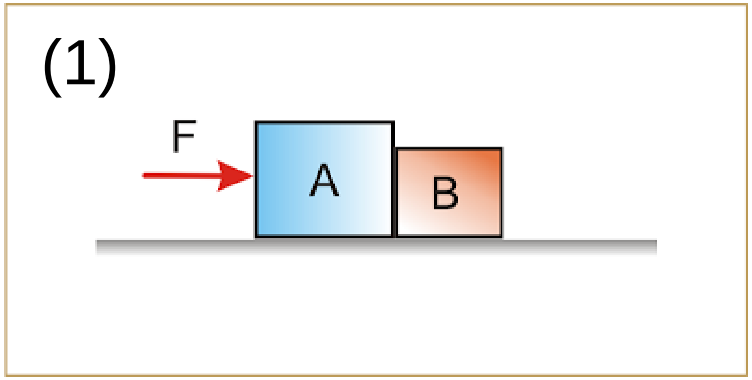
- https://www.youtube.com/watch?v=LFru9HFlSjQ - Atrito
- https://www.youtube.com/watch?v=gHe26-eI4fc&t=76s - Atrito estático e dinâmico, com aplicação

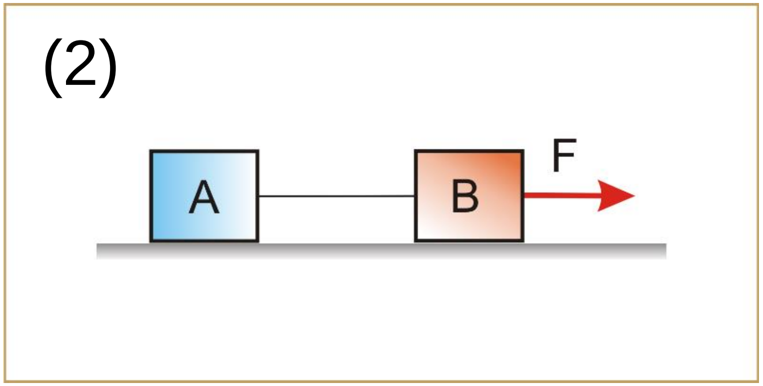
Exercícios

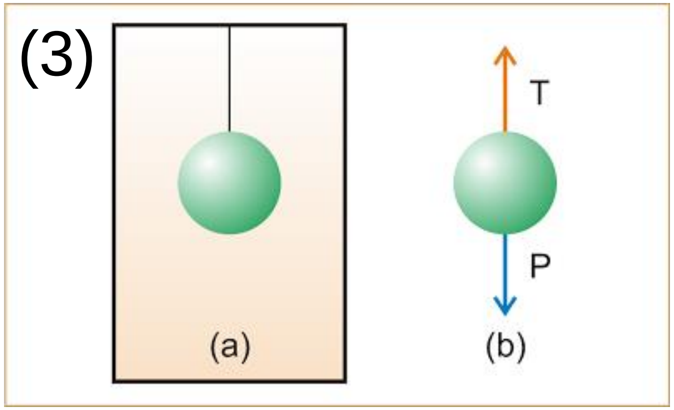
Parte 1

Para os exercícios de 01 a 08, represente e descreva as forças atuantes nos blocos, no piso, no fio e no Planeta Terra.

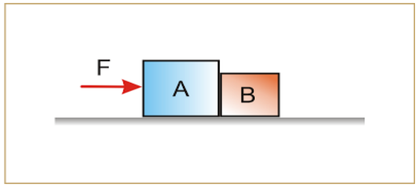
Inicialmente, suponha que os sistemas estejam ***parados***.



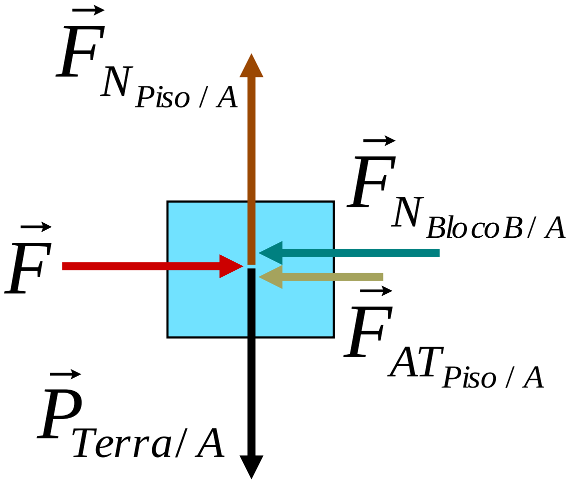




Resolução do exercício (1):



- Isolar o *bloco (A)*:



$F \rightarrow$ Ação externa sobre o bloco A (p.e., um dedo empurrando o bloco A)

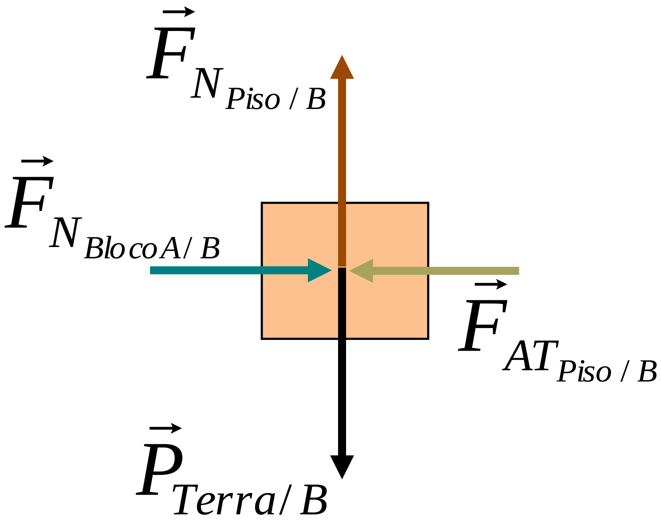
$P_{Terra/A} \rightarrow$ Ação gravitacional do Planeta Terra sobre o bloco A

$F_{N(Piso/A)} \rightarrow$ Força de contato *normal* do piso sobre o bloco A

$F_{AT(Piso/A)} \rightarrow$ Força de contato de *atrito* do piso sobre o bloco A

$F_{N(Bloco\ B/A)} \rightarrow$ Força de contato *normal* do bloco B sobre o bloco A

- Isolar o *bloco (B)*:



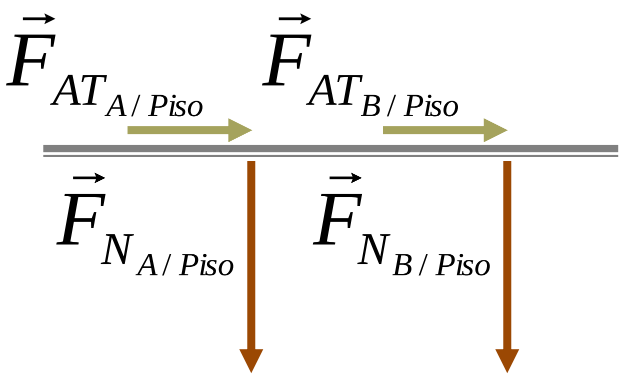
$P_{Terra/B}$ → Ação gravitacional do Planeta Terra sobre o bloco B

$F_{N(B)}$ → Força de contato <u>*normal*</u> do piso sobre o bloco B

$F_{AT(Piso/B)}$ → Força de contato de <u>*atrito*</u> do piso sobre o bloco B

$F_{N(Bloco\ A/B)}$ → Força de contato de <u>*normal*</u> do bloco A sobre o bloco B

- Isolar o *piso*:



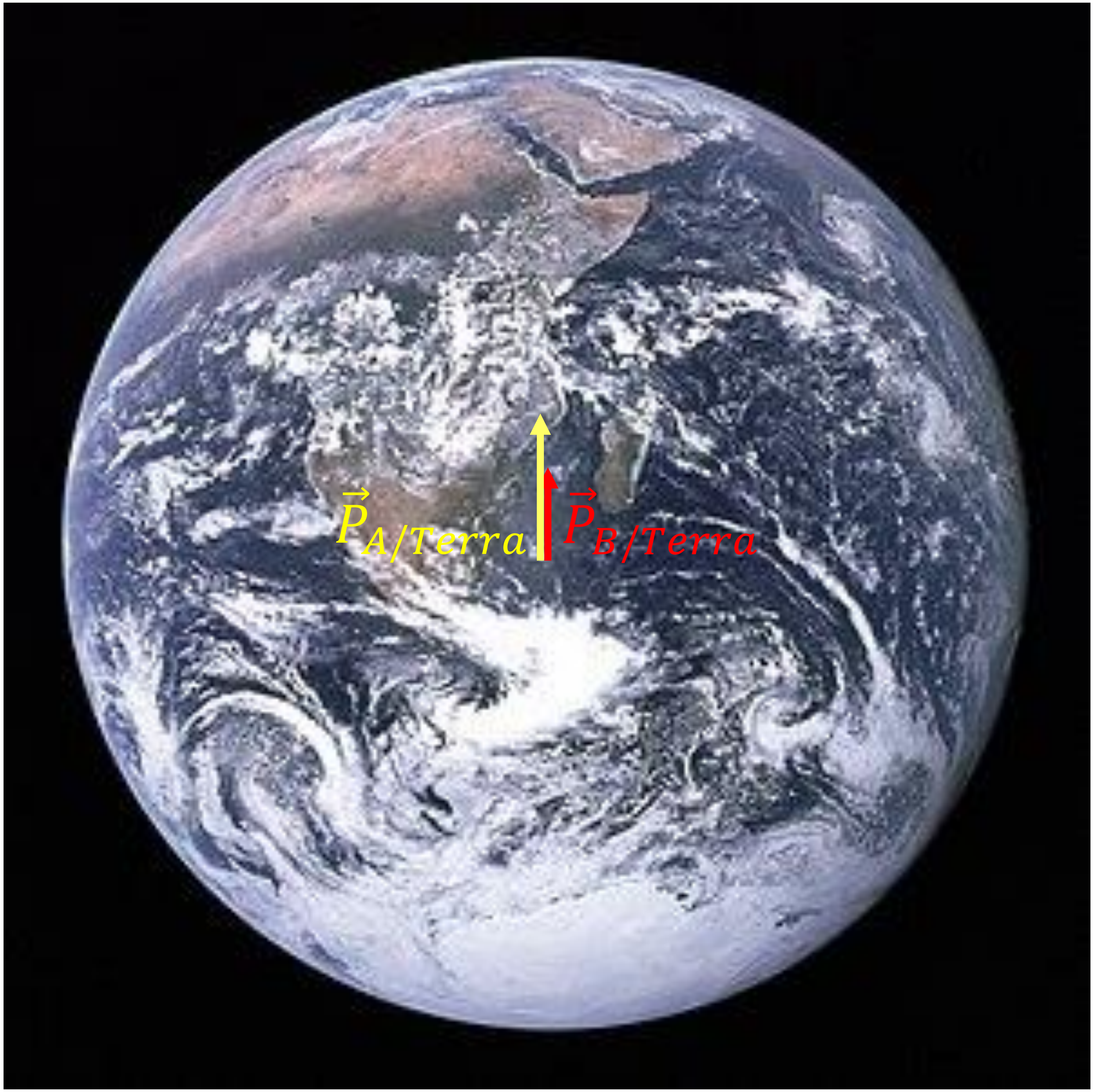
\- $F_{AT(A/Piso)}$ → Força de contato de <u>*atrito*</u> do bloco A sobre o piso

\- $F_{N(A/Piso)}$ → Força de contato <u>*normal*</u> do bloco A sobre o piso

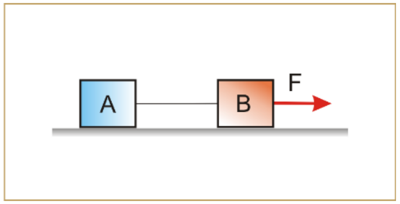
\- $F_{AT(B/Piso)}$ → Força de contato de <u>*atrito*</u> do bloco B sobre o piso

\- $F_{N(B/Piso)}$ → Força de contato <u>*normal*</u> do bloco B sobre o piso

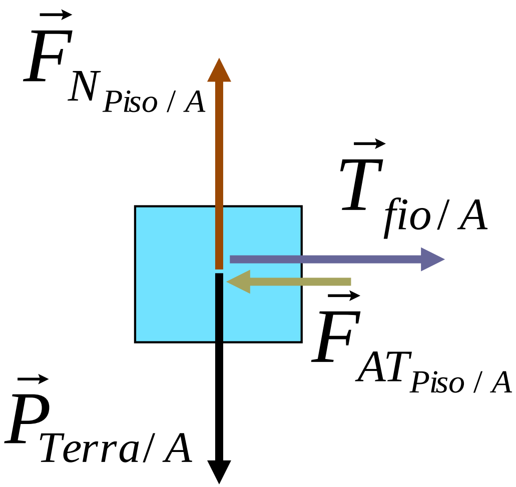
- E a reação a P_A e P_B?



Resolução do exercício (2):



- Isolar o *bloco (A)*:



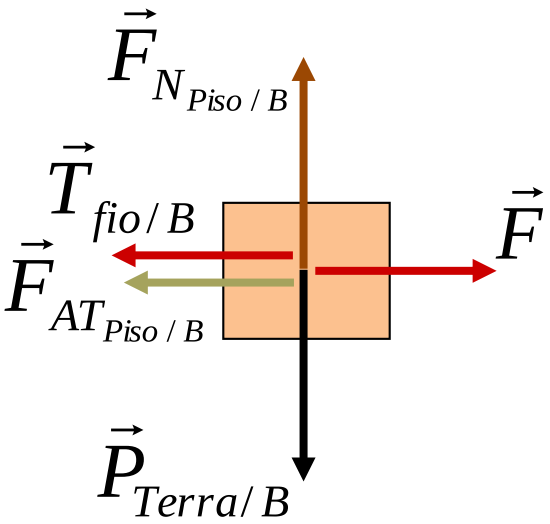
$P_{Terra/A} \rightarrow$ Ação gravitacional do Planeta Terra sobre o bloco A

$F_{N(Piso/A)} \rightarrow$ Força de contato *normal* do piso sobre o bloco A

$F_{AT(Piso/A)} \rightarrow$ Força de contato de *atrito* do piso sobre o bloco A

$T_{fio/A} \rightarrow$ Ação do fio sobre o bloco A (Tração do fio)

- Isolar o *bloco (B)*:



F → Ação externa sobre o bloco B (p.e., um fio sendo puxado)

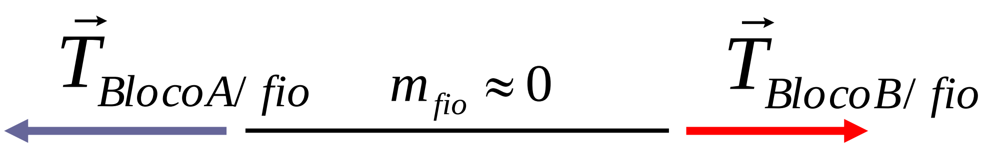
$P_{Terra/B}$ → Ação gravitacional do Planeta Terra sobre o bloco B

$F_{N(B)}$ → Força de contato *normal* do piso sobre o bloco B

$F_{AT(Piso/B)}$ → Força de contato de *atrito* do piso sobre o bloco B

$T_{fio/B}$ → Ação do fio sobre o bloco B (*Tração* do fio)

- Isolar o *fio*:

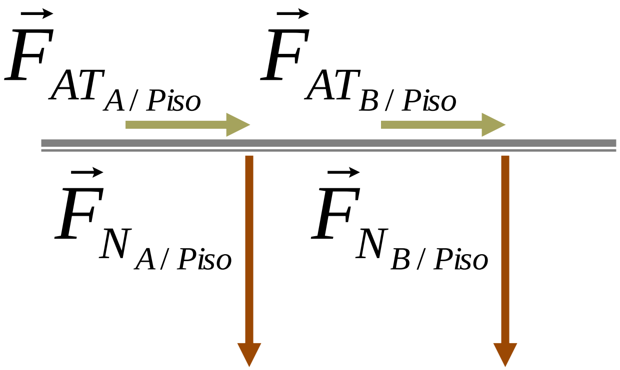


$T_{Bloco\ A/fio}$ → Ação do bloco A sobre o fio (*Tração* do fio)

$T_{Bloco\ B/fio}$ → Ação do bloco A sobre o fio (*Tração* do fio)

P_{fio} → Ação da Terra sobre o fio **= *0***

- Isolar o *piso*:



- $F_{AT(A/Piso)}$ → Força de contato de *atrito* do bloco A sobre o piso

- $F_{N(A/Piso)}$ → Força de contato *normal* do bloco A sobre o piso

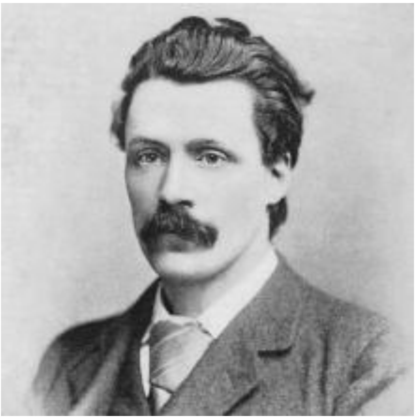
- $F_{AT(B/Piso)}$ → Força de contato de *atrito* do bloco B sobre o piso

- $F_{N(B/Piso)}$ → Força de contato *normal* do bloco B sobre o piso

- E a reação a P_A e P_B?

