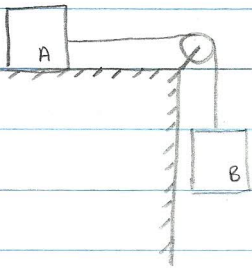


/ /

Gabarito comentado - 1ª Lista  
de exercícios de Força de Atrito

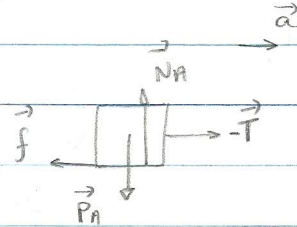
1)  $\rightarrow a$

2º Diagrama de corpo livre para A:



Pela 2ª Lei, temos:

$$\sum \vec{F} = m_A \cdot \vec{a}$$



$$\sum F_x = m_A \cdot a$$

, com  $a_y = 0$  pois o bloco não se move verticalmente

$$N - m_A \cdot g = m_A \cdot 0$$

$$\therefore N = m_A \cdot g$$

$$\sum F = m_A \cdot a$$

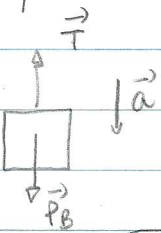
$$T - f = m_A \cdot a$$

$$f = \mu N \text{ e } N = m_A \cdot g$$

$$\therefore f = \mu \cdot m_A \cdot g$$

$$T - \mu \cdot m_A \cdot g = m_A \cdot a$$

2º Aplicando o mesmo procedimento para o bloco B, temos:



$$\sum \vec{F} = m_B \cdot \vec{a} \text{ (2ª Lei de Newton)}$$

$$\sum F = m_B \cdot a$$

$$P_B - T = m_B \cdot a$$

$$m_B \cdot g - T = m_B \cdot a$$

$$T - \mu \cdot m_A \cdot g = m_A \cdot a$$

$$-T + m_B \cdot g = m_B \cdot a$$

$$m_B \cdot g - \mu \cdot m_A \cdot g = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$g(m_B - \mu \cdot m_A) = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$a = \frac{g(m_B - \mu \cdot m_A)}{(m_A + m_B)}$$

↓ continuação

$$a = \frac{(10 \text{ m/s}^2) \cdot (6 \text{ kg} - 0,5 \cdot 3 \text{ kg})}{(3 \text{ kg} + 6 \text{ kg})} = 5 \text{ m/s}^2$$

Resp: (a)

$$(6 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2) - T = (6 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s}^2)$$

$$T = 60 \text{ N} - 30 \text{ N} = 30 \text{ N}$$

2)

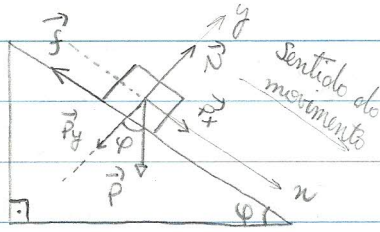
Dados:

$$m = 30 \text{ kg}$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$\mu = \sqrt{3}/3$$

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



Como a criança não se movimenta ao longo do eixo  $Oy$ , temos:

$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg \cos \varphi = 0$$

$$N = mg \cos \varphi$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_x = P \sin \varphi = mg \sin \varphi \\ P_y = P \cos \varphi = mg \cos \varphi \end{array} \right.$$

Para o movimento ao longo de  $Ox$ , temos:

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$P_x - f = m \cdot a, \text{ com } P_x = mg \sin \varphi \text{ e } f = \mu N = \mu mg \cos \varphi$$

$$mg \sin \varphi - \mu mg \cos \varphi = ma$$

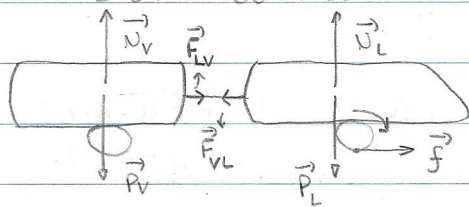
$$m(g \sin \varphi - \mu g \cos \varphi) = ma$$

$$\therefore a = g \sin \varphi - \mu g \cos \varphi$$

$$a = 10 \cdot \sin(30^\circ) - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ)$$

$a = 0!$  Portanto, a criança desce o escorregador com velocidade constante. Resp: (c)

3)