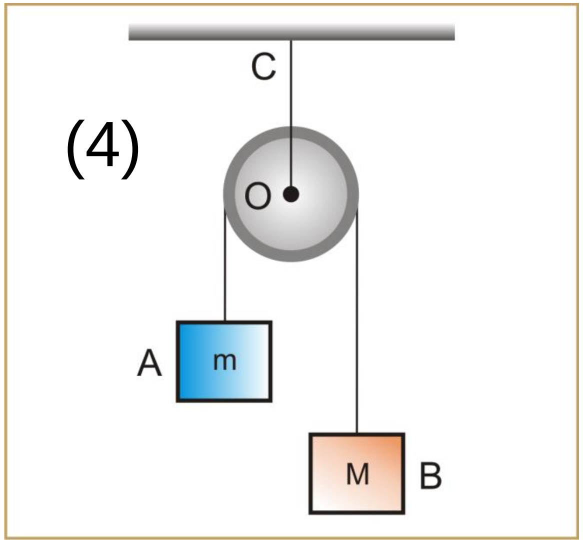
Exercícios

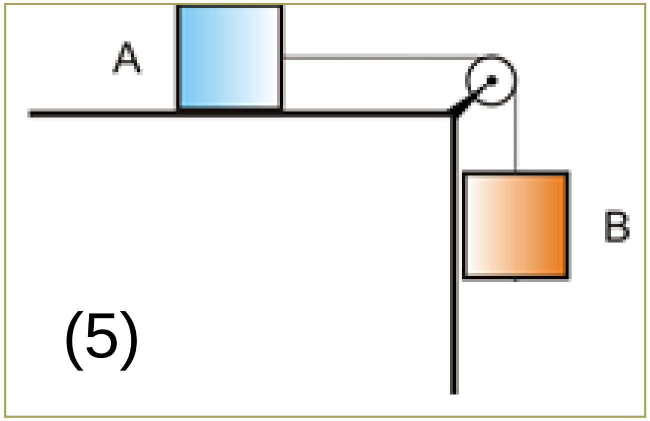
Parte 1

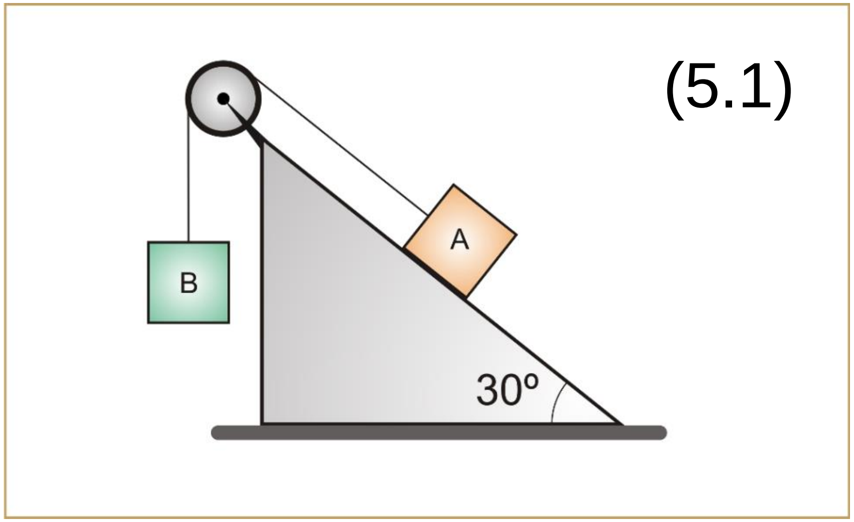


George Atwood
1745 - 1804

Máquina de Atwood
1784

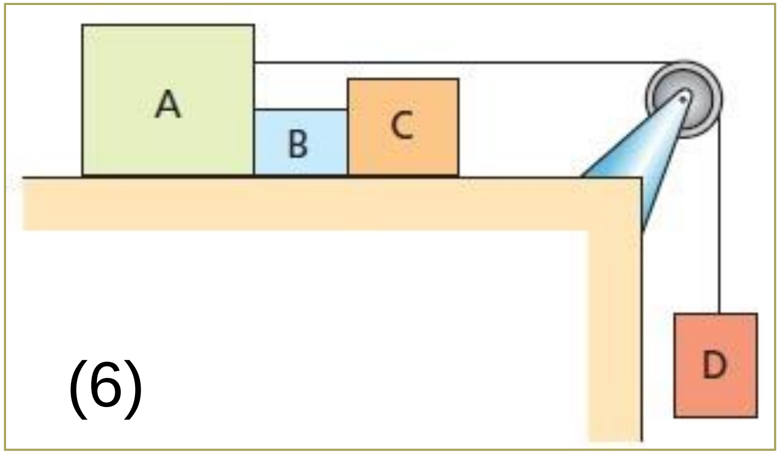




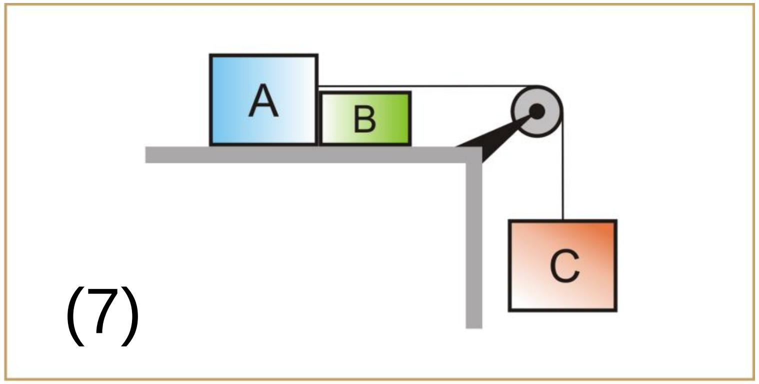


Exercícios

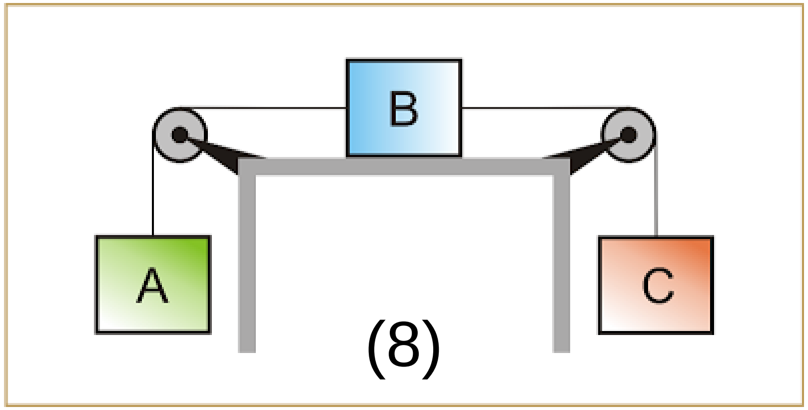
Parte 1



(6)



(7)



(8)

Exercícios

Parte 2

Para os exercícios de 01 a 08, descreva e represente cada uma das forças atuantes nos blocos, no piso e no fio.

Agora os sistemas ***podem*** estar em movimento.

1. Dois blocos A e B de massas m e M, respectivamente, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. Uma força horizontal constante de intensidade F é aplicada ao bloco A.

a) O que ocorre com o peso e força normal que agem em cada bloco?

b) Sendo ***f*** a intensidade da força que A exerce em B, qual é a intensidade da força que B exerce em A?

c) Represente todas as forças que agem nos blocos A e B, assim como a aceleração que eles adquirem.

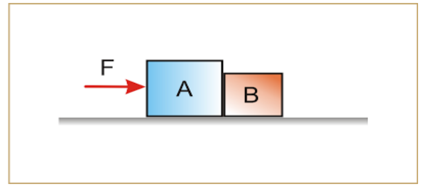
d) Qual é a intensidade da força resultante que age em A e em B?

e) Aplique a cada um dos blocos a segunda lei de Newton, também chamada Princípio Fundamental da Dinâmica de Translação (PFDT) e obtenha duas equações escalares, relacionando as intensidades das forças resultantes e a intensidade da aceleração.

f) Calcule a intensidade da aceleração a e a intensidade da força f, considerando F = 12 N, m = 1,0 kg e M = 2,0 kg.

2. Dois blocos A e B de massas m = 1,0 kg e M = 2,0 kg, respectivamente, estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa e ligados por um fio ideal. Uma força horizontal constante de intensidade F = 12 N é aplicada ao bloco B. Determine a intensidade da aceleração dos blocos e a intensidade da força de tração no fio.

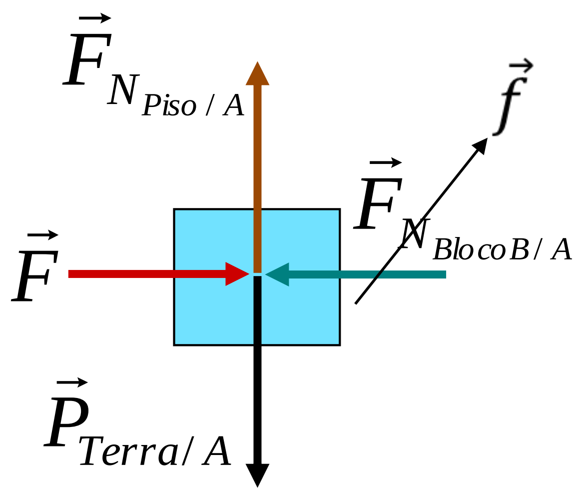
Resolução do Exercício 1, parte 2



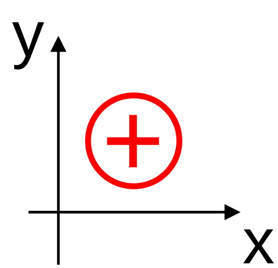
Resolução:

$$\boxed{\vec{F}_{Res} = m.\vec{a}}$$

- Isolar o *bloco (A)*:



Sentido do movimento

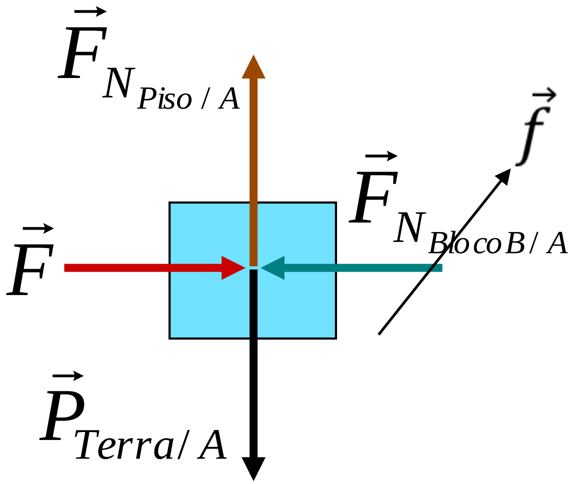


- *PFDT em x* :

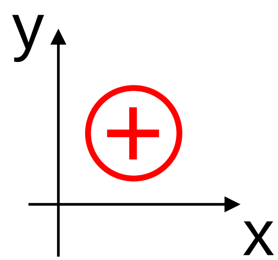
$$\Sigma F_{Ax} = m_A . a_{Ax}$$

$$+F + \left(-\cancelto{f}{F_{N_{BlocoB/A}}}\right) = m_A.(+a_{Ax})$$

$$\boxed{F - f = m_A . a_{A_x}} \quad (1)$$



Sentido do movimento



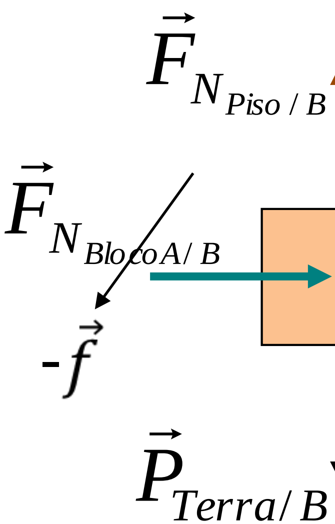
• *PFDT em y* :

$$\Sigma F_{Ay} = m_A . a_{Ay}$$

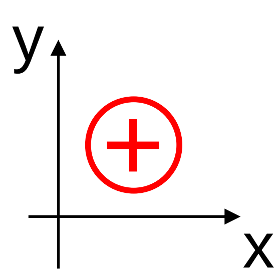
$$+F_{NA} + (-P_A) = m_A . (\cancelto{0}{a_{Ay}})$$

$$\boxed{F_{NA} = P_A}$$

• isolar o *bloco (B)*:



Sentido do movimento

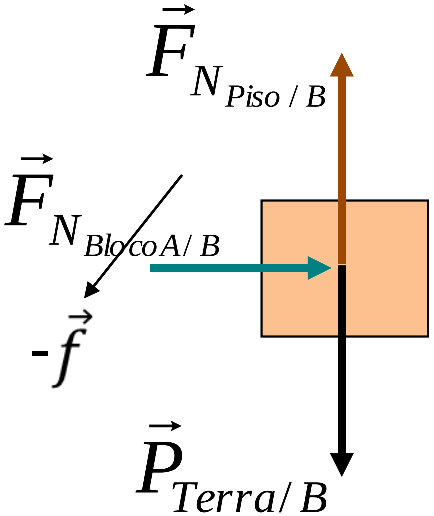


• *PFDT em x* :

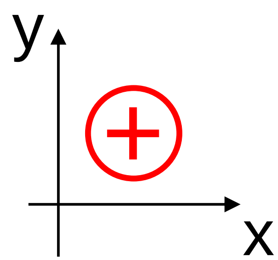
$$\Sigma F_{Bx} = m_B . a_{Bx}$$

$$+F_{N\,AB} = m_B . (+a_{Bx})$$

$$\boxed{f = m_B . a_{B_x}} \quad (2)$$



Sentido do movimento



• *PFDT em y* :

$$\Sigma F_{By} = m_B . a_{By}$$

$$+F_{NB} - P_B = m_B.(\cancelto{0}{a_{By}})$$

$$\boxed{F_{NB} = P_B}$$

• Condição cinemática: $a_{Ax} = a_{Bx} = a$

$$\begin{cases} F - \cancel{f} = m_A . a \\ \quad \cancel{f} = m_B . a \end{cases} +$$

$$F = m_A . a + m_B . a$$

$$\boxed{a = +\frac{F}{m_A + m_B}}$$

Atribuindo valores para a determinação da ***a***:

$$a = +\frac{12}{1+2} \qquad \boxed{a = +4\frac{m}{s^2}}$$ (para a direita)

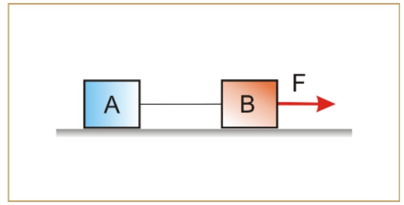
Determinação de ***f*** (intensidade da força de contato do corpo A sobre B):

$$f = m_B . a$$

$$f = 2.4$$

$$\boxed{f = 8N}$$ (para a direita)

- Para o caso do fio (Exercício 2):



Sentido do movimento $\longrightarrow$

$\overleftarrow{\quad}\ \vec{T}_{A/fio}$ fio $\vec{T}_{B/fio}\ \overrightarrow{\quad}$

massa desprezível (m ≈ 0)

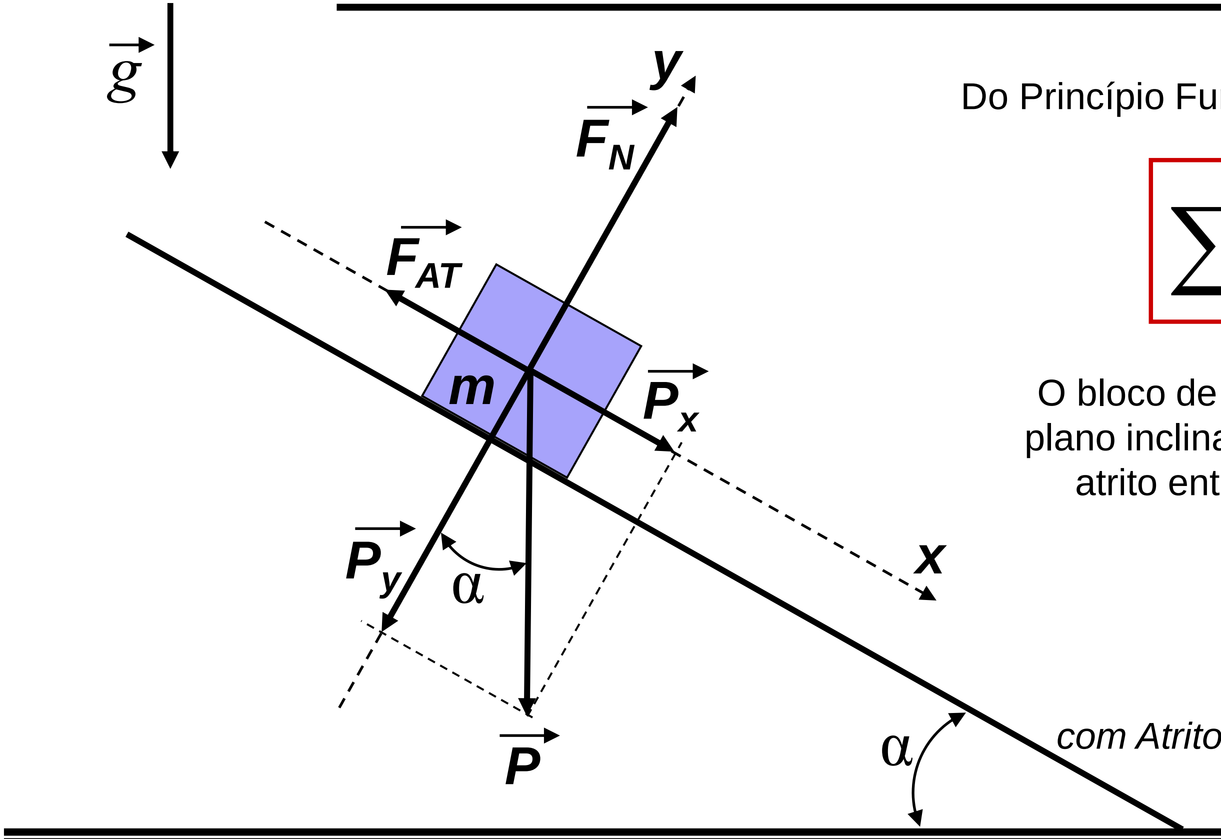
$$\boxed{\vec{F}_{\text{Res}} = m.\vec{a}}$$

- *PFDT em x* : $T_B - T_A = \cancel{m_{fio}}^{\approx 0} \,.\, a_{fio}$

$$\boxed{T_B = T_A}$$

“Ao longo de um ***mesmo fio, cabo, corrente***, a tração é ***sempre constante***.”

Análise Física do Plano Inclinado



Do Princípio Fundamental da Dinâmica vem que:

$$\boxed{\sum \vec{F} = m.\vec{a}}$$

O bloco de massa ***m*** está parado sobre o plano inclinado, em função da presença de atrito entre as superfícies (***v*** e ***a*** = ***0***).

$$\Sigma F_x = m.\cancelto{0}{a_x}$$

$$\Sigma F_x = P_x - F_{AT} = 0$$

$$P_x = P.sen\alpha = m.g.sen\alpha$$

$$F_{AT} = m.g.sen\alpha$$

$$\Sigma F_y = m.a_y$$

$$\Sigma F_y = F_N - P_y = m.\cancelto{0}{a_y}$$

$$P_y = P.cos\alpha = m.g.cos\alpha$$

$$F_N = P_y = P.cos\alpha = m.g.cos\alpha$$

Dividindo-se F_{AT} por F_N :

$$\frac{F_{AT}}{F_N} = \frac{\cancel{m.g}.\sin\alpha}{\cancel{m.g}.\cos\alpha} = \tan\alpha$$

$$\frac{F_{AT}}{F_N} = \tan\alpha = \mu$$

onde μ recebe o nome de *Coeficiente de Atrito Estático* (μ_{est}), pois **não** existe escorregamento entre as superfícies. A tabela abaixo apresenta alguns valores do coeficiente de atrito ***estático*** (coluna do centro):

Materials	μ_s	μ_k
Steel on steel	0.74	0.57
Aluminum on steel	0.61	0.47
Copper on steel	0.53	0.36
Rubber on concrete (dry)	1.0	0.8
Rubber on concrete (wet)	0.3	0.25
Wood on wood	0.25-0.5	0.2
Glass on glass	0.94	0.4
Teflon on Teflon	0.04	0.04
Teflon on steel	0.04	0.04
Waxed wood on wet snow	0.14	0.1
Waxed wood on dry snow	0.10	0.04
Metal on metal (lubricated)	0.15	0.06
Ice on ice	0.1	0.03
Synovial joints in humans	0.01	0.003
Very rough surfaces		1.5

Ao usar um plano inclinado para determinar μ, procura-se ***sempre*** a condição limite de ***máximo ângulo*** de abertura.

Não se esqueça de assistir ao seguinte vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=UYm3tifz88I - Plano inclinado

3. Uma esfera de massa m = 1,0 kg é suspensa por um fio ideal ao teto de um elevador, conforme mostra a figura a. Na figura b representamos as forças que agem na esfera: seu peso de intensidade P e a força de tração de intensidade T. Sendo g = 10 m/s^2, determine T nos casos:

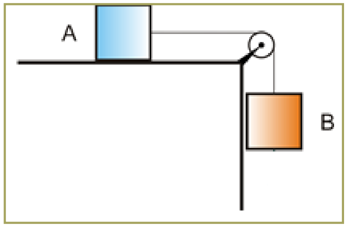
a) O elevador está parado.
b) O elevador sobe em movimento uniforme.
c) O elevador sobe acelerado com aceleração a = 2,0 m/s^2
d) O elevador desce acelerado com aceleração a = 2,0 m/s^2
e) O elevador desce em queda livre (a = g).

4. O dispositivo representado na figura, conhecido como ***<u>Máquina de Atwood</u>***, é constituído por dois blocos, A e B, de massas m e M, ligados por um fio ideal que passa por uma polia também ideal. Considere M = 3,0 kg, m = 2,0 kg e g = 10 m/s^2.

a) Represente as forças que agem em A e B;
b) Aplique o Princípio Fundamental da Dinâmica de Translação aos blocos e calcule a intensidade da aceleração de A e B e a intensidade da força de tração no fio que envolve a polia;
c) A intensidade da força de tração no fio OC.

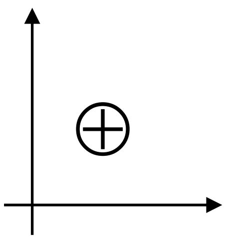
5. Considere dois blocos A e B de massas m = 2,0 kg e M = 3,0 kg, respectivamente. O bloco A está apoiado numa superfície horizontal perfeitamente lisa e é ligado, por um fio ideal, ao bloco B que se move verticalmente. Considere g = 10 m/s^2. Determine a intensidade da aceleração dos blocos e a intensidade da força de tração no fio.

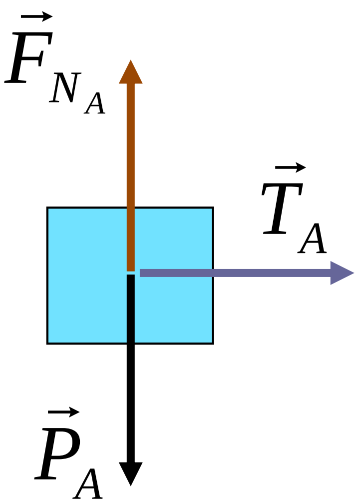
Resolução do exercício (5):



Considere dois blocos A e B de massas m = 2,0 kg e M = 3,0 kg, respectivamente. O bloco A está apoiado numa superfície horizontal (desconsiderar o atrito) e é ligado, por um fio ideal, ao bloco B que se move verticalmente. Considere g = 10 m/s². Determine a intensidade da aceleração dos blocos e a intensidade da força de tração no fio.

- Isolar o *bloco (A)*:





Sentido do movimento

$$\Sigma \vec{F}_A = m_A . \vec{a}_A$$

$$\begin{cases} \Sigma F_{x_A} = m_A . a_{x_A} \\ +T_A = m_A . a_{x_A} \quad (1) \end{cases}$$

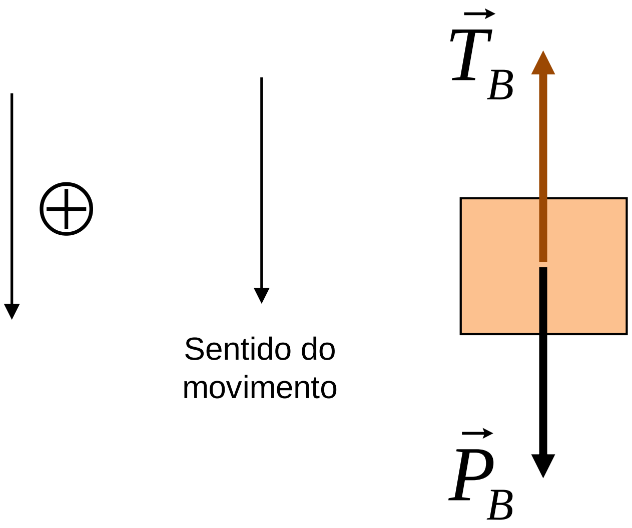
$\boxed{\text{2 incógnitas } (\boldsymbol{T_A} \text{ e } \boldsymbol{a_{xA}})}$

$$\Sigma F_{y_A} = m_A . a_{y_A}$$

$$+F_{N_A} - P_A = m_A . \cancelto{0}{a_{y_A}}$$

$$F_{N_A} = P_A = m_A . g$$

• Isolar o *bloco (B)*:



$$\left\{\begin{array}{l} \Sigma\vec{F}_B = m_B.\vec{a}_B \\ \Sigma F_{y_B} = m_B.a_{y_B} \\ +P_B - T_B = m_B.a_{y_B} \quad (2) \end{array}\right.$$

$\boxed{\text{2 incógnitas } (\boldsymbol{T_B} \text{ e } \boldsymbol{a_{yB}})}$

• uma consideração cinemática:

$$a_{x_A} = a_{y_B} = a$$

isto é, os ***módulos*** (não os vetores) das acelerações dos blocos são iguais.

• analisando o fio (é o mesmo fio):

$$T_A = T_B = T$$

$$\begin{cases} +T = m_A.a \\ +P_B - T = m_B.a \end{cases} \oplus$$

$$+P_B = m_A.a + m_B.a$$

$$\boxed{a = +\left(\frac{m_B}{m_A + m_B}\right).g}$$

$$\boxed{T = +\left(\frac{m_A.m_B}{m_A + m_B}\right).g}$$

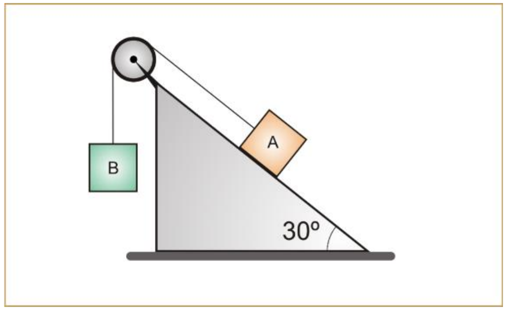
5. 1) Considere dois blocos A e B de massas m = 2.0 kg e M = 3,0 kg, respectivamente. O bloco A está apoiado numa plano inclinado perfeitamente liso e é ligado, por um fio ideal, ao bloco B que se move verticalmente. Considere g = 10 m/s^2. Determine a intensidade da aceleração dos blocos e a intensidade da força de tração no fio.

6. No arranjo experimental do esquema seguinte, desprezam-se os atritos e a influência do ar. O fio e a polia são ideais e adota-se para a aceleração da gravidade o valor 10 m/s^2. Sabendo que as massas de A, B, C e D valem,respectivamente, 7,0 kg, 0,5 kg, 1,5 kg e 6,0 kg, calcule as forças de contato entre os blocos e a tração no fio.

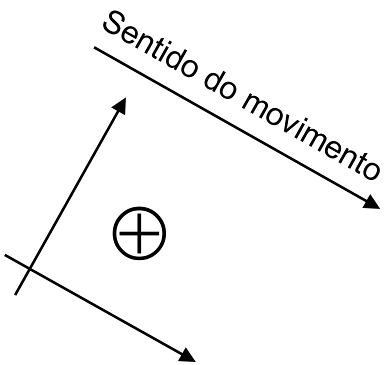
7. Para o sistema de blocos, considere a inexistência de atritos. As massas de A, B e C são, respectivamente, 2,0 kg, 1,0 kg e 3,0 kg. Seja g = 10 m/s^2. Determine a aceleração dos blocos, a intensidade da tração no fio que liga A e C e a intensidade da força que A exerce em B.

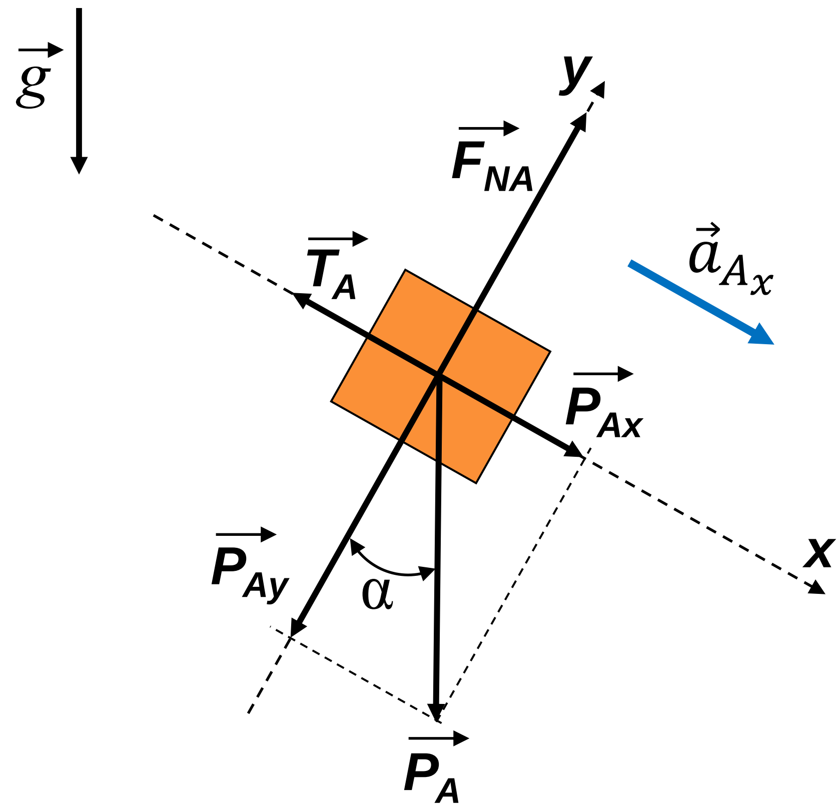
8. O bloco B, apoiado numa mesa horizontal e perfeitamente lisa, está ligado por meio de dois fios ideais aos blocos A e C. A aceleração do bloco B é para a direita e tem intensidade a = 2,0 m/s^2. As massas de A e B são respectivamente 1,0 kg e 2,0 kg. Considere g = 10 m/s^2. Determine as intensidades das forças de tração nos fios e a massa do bloco C.

Resolução do exercício (5.1):



- Isolar o *bloco (A)*:





$$\Sigma\vec{F}_A = m_A.\vec{a}_A$$

- *PFDT em x* :

$$\Sigma F_{A_x} = m_A . a_{A_x}$$

$$+P_{A_x} + (-T_A) = m_A . (+a_{A_x})$$

$$+P_{A_x} - T_A = m_A . a_{A_x}$$

$$\boxed{m_A . g . \sin\alpha - T_A = m_A . a_{A_x}} \quad (1)$$

- *PFDT em y* :

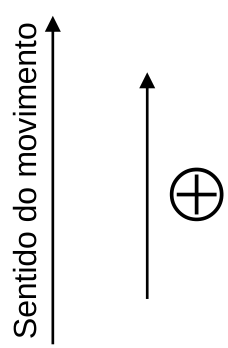
$$\Sigma F_{A_y} = m_A . a_{A_y}$$

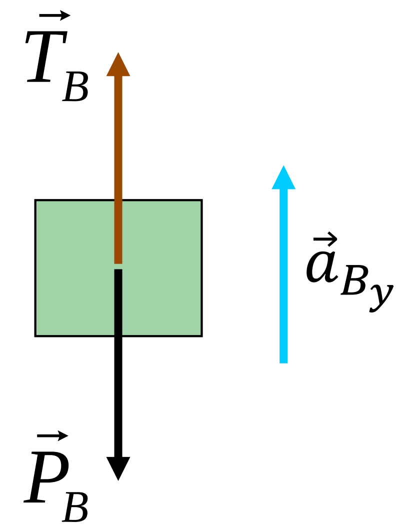
$$+F_{N_A} + \left(-P_{A_y}\right) = m_A . \cancelto{0}{a_{A_y}}$$

$$F_{N_A} = P_{A_y} = m_A . g . \cos\alpha$$

- Isolar o *bloco (B)*:

$$\Sigma\vec{F}_B = m_B . \vec{a}_B$$





• *PFDT em y* :

$$\Sigma F_{B_y} = m_B . a_{B_y}$$

$$+T_B + (-P_B) = m_B . \left(+a_{B_y}\right)$$

$$T_B - P_B = m_B . a_{B_y}$$

$$\boxed{T_B - m_B . g = m_B . a_{B_y}} \quad (2)$$

- Condição cinemática: o **módulo** de $a_{A_x} = a_{B_y} = a$
- Fio ideal ($m_{fio} \approx 0$ e inextensível): o **módulo** de $T_A = T_B = T$

$$\begin{cases} m_A . g . \sin\alpha - T = m_A . a \\ T - m_B . g = m_B . a \end{cases}$$

- Determinação de ***a*** :

$$\begin{cases} m_A . g . \sin\alpha - \cancel{T} = m_A . a \\ \cancel{T} - m_B . g = m_B . a \end{cases} \oplus$$

$$m_A . g . \sin\alpha - m_B . g = m_A . a + m_B . a$$

$$a . (m_A + m_B) = g . (m_A . \sin\alpha - m_B)$$

$$\boxed{a = g . \frac{(m_A . \sin\alpha - m_B)}{m_A + m_B}}$$

Atribuindo valores: $a = 10 . \dfrac{(2 . \sin 30° - 3)}{2 + 3}$

$$\boxed{a = -4 \frac{m}{s^2}}$$

Bloco A **sobe** a rampa!!

- Determinação de ***T*** :

$$T - m_B . g = m_B . a$$

$$T = m_B . (a + g)$$

$$T = 3. (-4 + 10)$$

$$\boxed{T = +18N}$$

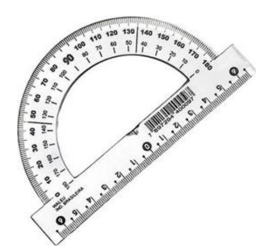
A tração do fio deve ser menor do que o peso do bloco B, uma vez que ele está sendo acelerado para baixo, pois a Resultante de Forças sobre ele aponta para baixo.

Atividade experimental

Título: Atrito.

Introdução teórica e objetivo(s): resumir parte teórica, colocando a fórmula para μ. Determinação experimental do coeficiente de atrito estático entre duas superfícies. Comparação entre o valor experimental e o de referência.

Material e procedimento experimental: plano inclinado de madeira; bloco de madeira com superfície de borracha; transferidor. Resumir o procedimento usado na experiência.



Dados e resultados: tabela com os ângulos medidos, a média desses valores e o cálculo da tangente desse ângulo (usa-se calculadora ou tabela trigonométrica).

Comentários e conclusões: comparação entre o valor experimental e o tabelado. Comentários sobre as dificuldades na experiência e possíveis melhorias no material.

Referências: livros, internet, notas de aulas etc.

9. (Mackenzie – SP) Admita que sua massa seja 60kg e que você esteja sobre uma balança, dentro da cabine de um elevador. Sendo $g = 10\ m/s^2$ e a balança calibrada em newtons, a indicação por ela fornecida, quando a cabine desce com aceleração constante de $3m/s^2$, é:

a) 180N b) 240N c) 300N d) 420N e) 780N

10. (UFMG-MG) Qual é o peso aparente de um corpo de massa 10kg que está dentro de um elevador que tem uma aceleração de $5m/s^2$, dirigida para baixo? ($g=10m/s^2$)

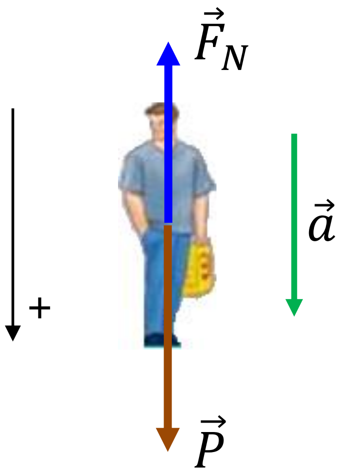
11. (PUC-BA) Um cabo de aço utilizado para mover um elevador suporta um peso máximo igual ao peso de um corpo de massa igual a 1200kg. Se ele está sustentando um elevador de massa igual a 1000kg, qual pode ser a máxima aceleração do elevador na subida? ($g = 10m/s^2$)

12. (UNIFESP-SP) Às vezes, as pessoas que estão num elevador em movimento sentem uma sensação de desconforto, em geral na região do estômago. Isso se deve à inércia de nossos órgãos internos localizados nessa região, e pode ocorrer:

a) quando o elevador sobe ou desce em movimento uniforme.
b) apenas quando o elevador sobe em movimento uniforme
c) apenas quando o elevador desce em movimento uniforme.
d) quando o elevador sobe ou desce em movimento variado.
e) apenas quando o elevador sobe em movimento variado.

Resolução do exercício (9):

- Isolar a pessoa e aplicar as forças externas sobre ela:



$$\boxed{\vec{F}_{\mathrm{Res}} = m.\vec{a}}$$

- *PFDT em y* :

$$\Sigma F_y = m.a_y$$

$$+P - F_N = m.(+a)$$

$$+m.g - F_N = m.(+a)$$

$$+60.10 - F_N = 60.3$$

$$\boxed{F_N = +420\ N}$$

Peso Aparente

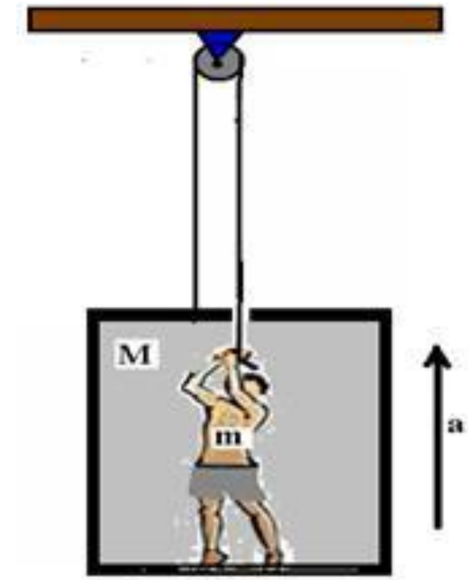
onde ***F_N*** representa a ação da plataforma da balança sobre a sola do calçado da pessoa e ***P*** é a ação da Terra sobre a pessoa.

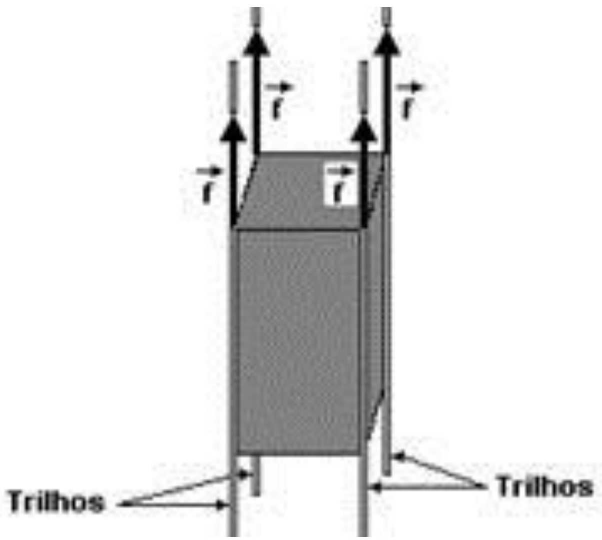
- Para se determinar a indicação da balança, usa-se o Princípio da Ação/Reação. O contato da sola do calçado da pessoa provoca o aparecimento de uma leitura na balança, a qual deve ser igual a ***420 N***. Portanto, uma balança **não** mede Peso, nem massa, mas, sim, uma ***Força de Contato Normal***.

13. (UFPE) “Uma pessoa comprou uma balança de chão e, ao chegar em casa, ansiosa para controlar o peso, resolve testá-la ainda no elevador. Ela concluiu que a balança estava com defeito ao notar um aumento de seu peso”. Considerando as informações, identifique a opção correta.

a) O aumento da indicação da balança pode ocorrer se o elevador está subindo com velocidade constante.
b) O aumento da indicação da balança pode ocorrer se o elevador está descendo com velocidade constante.
c) O aumento da indicação da balança pode ocorrer se o elevador está subindo com aceleração constante.
d) O aumento da indicação da balança pode ocorrer se o elevador está descendo com aceleração constante.
e) A balança está necessariamente com defeito e deve ser trocada em respeito aos direitos do consumidor.

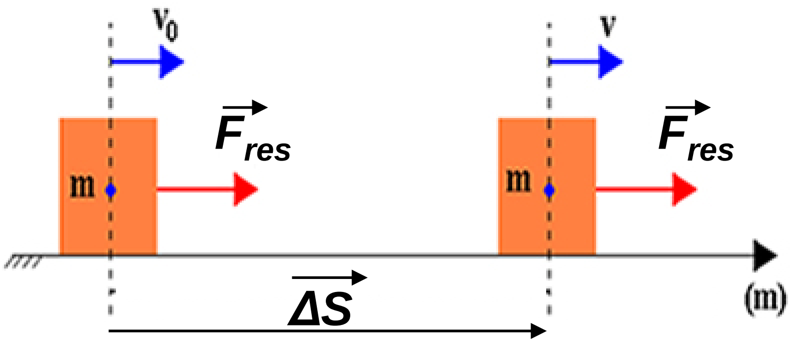
14. (UFSCAR-SP) O sistema esquematizado compõe-se de um elevador de massa ***M*** e um homem de massa ***m***. O elevador está suspenso por uma corda que passa por uma polia fixa e vai às mãos do operador; a corda e a roldana são supostas ideais. O operador puxa a corda e sobe com aceleração constante ***a***, juntamente com o elevador. São supostos conhecidos ***M***, ***m***, ***a*** e ***g***. Determine a intensidade da força $\vec{T}$ que traciona a corda.





15. (UFRJ-RJ) Quando o cabo de um elevador se quebra, os freios de emergência são acionados contra trilhos laterais, de modo que esses passam a exercer, sobre o elevador, quatro forças verticais constantes e iguais a f , como indicado na figura. Considere g = $10 m/s^2$. Suponha que, numa situação como essa, a massa total do elevador seja M = 600kg e que o módulo de cada força f seja | f | = 1350N. Calcule o módulo da aceleração com que o elevador desce sob a frenagem dessas forças.

Relação do Trabalho de uma força com a Energia Cinética



$$W_F = F \,.\, \Delta S \,.\, \cos\alpha \qquad \begin{cases} W > 0, \text{ motor} \\ W < 0, \text{ resistente} \end{cases}$$

$$W_{res} = F_{res} \,.\, \Delta S \,.\, \cancelto{1}{\cos 0^o}$$

$$\boxed{W_{res} = m \,.\, a.\, \Delta S}$$

$$\boxed{v^2 = v^2_0 + 2 \,.\, a \,.\, \Delta S} \rightarrow \textit{Equação de Torricelli}$$

*Multiplicando-se os dois lados da igualdade pela massa **m*** → $m.v^2 = m.v^2_0 + m.2.a.\Delta S$

*Multiplicando-se os dois lados da igualdade por **1/2*** → $(m/2).v^2 = (m/2).v^2_0 + \cancelto{W_{res}}{m.a.\Delta S}$

O termo ***(m/2).v²*** *chama-se* ***Energia Cinética*** → $E_{cin} = (m/2).v^2$

$$Ecin_{final} = Ecin_{inicial} + W_{res}$$

Teorema da Energia Cinética

ou

Teorema do Trabalho/Energia

→

$$\boxed{W_{\vec{F}_{Res}} = \Delta E_{cin}}$$

Teorema é uma proposição que pode ser demonstrada por meio de um processo lógico.

Exemplos

1) (Unicamp-1994) Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa m = 4,0 kg adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10m/s, após percorrer 25 metros.
a) Qual é trabalho realizado por essa força?
b) Qual a potência média desenvolvida por esta força ?

2) (Unicamp-1994) Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa m = 4,0kg adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10m/s.
a) Qual é trabalho realizado por essa força?
b) Se o corpo se deslocou 25m, qual o valor da força aplicada?

Resolução do exemplo (1):

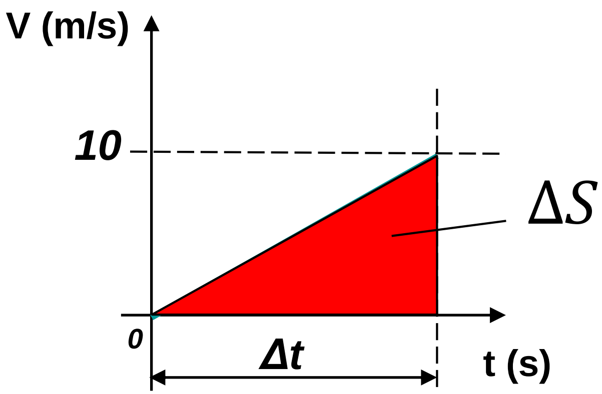
Dados: $F_{Res} \rightarrow$ cte; m = 4 kg; v_i = 0; v_f = 10 m/s

a) $W_{\vec{F}_{Res}}$

$$W_{\vec{F}_{Res}} = \Delta E_{Cin} \rightarrow \quad W_{\vec{F}_{Res}} = E_{Cin_f} - \overset{0\ (\text{repouso})}{\cancel{E_{Cin_i}}} \rightarrow$$

$$W_{\vec{F}_{Res}} = \frac{1}{2}.m.v_f^2 \rightarrow \; W_{\vec{F}_{Res}} = \frac{1}{2}.4.(10)^2 \rightarrow \boxed{W_{\vec{F}_{Res}} = +200J}$$

b) $P = \dfrac{W_{\vec{F}_{Res}}}{\Delta t}$ Como ***F**$_{Res}$* é constante, pelo PFDT, ***a*** é constante, portanto, o movimento é ***uniformemente variado***.

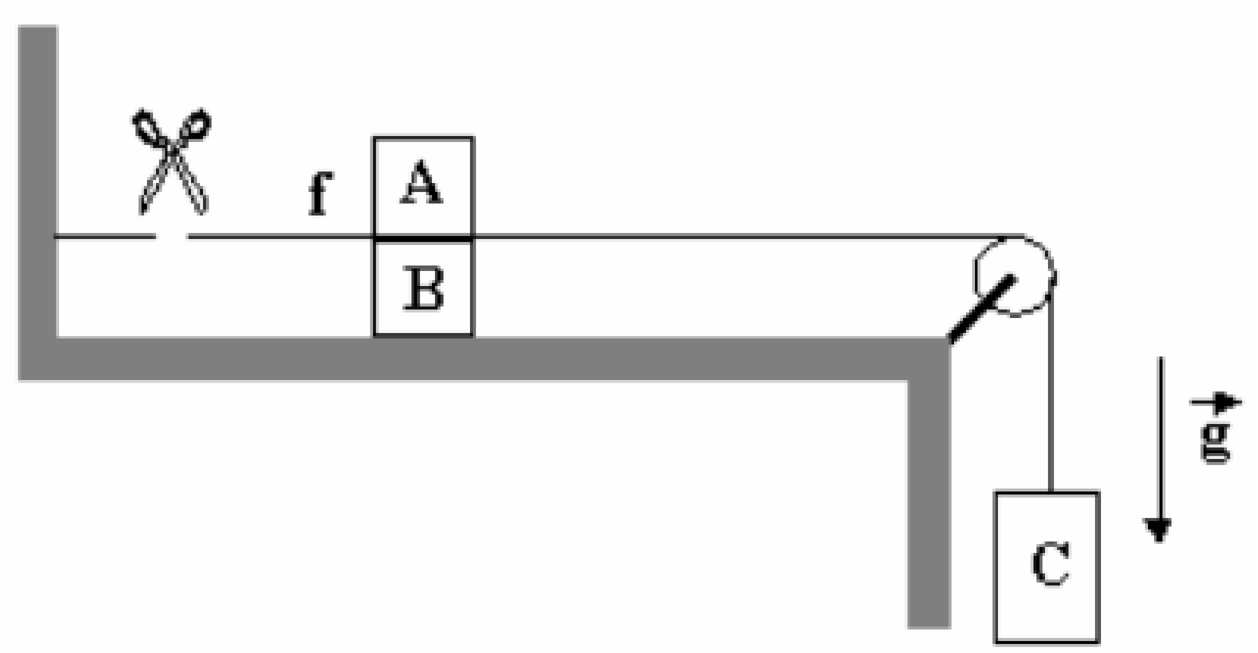


$$\Delta S = \frac{\Delta t.V}{2} \rightarrow \; 25 = \frac{\Delta t.10}{2} \rightarrow \boxed{\Delta t = 5s}$$

$$P = \frac{W_{\vec{F}_{Res}}}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{+200}{5} \rightarrow \boxed{P = +40W}$$

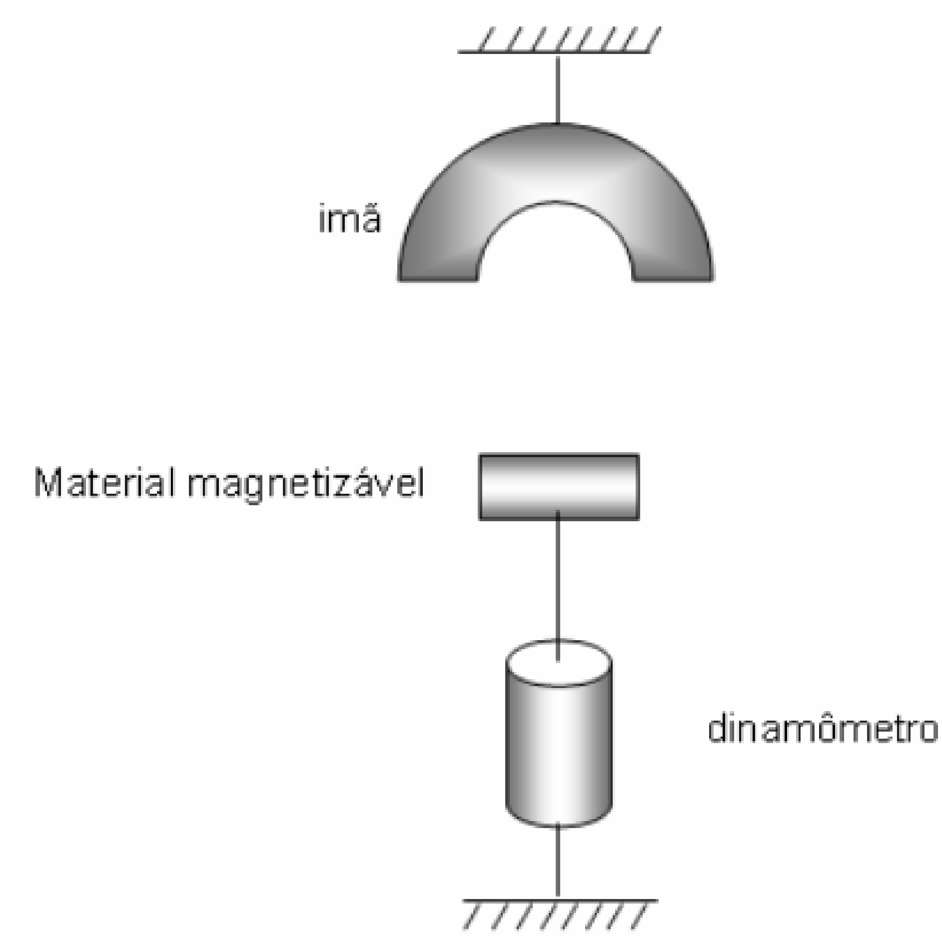
16. (Fuvest-1997) Os corpos A, B e C têm massas iguais. Um fio inextensível e de massa desprezível une o corpo C ao B, passando por uma roldana de massa desprezível. O corpo A está apoiado sobre o B. Despreze qualquer efeito das forças de atrito. O fio f mantém o sistema em repouso. Logo que o fio f é cortado, as acelerações a_A, a_B e a_C dos corpos A, B e C serão,

a) $a_A = 0$; $a_B = g/2$; $a_C = g/2$ b) $a_A = g/3$; $a_B = g/3$; $a_C = g/3$ c) $a_A = 0$; $a_B = g/3$; $a_C = g/3$ d) $a_A = 0$; $a_B = g$; $a_C = g$ e) $a_A = g/2$; $a_B = g/2$; $a_C = g/2$

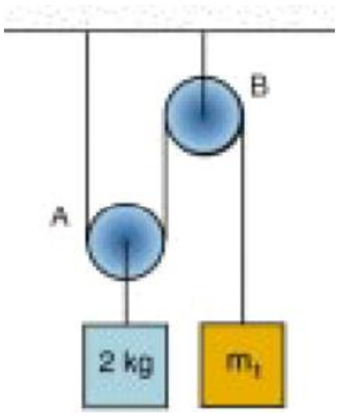


17. (Uniube-2002) Um ímã em forma de U encontra-se preso no teto de uma sala. Um pedaço de material magnetizável de massa 0,2 kg, preso por um fio ideal a um dinamômetro fixo, é atraído pelo ímã, como mostra a figura abaixo. A leitura no dinamômetro é 1N e a aceleração da gravidade local é 10 m/s^2 . Diante disso, podemos afirmar que a força de atração entre o ímã e o material magnetizável será:

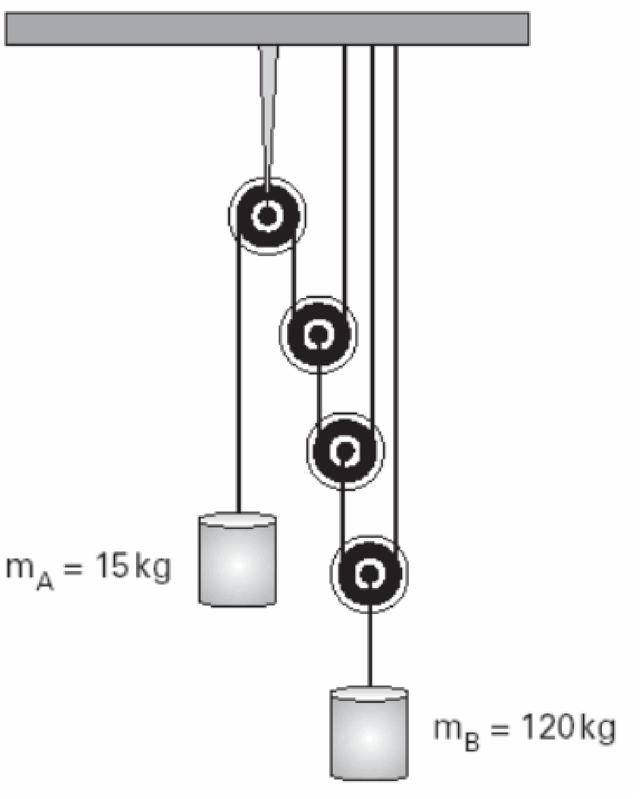
a) 0 N b) 2 N c) 1 N d) 3 N



18. (UFRJ-2002) A figura abaixo mostra um sistema constituído por fios inextensíveis e duas roldanas, todos de massa desprezível. A roldana A é móvel, e a roldana B é fixa. Calcule o valor da massa m_1 para que o sistema permaneça em equilíbrio estático.

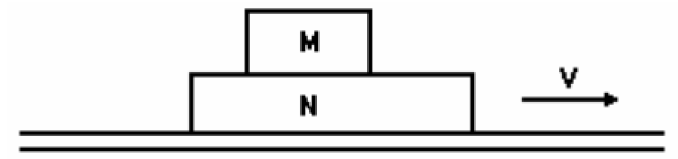


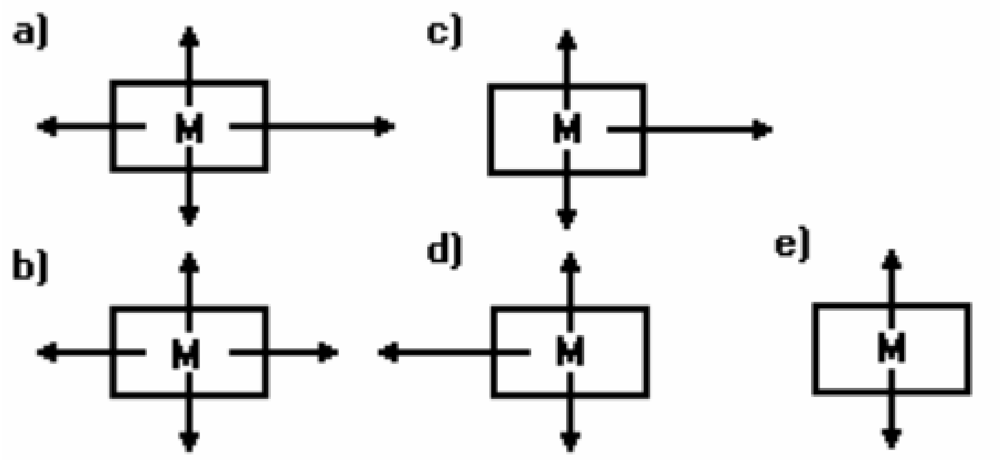
19. (Mack-2005) O sistema ilustrado abaixo é constituído de fios e polias considerados ideais. O atrito é desprezível, bem como a resistência do ar. Num determinado instante, o conjunto é mantido em repouso e, em seguida, abandonado. Nessas condições, podemos afirmar que:



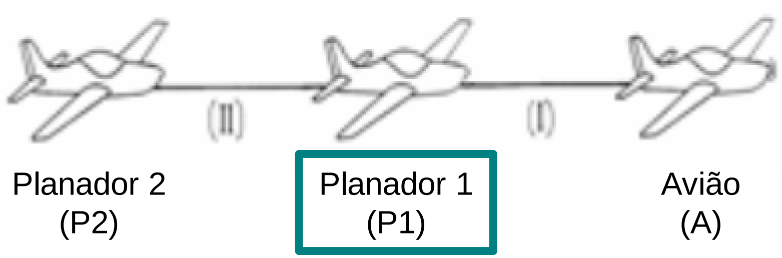
a) os corpos A e B permanecerão em repouso.
b) o corpo A subirá com aceleração de módulo igual a 1/8 do módulo da aceleração com que o corpo B descerá.
c) o corpo A descerá com aceleração de módulo igual a 1/8 do módulo da aceleração com que o corpo B subirá.
d) o corpo A subirá com aceleração de módulo igual a 1/6 do módulo da aceleração com que o corpo B descerá.
e) o corpo A descerá com aceleração de módulo igual a 1/6 do módulo da aceleração com que o corpo B subirá.

20. (UFMG-1994) Dois blocos M e N, colocados um sobre o outro, estão se movendo para a direita com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal sem atrito. Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam sobre o corpo M é:



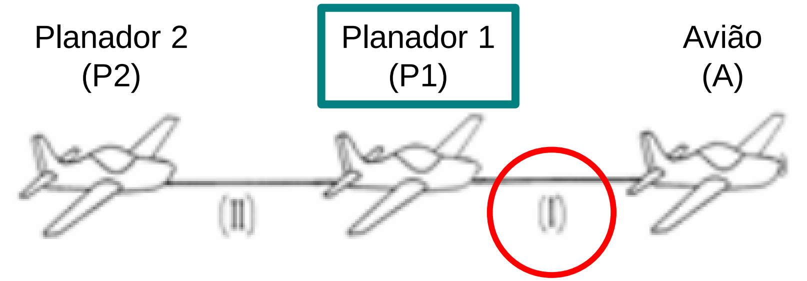


21. (AFA-2002) Um avião reboca dois planadores idênticos de massa m, com velocidade constante. A tensão no cabo (II) é T. De repente, o avião desenvolve uma aceleração a. Considerando a força de resistência do ar invariável, a tensão no cabo (I) passa a ser

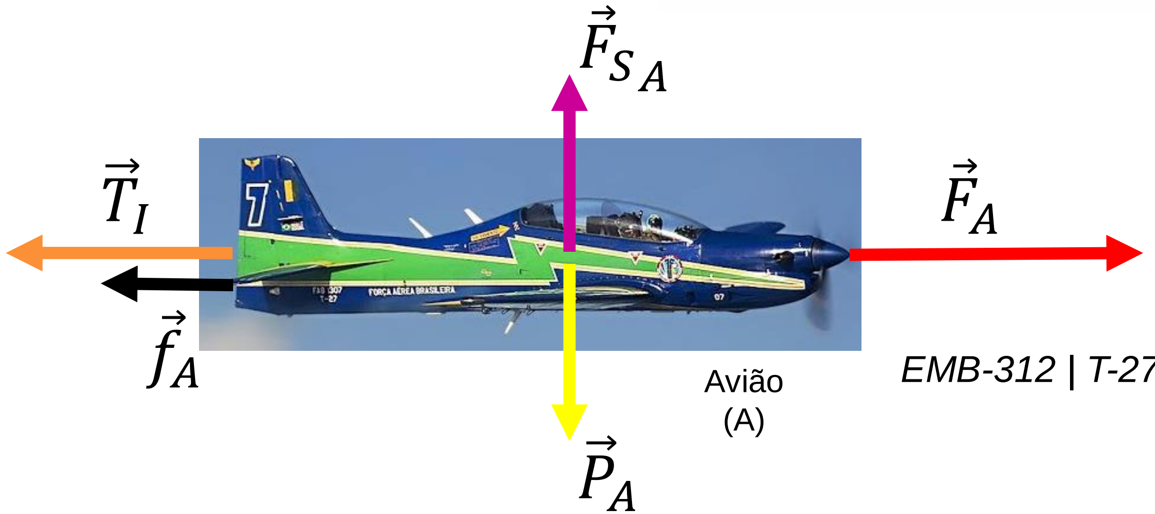


a) T + ma. b) T + 2ma. c) 2T + 2ma. d) 2T + ma.

Resolução do exercício 21:



a) Sistema com velocidade ***V*** constante:



EMB-312 | T-27 Tucano

$\vec{P} \rightarrow$ Ação gravitacional da Terra sobre o objeto

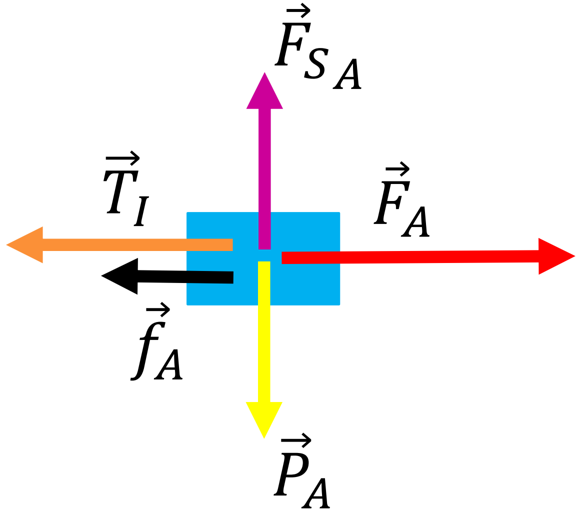
$\vec{F}_S \rightarrow$ Força de sustentação do ar sobre o objeto (diferenças de pressão)

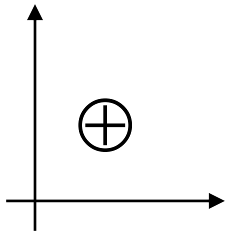
$\vec{F}_A \rightarrow$ Força de empuxo do avião (conjunto motor/hélice)

$\vec{T} \rightarrow$ Força de tração do cabo

$\vec{f} \rightarrow$ Força de resistência do ar sobre o objeto (arrasto aerodinâmico)

1. Avião:





$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

$$+\vec{F}_A + \vec{P}_A + \vec{F}_{S_A} + \vec{T}_I + \vec{f}_A = m_A.\vec{a}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_A.a_y$

$$+F_{S_A} - P_A = m_A.\cancelto{0}{a_y}$$

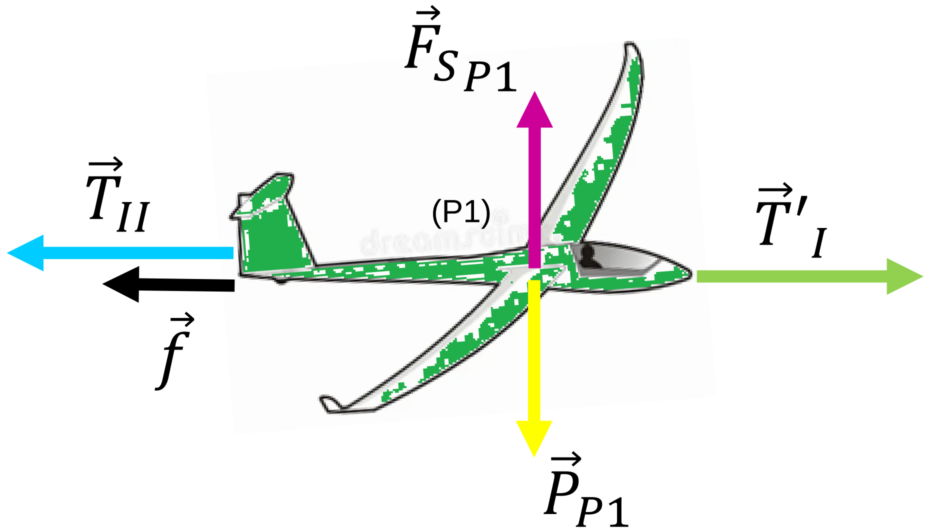
$$\boxed{F_{S_A} = P_A}$$

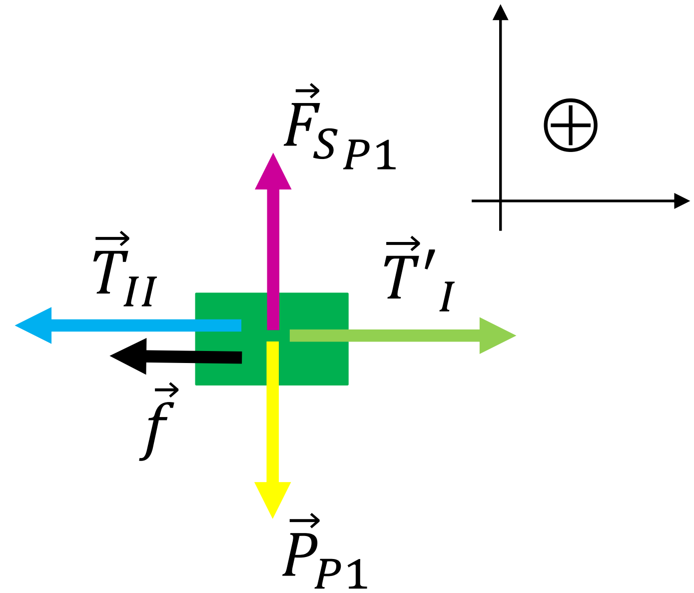
Em x: $\Sigma F_x = m_A.a_x$

$$+F_A - T_I - f_A = m_A.\cancelto{0}{a_x}$$

$$\boxed{F_A = T_I + f_A}$$

2. Planador 1 (P1):





$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_{P1}.a_y$

$$+F_{S_{P1}} - P_{P1} = m_{P1}.\cancelto{0}{a_y}$$

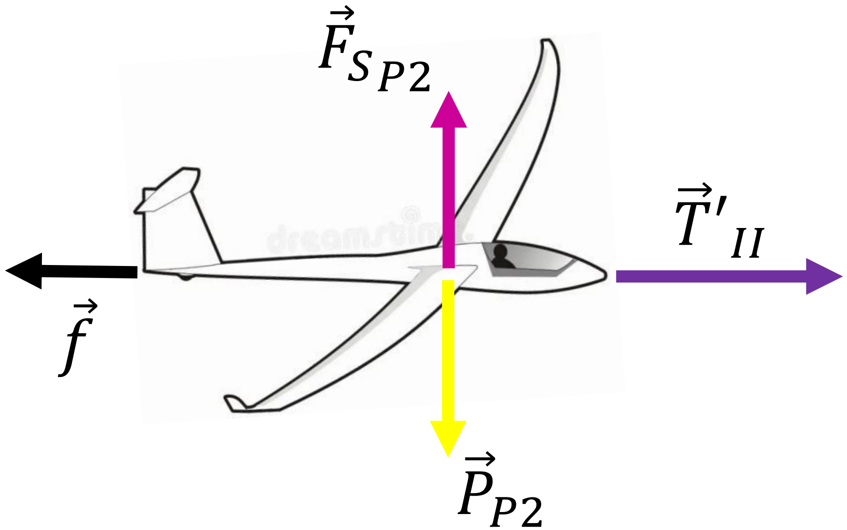
$$\boxed{F_{S_{P1}} = P_{P1}}$$

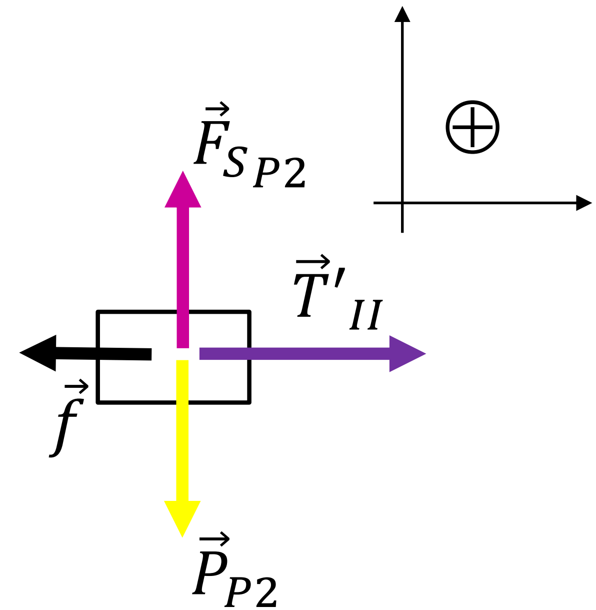
Em x: $\Sigma F_x = m_{P1}.a_x$

$$+T'_I - T_{II} - f = m_{P1}.\cancelto{0}{a_x}$$

$$\boxed{T'_I = T_{II} + f}$$

3. Planador 2 (P2):





$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_{P2}.a_y$

$$+F_{S_{P2}} - P_{P2} = m_A.\cancelto{0}{a_y}$$

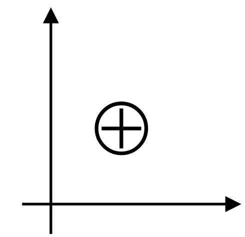
$$\boxed{F_{S_{P2}} = P_{P2}}$$

Em x: $\Sigma F_x = m_{P2}.a_x$

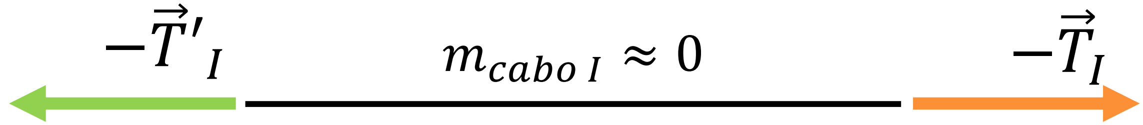
$$+T'_{II} - f = m_{P2}.\cancelto{0}{a_x}$$

$$f = T'_{II} \rightarrow \boxed{f = T}$$

4. Tração em cada cabo:



Cabo (I):



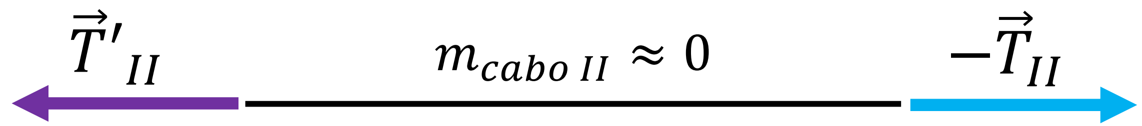
$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em x: $\Sigma F_x = m_I.a$

$$+T_I - T_I' = \cancelto{0}{m_I}.a$$

$$\boxed{T_I = T_I'}$$

Cabo (II):



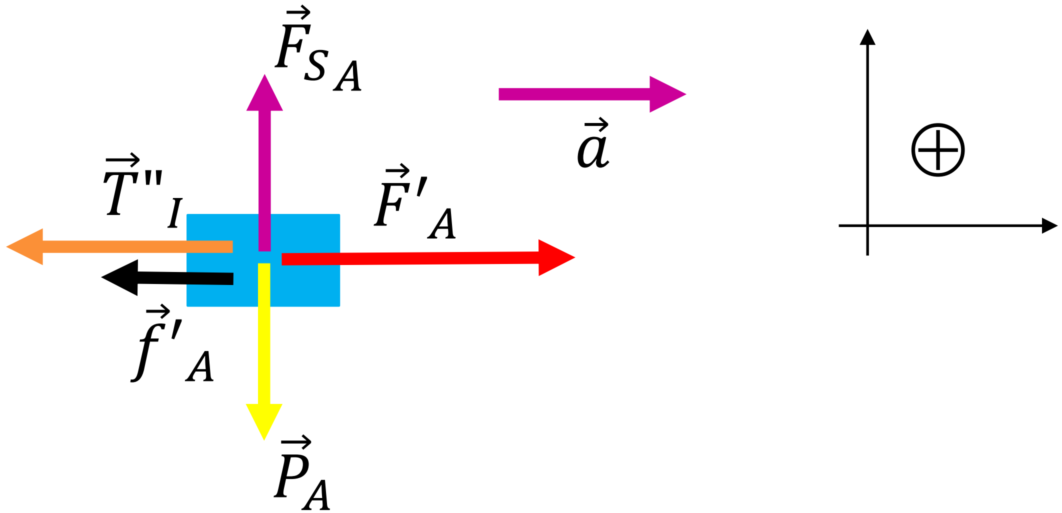
Em x: $\Sigma F_x = m_{II}.a$

$$+T_{II} - T_{II}' = \cancelto{0}{m_{II}}.a$$

$$\boxed{T_{II} = T_{II}' = T}$$

b) Sistema com aceleração ***a*** constante:

1. Avião:



$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_A.a_y$

$$+F_{S_A} - P_A = m_A.\cancelto{0}{a_y}$$

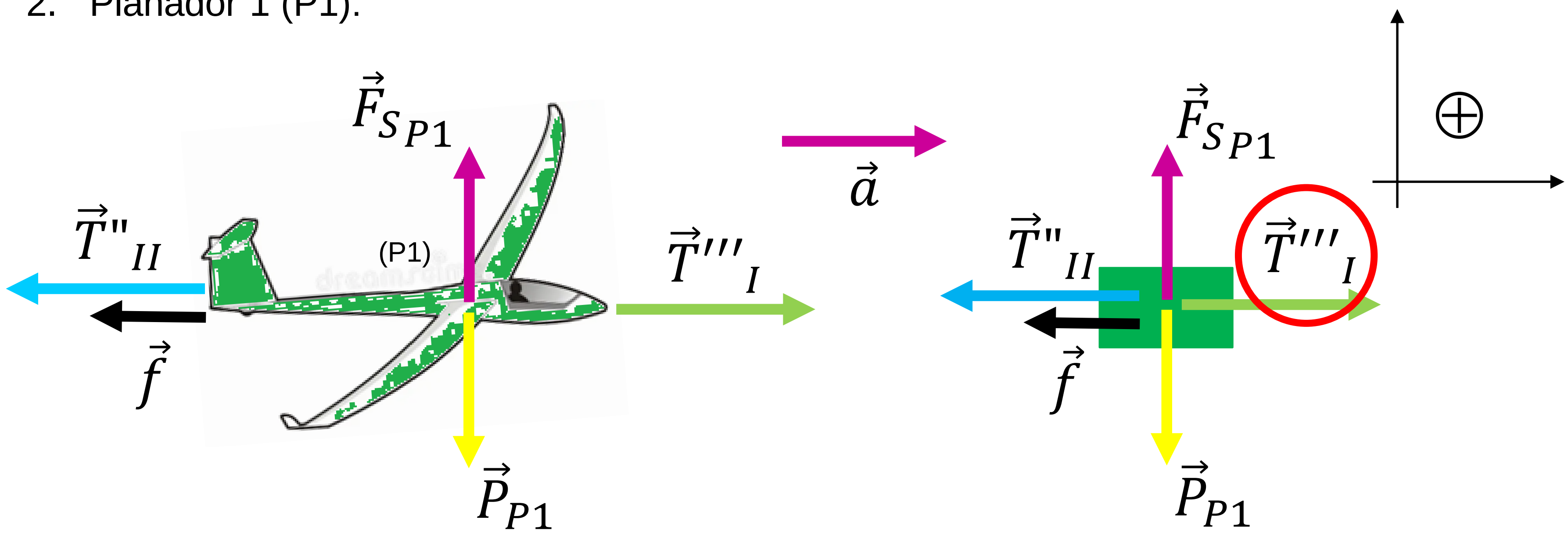
$$\boxed{F_{S_A} = P_A}$$

Em x: $\Sigma F_x = m_A.a_x$

$$+F'_A - T"_I - f'_A = m_A.a$$

$$\boxed{F'_A = T"_I + f'_A + m_A.a}$$

2. Planador 1 (P1):



$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_{P1}.a_y$

$$+F_{S_{P1}} - P_{P1} = m_{P1}.\cancelto{0}{a_y}$$

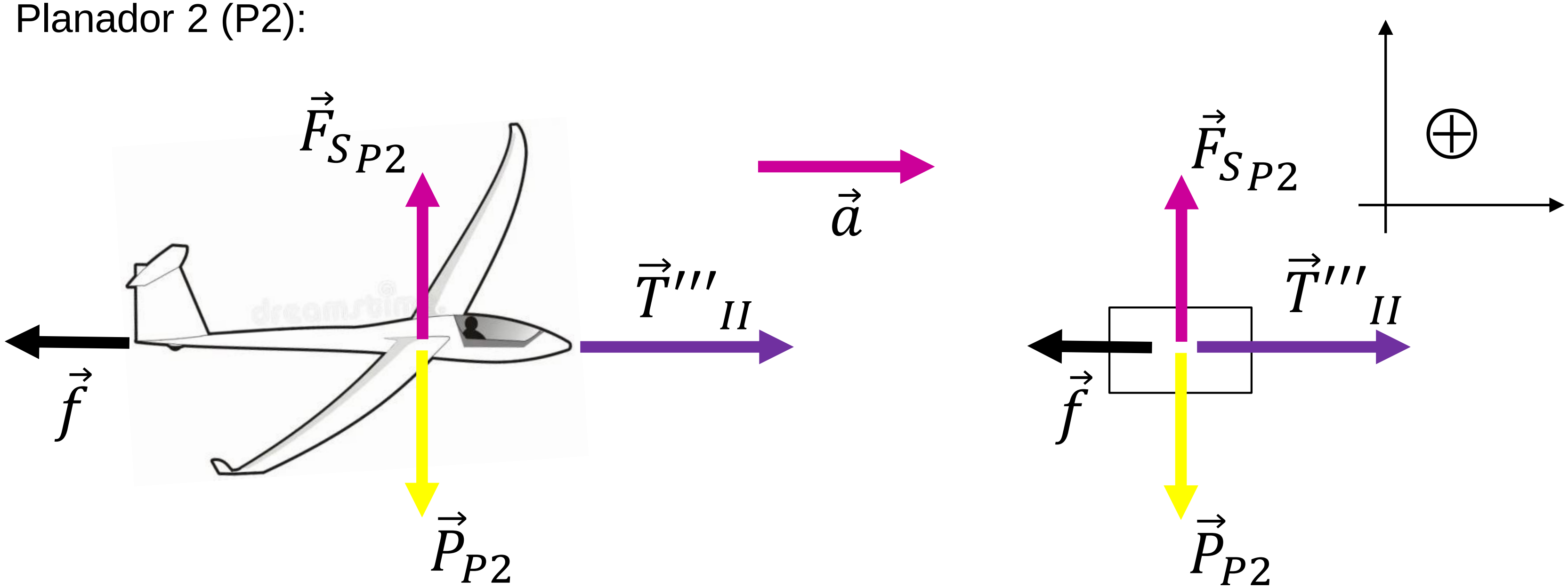
$$\boxed{F_{S_{P1}} = P_{P1}}$$

Em x: $\Sigma F_x = m_{P1}.a_x$

$$+T_I''' - T''_{II} - f = m_{P1}.a$$

$$\boxed{T_I''' = T_{II}'' + T + m.a}$$

3. Planador 2 (P2):



$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em y: $\Sigma F_y = m_{P2}.a_y$

$$+F_{S_{P2}} - P_{P2} = m_{P2}.\cancelto{0}{a_y}$$

$$\boxed{F_{S_{P2}} = P_{P2}}$$

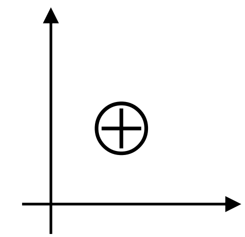
Em x: $\Sigma F_x = m_{P2}.a_x$

$$+T'''_{II} - f = m_{P2}.a$$

$$\boxed{T'''_{II} = T + m.a}$$

4. Tração em cada cabo:

$\vec{a}$



Cabo (I): $-\vec{T}_I'''$ $\quad m_{cabo\,I} \approx 0 \quad$ $-\vec{T}_I''$

$$\boxed{\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}}$$

Em x: $\Sigma F_x = m_I.a$

$$+T_I'' - T_I''' = \cancelto{0}{m_I}.a$$

$$\boxed{T_I'' = T_I'''}$$

Cabo (II): $-\vec{T}_{II}'''$ $\quad m_{cabo\,II} \approx 0 \quad$ $-\vec{T}_{II}''$

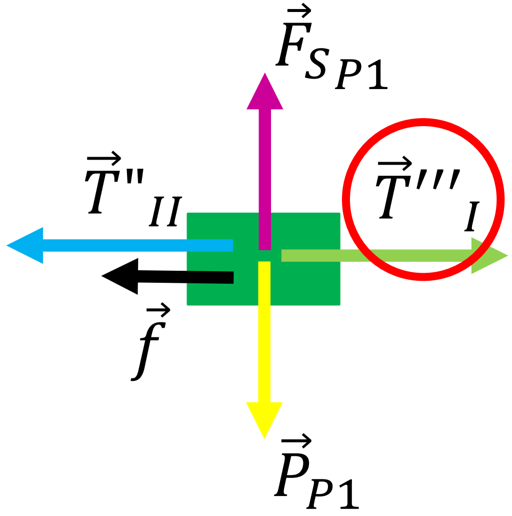
$\vec{a}$

Em x: $\Sigma F_x = m_{II}.a$

$$+T_{II}'' - T_{II}''' = \cancelto{0}{m_{II}}.a$$

$$T_{II}'' = T_{II}''' \rightarrow \boxed{T_{II}'' = T + m.a}$$

5. Analisando o Planador 1:



$$T_I''' = T_{II}'' + T + m.a$$

$$\boxed{T_{II}'' = T + m.a}$$

Portanto, a força exercida no ***cabo I*** vale,

$$T_I''' = T + m.a + T + m.a$$

$$\boxed{T_I''' = 2.T + 2.m.a}$$

Desafio

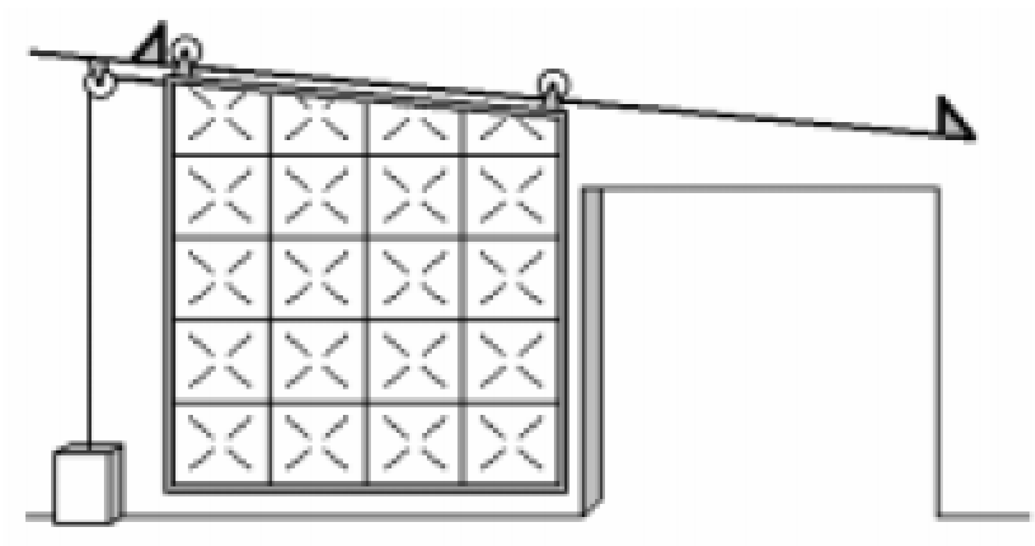
Determine a força de tração da composição de locomotivas sobre o primeiro vagão de carga, considerando um total de ***330 vagões***, que cada um tenha uma massa ***m*** (vagão + carga) e que o sistema esteja acelerado com valor ***a***. Despreze os atritos. Dica: comece pelo último.

https://. www.engenhariacompartilhada.com.br/noticia/exibir/7941843_brasil-possui-o-maior-trem-de-carga-do-mundo#:~:text=O%20maior%20trem%20de%20carga%20do%20mundo%2C%20que%20sai%20das,ferro%20em%20uma%20%C3%BAnica%20jornada

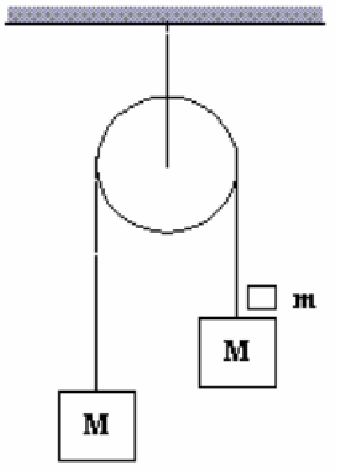
22. (FMTM-2003) Feita de aço revestido internamente com materiais refratários, a porta corta-chamas é um dispositivo de segurança que permite restringir o alastramento de um incêndio, isolando um ambiente em chamas de outro ainda intacto. O esquema apresenta um modelo que tem seu fechamento devido exclusivamente à ação da força peso. Esta porta, com peso de 10.100 N, quando liberada, inicia uma descida com 5,74º de inclinação, percorrendo sobre o trilho uma distância de 7,2 m, enquanto traciona o contrapeso que diminui a aceleração do conjunto. A massa do contrapeso para que a porta tenha seu fechamento completo em 12s deve ser, em kg, igual a

Dados: aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$ sen 5,74º = 0,1. Considerar: roldanas e polias ideais; desprezíveis a força de resistência do ar e a energia convertida em movimento de rotação; cabo inextensível e de massa irrelevante.

a) 90 b) 91 c) 99 d) 101 e) 110

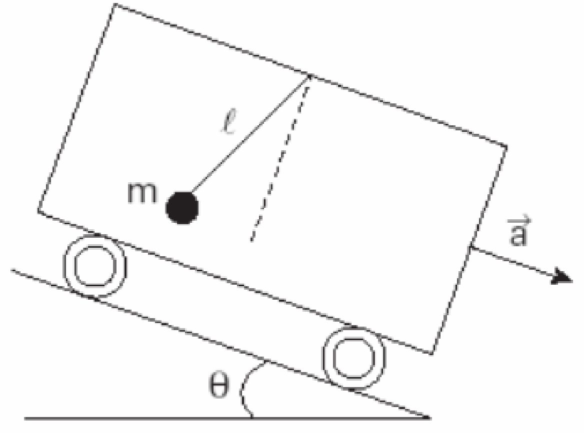


23. (ITA-1996) Dois blocos de massa M estão unidos por um fio de massa desprezível que passa por uma roldana com um eixo fixo. Um terceiro bloco de massa m é colocado suavemente sobre um dos blocos, como mostra a figura. Com que força esse pequeno bloco de massa m pressionará o bloco sobre o qual foi colocado? (ver imagem)



a) 2mMg/(2M+m) b) mg c) (m-M)g d) mg/(2M+m) e) outra expressão.

24. (ITA-2005) Considere uma rampa de ângulo $\boldsymbol{\theta}$ com a horizontal sobre a qual desce um vagão, com aceleração $\vec{a}$, em cujo teto está dependurada uma mola de comprimento $\boldsymbol{\ell}$, de massa desprezível e constante de mola $\boldsymbol{k}$, tendo uma massa $\boldsymbol{m}$ fixada na sua extremidade. Considerando que $\boldsymbol{L_0}$ é o comprimento natural da mola e que o sistema está em repouso com relação ao vagão, pode-se dizer que a mola sofreu uma variação de comprimento $\boldsymbol{\Delta L = L - L_0}$ dada por:



a) $\Delta l = mgsen\theta / k$

b) $\Delta l = mg\cos\theta / k$

c) $\Delta l = mg / k$

d) $\Delta l = m\sqrt{a^2 - 2ag\cos\theta + g^2} / k$

e) $\Delta l = m\sqrt{a^2 - 2agsen\theta + g^2} / k$

25. (ITA) As leis da Mecânica Newtoniana são formuladas em relação a um princípio fundamental, denominado:

a) Princípio da Inércia;
b) Princípio da Conservação da Energia Mecânica;
c) Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento;
d) Princípio da Conservação do Momento Angular;
e) Princípio da Relatividade: “Todos os referenciais inerciais são equivalentes, para a formulação da Mecânica Newtoniana”.

26. A respeito do conceito da inércia, assinale a frase correta:

a) Um ponto material tende a manter sua aceleração por inércia.
b) Uma partícula pode ter movimento circular e uniforme, por inércia.
c) O único estado cinemático que pode ser mantido por inércia é o repouso.
d) Não pode existir movimento perpétuo, sem a presença de uma força.
e) A velocidade vetorial de uma partícula tende a se manter por inércia; a força é usada para alterar a velocidade e não para mantê-la.

27. (UNESP) As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes. Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

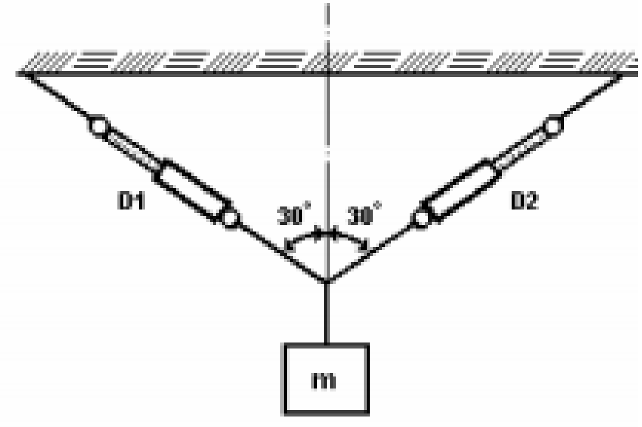
a) Primeira Lei de Newton;
b) Lei de Snell;
c) Lei de Ampère;
d) Lei de Ohm;
e) Primeira Lei de Kepler.

28. Submete-se um corpo de massa 5000 kg à ação de uma força constante que lhe imprime, a partir do repouso, uma velocidade de 72 km/h ao fim de 40s. Determine a intensidade da força e o espaço percorrido pelo corpo.

29. A qual das Leis de Newton referem-se as tiras abaixo?

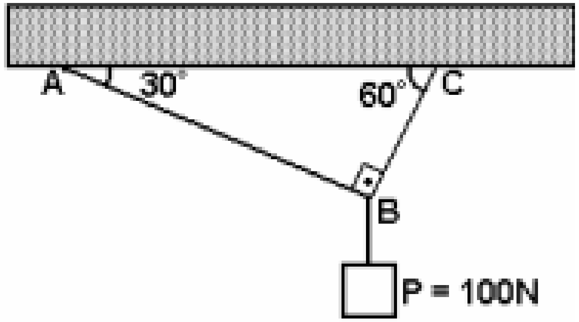
30. Sabendo-se que o sistema da figura está em equilíbrio, qual é o valor da massa M quando os dinamômetros indicam 100N cada um?

a) 17,32 kg b) 20 kg c) 10 kg d) 100 N e) 200 N

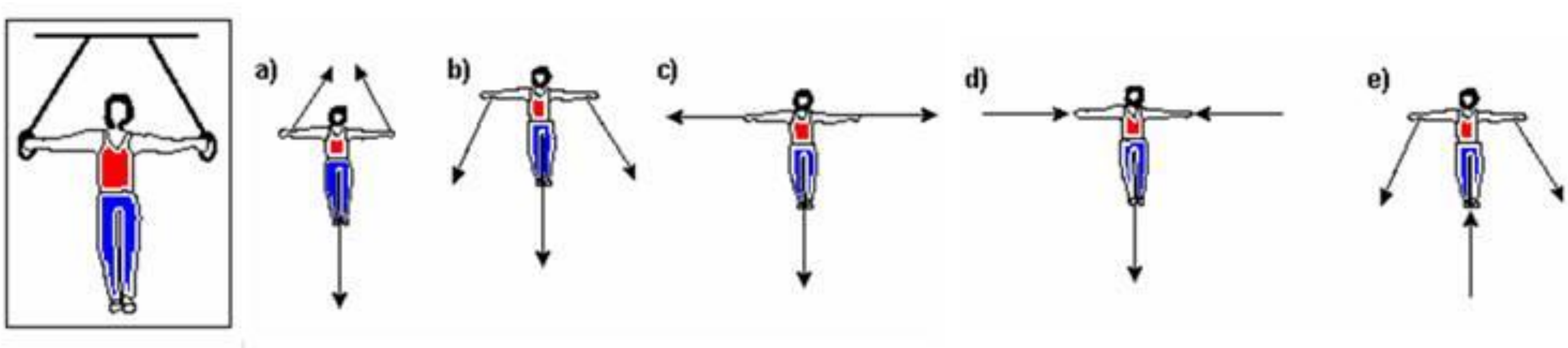


31. Na figura ao lado, o corpo suspenso tem o peso 100N. Os fios são ideais e têm pesos desprezíveis, o sistema está em equilíbrio estático (repouso). A tração na corda AB, em N, é:

a) 20 b) 40 c) 50 d) 80 e) 100



32. (Ufrrj-RJ) A figura a seguir mostra um atleta de ginástica olímpica no aparelho de argolas. O ginasta encontra-se parado na posição mostrada. Assinale qual dentre as alternativas a seguir a que melhor representa as forças que atuam sobre ele, desprezando-se as forças do ar.



33. (CEFET-MG) As figuras 1 e 2 a seguir representam, respectivamente, todas as forças, constantes e coplanares, que atuam sobre uma partícula e o diagrama da soma vetorial destas forças. Com base nestas informações, pode-se afirmar que a partícula certamente estará em

a) repouso. b) movimento retilíneo uniforme. c) equilíbrio. d) movimento circular uniforme.

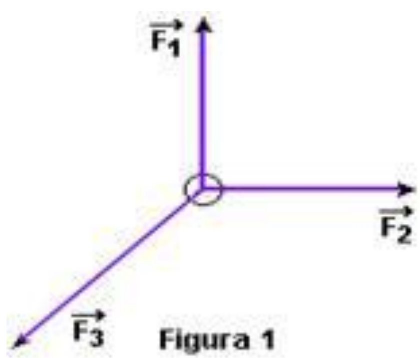


Figura 1

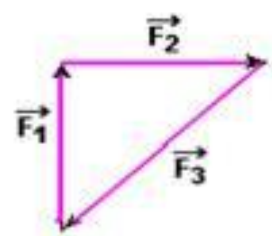
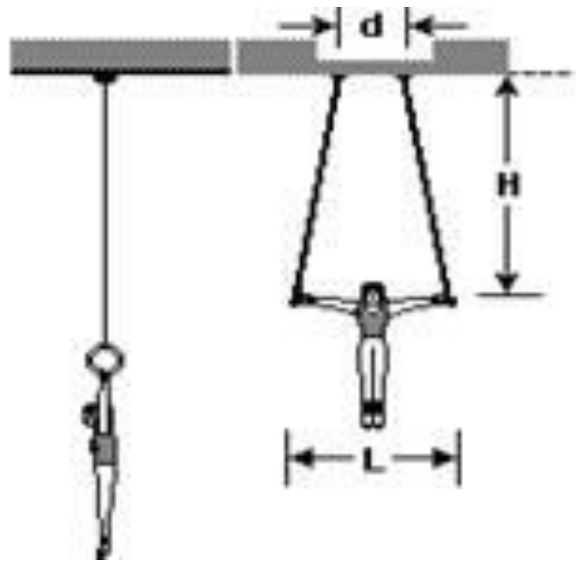


Figura 2

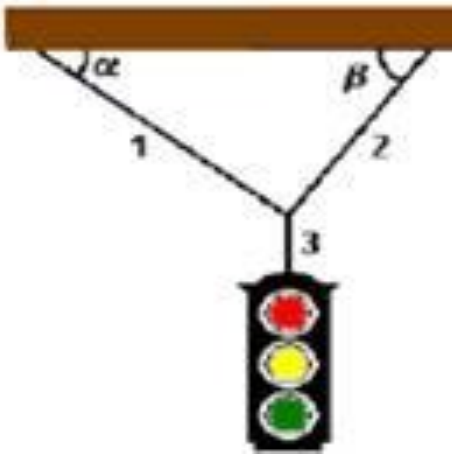
34. (UNICAMP-SP) Uma das modalidades de ginástica olímpica é a das argolas. Nessa modalidade, os músculos mais solicitados são os dos braços, que suportam as cargas horizontais, e os da região dorsal, que suportam os esforços verticais. Considerando um atleta cuja massa é de 60 kg e sendo os comprimentos indicados na figura H = 3,0 m; L = 1,5 m e d = 0,5 m, responda:

a) Qual a tensão em cada corda quando o atleta se encontra pendurado no início do exercício com os braços na vertical?

b) Quando o atleta abre os braços na horizontal, qual a componente horizontal da tensão em cada corda?



35. (UNESP-SP) Um semáforo pesando 100 N está pendurado por três cabos conforme ilustra a figura. Os cabos 1 e 2 fazem um ângulo α e β com a horizontal, respectivamente.



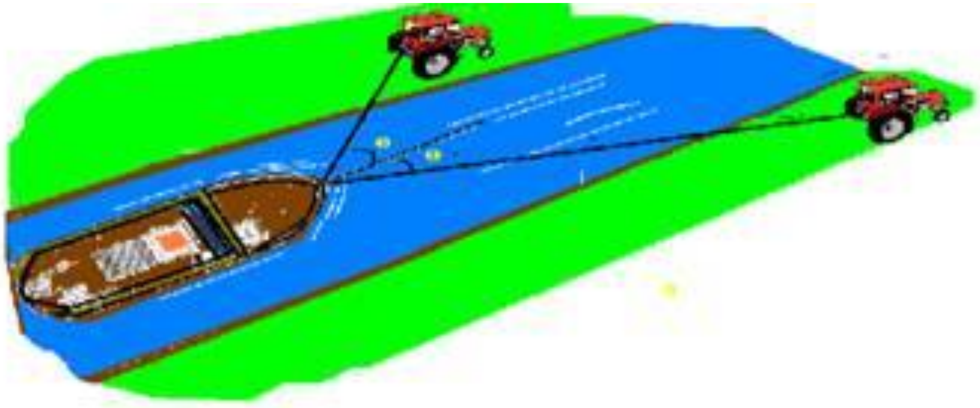
a) Em qual situação as tensões nos fios 1 e 2 serão iguais?

b) Considerando o caso em que α = 30° e β = 60°, determine as tensões nos cabos 1, 2 e 3.

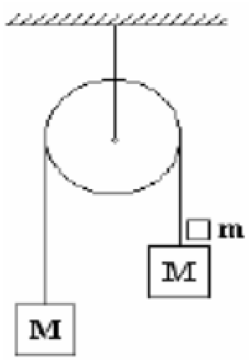
Dados: sen 30° = 1/2 e sen 60° = $\sqrt{3}/2$

36. (UFPB-PB) Conforme a figura a seguir, um barco, puxado por dois tratores, navega contra a corrente de um trecho retilíneo de um rio. Os tratores exercem, sobre o barco, forças de mesmo módulo ($F_1 = F_2$), enquanto a corrente atua com uma força, cujo módulo é $1{,}92 \times 10^4$ N. Sabendo que o barco e os tratores movem-se com velocidades constantes, que senθ = 0,80 e cosθ = 0,60, então o valor de F_1 é:

a) $1{,}20 \times 10^4$ N.
b) $1{,}60 \times 10^4$ N.
c) $1{,}92 \times 10^4$ N.
d) $2{,}40 \times 10^4$ N.

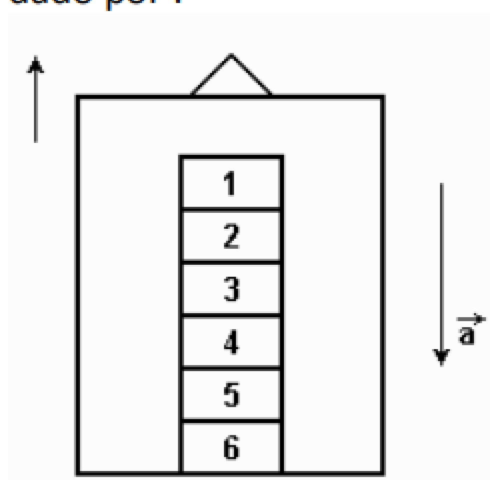


37. **(ITA-96)** Dois blocos de massa M estão unidos por um fio de massa desprezível que passa por uma roldana com um eixo fixo. Um terceiro bloco de massa m é colocado suavemente sobre um dos blocos, como mostra a figura. Com que força esse pequeno bloco de massa m pressionará o bloco sobre o qual foi colocado?



a) 2mMg/(2M+m)
b) mg
c) (m-M)g
d) mg/(2M+m)
e) outra expressão

38. **(ITA-00)** Uma pilha de seis blocos iguais, de mesma massa m, repousa sobre o piso de um elevador, como mostra a figura. O elevador está subindo em movimento uniformemente retardado com uma aceleração de módulo a. O módulo da força que o bloco 3 exerce sobre o bloco 2 é dado por :

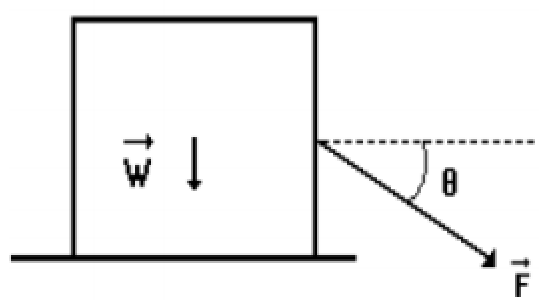


a) 3m (g + a).
b) 3m (g - a).
c) 2m (g + a).
d) 2m (g - a).
e) m (2g - a).

39. **(ITA-96)** Fazendo compras num supermercado, um estudante utiliza dois carrinhos. Empurra o primeiro, de massa m, com uma força F, horizontal, o qual, por sua vez, empurra outro de massa M sobre um assoalho plano e horizontal. Se o atrito entre os carrinhos e o assoalho puder ser desprezado, pode-se afirmar que a força que está aplicada sobre o segundo carrinho é:

a) F
b) MF/(m + M)
c) F(m + M)/M
d) F/2
e) outra expressão diferente.

40. **(ITA-98)** Um caixote de peso W é puxado sobre um trilho horizontal por uma força de magnitude F que forma um ângulo θ em relação a horizontal, como mostra a figura a seguir. Dado que o coeficiente de atrito estático entre o caixote e o trilho é μ, o valor mínimo de F, a partir de qual seria possível mover o caixote, é:

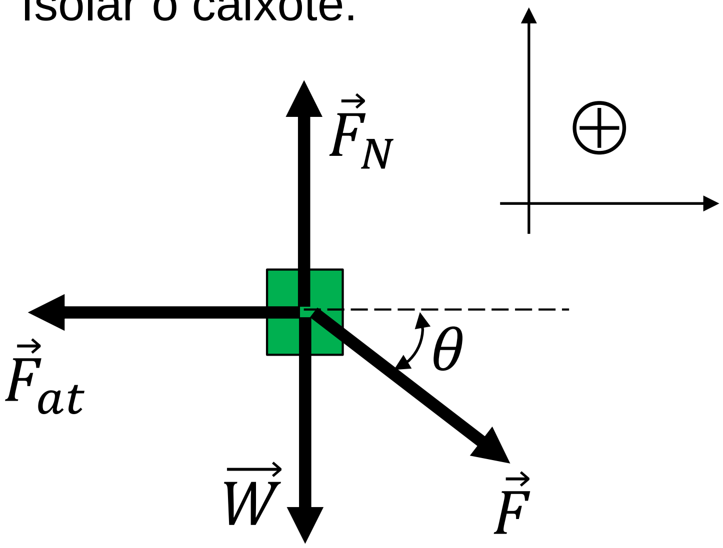


a) $[2W/(1 - \mu)]$
b) $[W\text{sen}\theta/(1 - \mu\tan\theta)]$
c) $[\mu W\text{sen}\theta/(1 - \mu\tan\theta)]$
d) $[\mu W\sec\theta/(1 - \mu\tan\theta)]$
e) $(1 - \mu\tan\theta)W$

Resolução do exercício 40:

$$\boxed{\vec{F}_{Res} = m.\vec{a}}$$

Isolar o caixote:



No limite do escorregamento:

em x: $+F_{mín}.\cos\theta - F_{at_{máx}} = 0$

mas, $F_{at_{máx}} = \mu.F_N$

em y: $+F_N - F_{mín}.\sin\theta - W = 0$

$$F_N = F_{mín}.\sin\theta + W$$

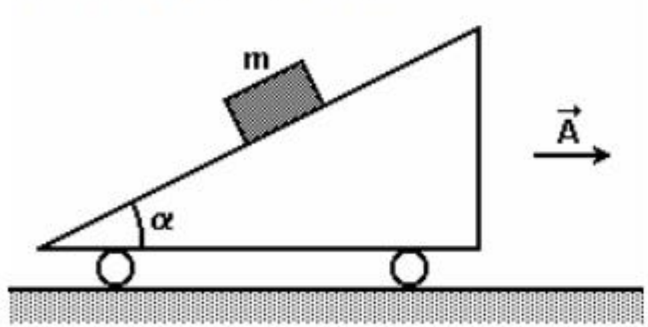
$$+F_{mín}.\cos\theta - \mu.(F_{mín}.\sin\theta + W) = 0$$

$$+F_{mín}.\cos\theta - \mu.F_{mín}.\sin\theta - \mu.W = 0$$

$$+F_{mín}.(\cos\theta - \mu.\sin\theta) = \mu.W$$

$$F_{mín} = \frac{\mu.W}{\cos\theta - \mu.\sin\theta} \rightarrow \boxed{F_{mín} = \frac{\mu.W}{\cos\theta.(1 - \mu.\tan\theta)}}$$

41. **(ITA-03)** Na figura, o carrinho com rampa movimenta-se com uma aceleração constante A.



Sobre a rampa repousa um bloco de massa m. Se μ é o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa, determine o intervalo para o módulo de A, no qual o bloco permanecerá em repouso sobre a rampa.

42. **(U. Tocantins-TO)** Um astronauta, em órbita da Terra a bordo de uma espaçonave, está submetido à ação da gravidade. No entanto, ele flutua em relação aos objetos que estão dentro da espaçonave. Tal fenômeno ocorre porque:

a) O somatório das forças que atuam sobre a nave é igual a zero.

b) A formulação da questão está incorreta, pois eles não flutuam.

c) A velocidade centrífuga da nave é que torna inviável a queda.

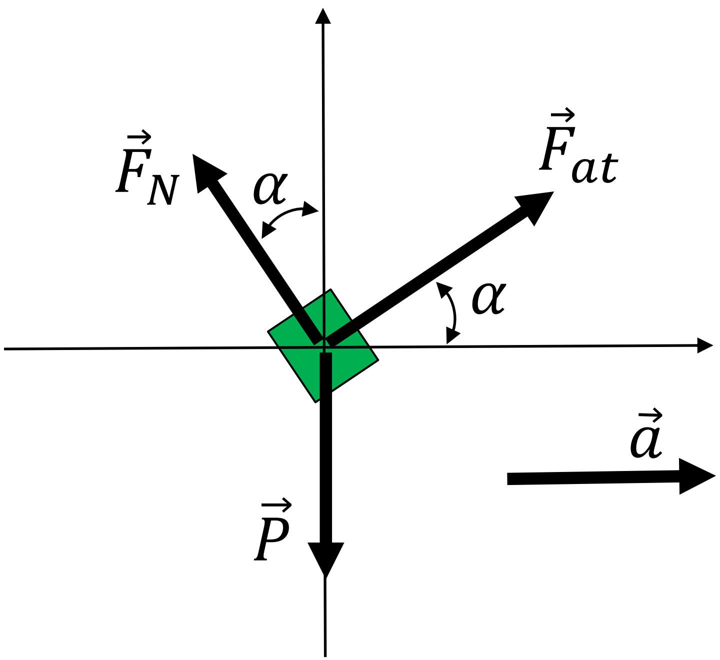
d) O astronauta e tudo o que está dentro da nave "caem" com a mesma aceleração, em direção à Terra.

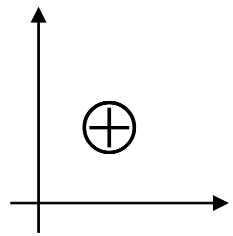
e) A Lua atrai a nave com uma força igual à da Terra, por isso a nave se mantém em equilíbrio, não caindo sobre a Terra.

Resolução do exercício 41:

Condição imposta: $\boxed{\alpha < \beta = arc\tan(\mu_{est})}$

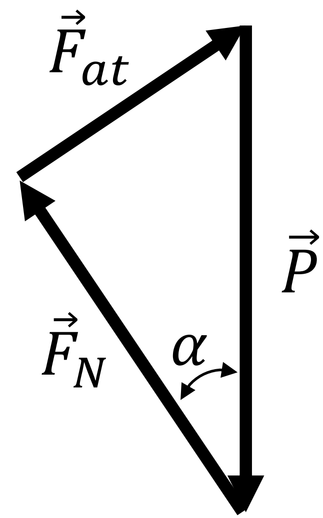
Isolar o bloco:





Situação 1:

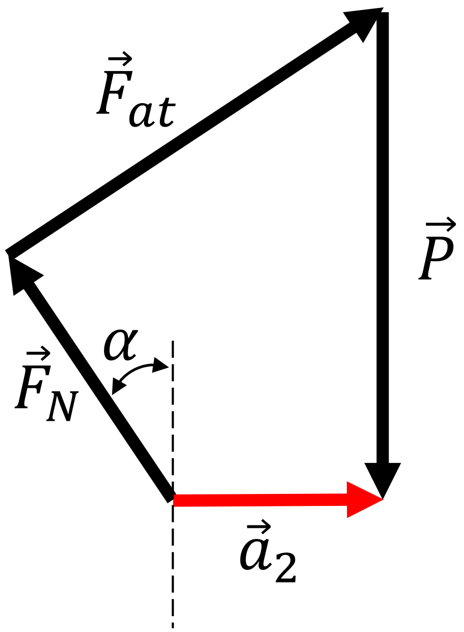
$$a_1 = 0, v = 0 \ ou \ v = cte$$



$$\mu_1 = \frac{F_{at}}{F_N}$$

Situação 2:

$a_2 < a_{máx}$

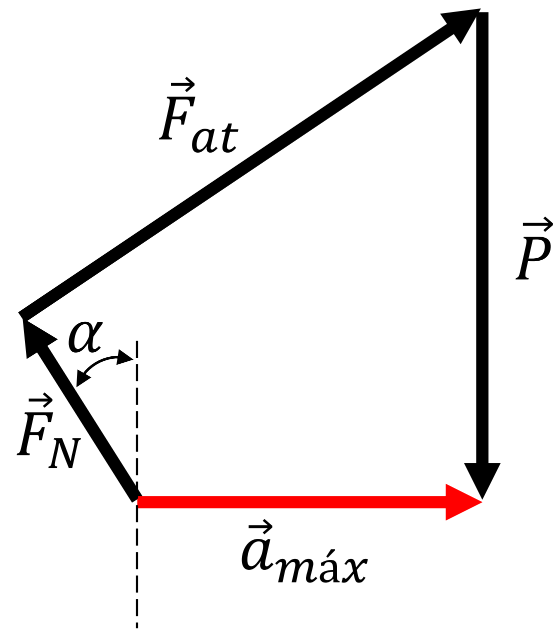


$$\mu_2 = \frac{F_{at}}{F_N} \quad e \ \ \mu_2 > \mu_1$$

$$e \ \ \mu_2 < \mu_{est}$$

Situação 3:

$a = a_{máx}$



$$\mu_3 = \frac{F_{at}}{F_N} \quad e \ \ \mu_3 > \mu_2$$

$$\boxed{e \ \ \mu_3 = \mu_{est}}$$

$$\boxed{\vec{F}_{Res} = m.\vec{a}} \quad \begin{cases} \text{em x:} \quad +F_{at}.\cos\alpha - F_N.\sin\alpha = m.a \\ \text{em y:} \quad +F_N.\cos\alpha + F_{at}.\sin\alpha - P = 0 \end{cases}$$

No limite do escorregamento → $a = a_{máx} \quad e \quad F_{at} = F_{at_{máx}} = \mu.F_N$

$$+\mu.F_N.\cos\alpha - F_N.\sin\alpha = m.a_{máx}$$

$$+F_N.(\mu.\cos\alpha - \sin\alpha) = m.a_{máx} \qquad (1)$$

$$+F_N.\cos\alpha + \mu.F_N.\sin\alpha - P = 0$$

$$+F_N.(\cos\alpha + \mu.\sin\alpha) = m.g \qquad (2)$$

Dividindo-se (1) por (2), tem-se → $\dfrac{\mu.\cos\alpha - \sin\alpha}{\cos\alpha + \mu.\sin\alpha} = \dfrac{a_{máx}}{g}$

$$\boxed{a_{máx} = g.\frac{\mu.\cos\alpha - \sin\alpha}{\cos\alpha + \mu.\sin\alpha}} \qquad \boxed{0 \leq a \leq g.\frac{\mu.\cos\alpha - \sin\alpha}{\cos\alpha + \mu.\sin\alpha}}$$

$$\boxed{a_{máx} = g.\frac{\mu.\cos\alpha - \sin\alpha}{\cos\alpha + \mu.\sin\alpha}}$$

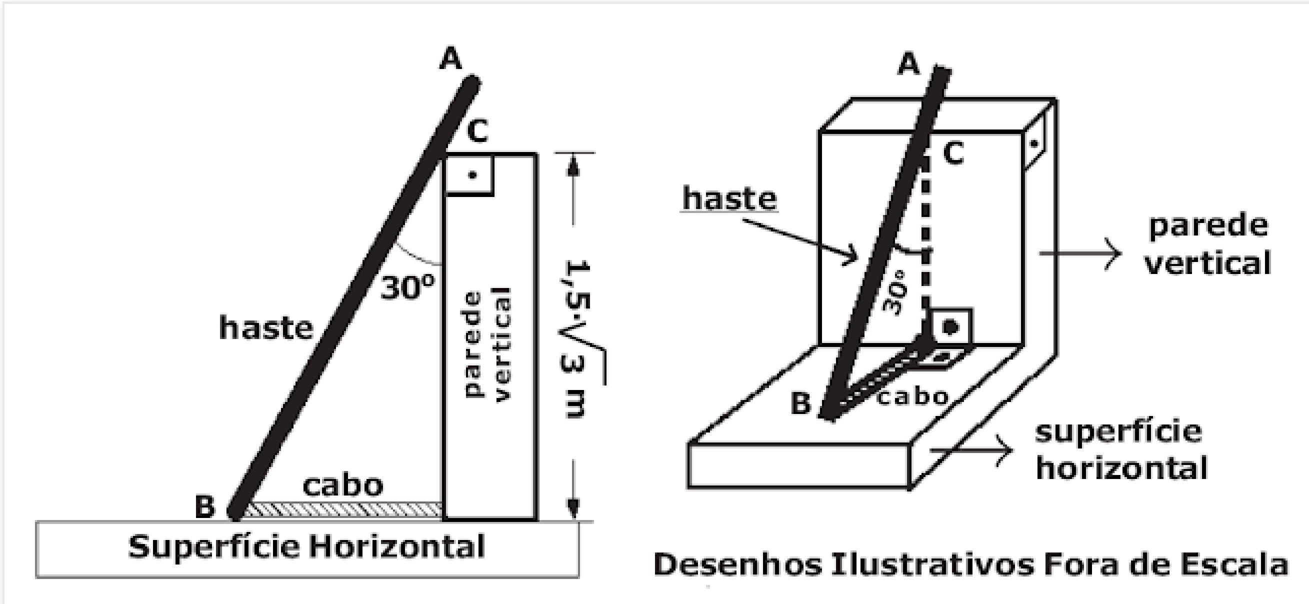
Para o caso de α = 0º → $a_{0^\circ} = +g.\mu$

Para o caso de α = 90º → $a_{90^\circ} = -\dfrac{g}{\mu}$

43. ESPCEX Uma haste AB rígida, homogênea com 4 m de comprimento e 20 N de peso, encontra-se apoiada no ponto C de uma parede vertical, de altura $1{,}5\sqrt{3}$m, formando um ângulo de 30° com ela, conforme representado nos desenhos abaixo.

Para evitar o escorregamento da haste, um cabo horizontal ideal encontra-se fixo à extremidade da barra no ponto B e a outra extremidade do cabo, fixa à parede vertical.

Desprezando todas as forças de atrito e considerando que a haste encontra-se em equilíbrio estático, a força de tração no cabo é igual a

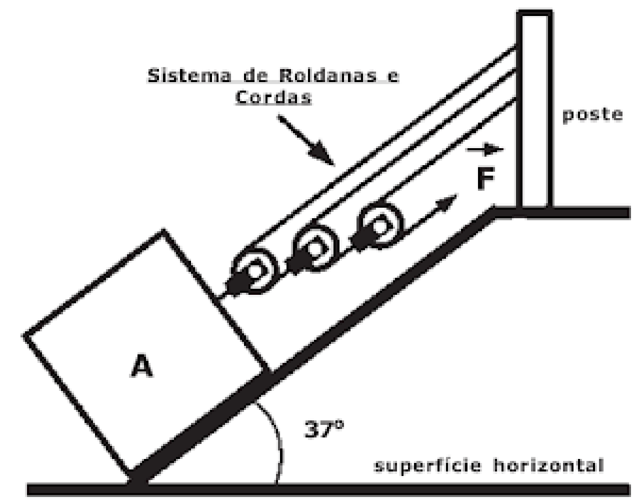


Dados: sen 30°= cos 60°= 0,5 e sen 60°= cos 30°= $\sqrt{3}/2$

[A] $7/3.\sqrt{3}$N
[B] $8/3.\sqrt{3}$N
[C] $10/3.\sqrt{3}$N
[D] $6.\sqrt{3}$N
[E] $20/3.\sqrt{3}$N

44. ESPCEX Um bloco A de massa 100 kg sobe, em movimento retilíneo uniforme, um plano inclinado que forma um ângulo de 37° com a superfície horizontal. O bloco é puxado por um sistema de roldanas móveis e cordas, todas ideais, e coplanares. O sistema mantém as cordas paralelas ao plano inclinado enquanto é aplicada a força de intensidade F na extremidade livre da corda, conforme o desenho abaixo. Todas as cordas possuem uma de suas extremidades fixadas em um poste que permanece imóvel quando as cordas são tracionadas.

Sabendo que o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco A e o plano inclinado é de 0,50, a intensidade da força F é



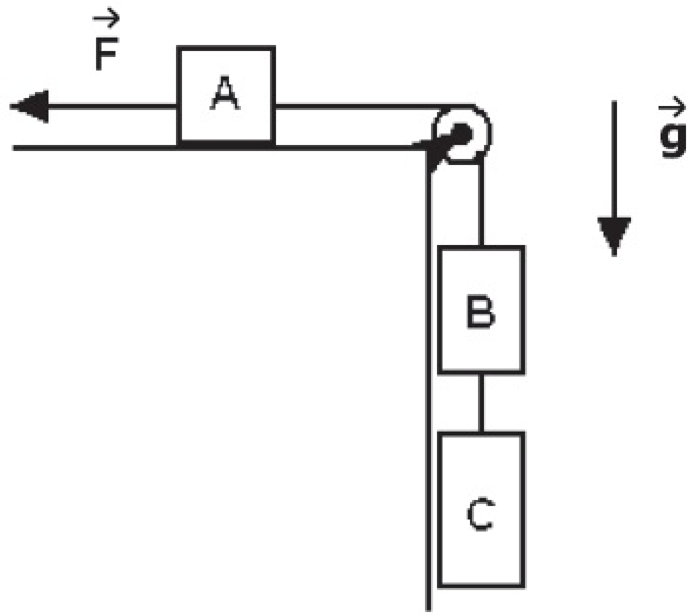
Desenho Ilustrativo Fora de Escala

Dados: sen 37° = 0,60 e cos 37° = 0,80

Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s2

[A] 125 N
[B] 200 N
[C] 225 N
[D] 300 N
[E] 400 N

45. Três blocos A, B e C de massas 4kg, 6kg e 8kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade g vale 10 m/s².

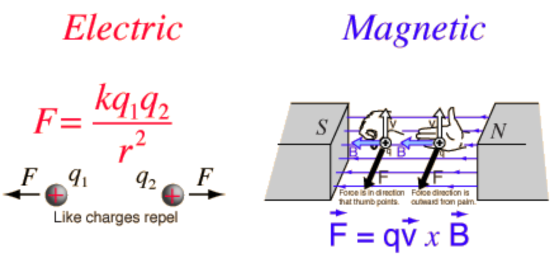


Desenho Ilustrativo

Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal F que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de 2 m/s², é de:

[A] 100 N
[B] 112 N
[C] 124 N
[D] 140 N
[E] 176 N

Forças Fundamentais na Natureza



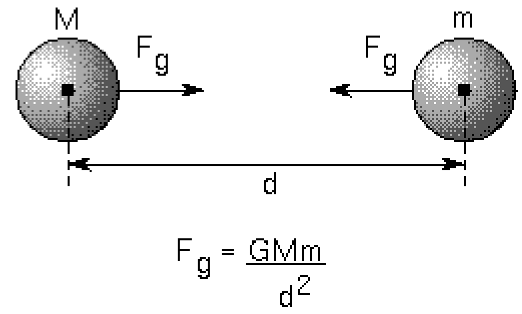
$$\vec{F}_{eletromagnética} = \vec{F}_{elétrica} + \vec{F}_{magnética}$$

Força gravitacional

Força eletromagnética

Força nuclear forte

Força nuclear fraca



$$G = 6{,}67384 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$$

Comparações

$$F_{forte} \approx 100 \times F_{eletromag}$$

$$F_{fraca} \approx 10^{-11} \times F_{eletromag}$$

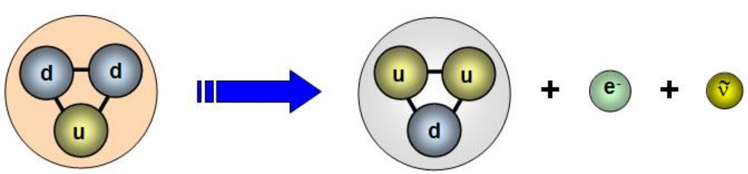
Alcance **≈ 1fm = 10^{-15}m**

- entre núcleons → **1** a **3fm**
- interior dos núcleons → **< 0,8fm**

Alcance **≈ 1am = 10^{-18}m**

Beta$^-$ decay: $n \Rightarrow p + \beta^- + \tilde{\nu}$

Meia vida ≈ 10,3 min



http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/forces/funfor.html

http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/particles/proton.html

Referências Sitiográficas

http://www.alfaconnection.net/pag_avsf/mov0701.htm

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172011000100004&script=sci_arttext

http://www.vertikal.net/en/news/story/17815/

http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/08/cursos-do-blog-mecanica_26.html

http://fisicaevestibular.com.br/exe_din_7.htm

http://www.rumoaoita.com/site/attachments/558_fisica_dinamica_leis_de_newton_aplicacoes_blocos_gabarito.pdf


OAMTC ADAC
MakeAGIF.com


Vervox