2ª Lei de Newton para a locomotiva:

$$\sum F = M \cdot a \quad \mu N_L - F_{vL} = M \cdot a$$

$$f - F_{vL} = M \cdot a$$

Como a locomotiva não se movimenta na vertical, temos:

$$N_L = P_L = M \cdot g$$

↓ continuação

$$\mu N - F_{VL} = M \cdot a$$

$$\mu Mg - F_{VL} = M \cdot a$$

$$\mu Mg - F_{VL} = M \cdot a$$

$$F_{VL} = \frac{2M}{3} a +$$

2ª Lei para o vagão:

$$\Sigma F = \frac{2M}{3} \cdot a$$

↓

$$F_{VL} = \frac{2M}{3} \cdot a //$$

$$\mu Mg = (M + \frac{2M}{3}) a$$

$$\mu Mg = \frac{5M}{3} a$$

$$\therefore a = \frac{3\mu g}{5}$$

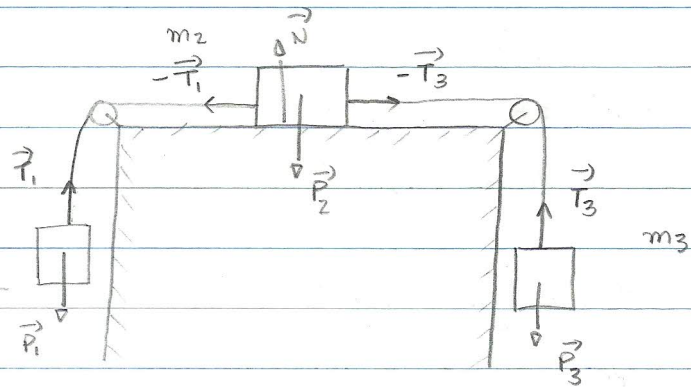
$$\mu Mg \cdot \frac{3}{5M} = a$$

Resp: (a)

4)

\* Na ausência da peça de atrito  $m_2$  se moveria da esquerda para a direita.

No sistema que se deseja estudar existe atrito entre  $m_2$  e a superfície de apoio.



Como a tendência do movimento é da esquerda para a direita  $\vec{f}$  atua no sentido oposto.

2ª Como o sistema está em repouso:

• Para  $m_2 \rightarrow \Sigma F = 0$

$$T_3 = T_1 + f$$

Como  $m_2$  não se movimenta na vertical:  $N = P_2 = m_2 g$

$$T_3 = T_1 + \mu m_2 g,$$

• Para  $m_1 \rightarrow \Sigma F = 0$

$$P_1 = T_1$$

$$m_1 g = T_1,$$

• Para  $m_3 \rightarrow \Sigma F = 0$

$$P_3 = T_3$$

$$m_3 g = T_3,$$

$$m_3 g = m_1 g + \mu m_2 g$$

$$m_3 = m_1 + \mu m_2$$

$$\therefore \mu = \frac{(m_3 - m_1)}{m_2}$$

$$\mu = \frac{(6 - 4)}{2} = 0,2 \quad \text{Resp: (a)}$$

5)

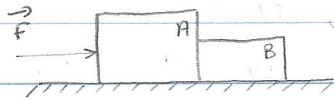
Dados:

$$m_A = 60 \text{ kg}$$

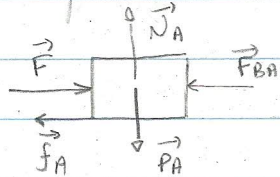
$$m_B = 20 \text{ kg}$$

$$|\vec{F}| = 500 \text{ N}$$

$$\mu = 0,2$$



2º Diagrama de corpo livre para A.



$$\sum F_x = m_A \cdot a$$

$$F - F_{BA} - f_A = m_A \cdot a$$

$$F - F_{BA} - \mu m_A g = m_A \cdot a$$

Como A não se movimenta na vertical:

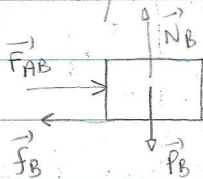
$$\sum F_y = 0 \quad \triangleright \quad N_A = m_A \cdot g$$

$$N_A - P_A = 0$$

$$N_A = P_A$$

Temos também:  $f_A = \mu N_A = \mu m_A g$

2º Diagrama de corpo livre para B.



$$\sum F_x = m_B \cdot a$$

$$F_{AB} - f_B = m_B \cdot a$$

$$F_{AB} - \mu m_B g = m_B \cdot a$$

Pelo mesmo argumento usado para

o corpo A, temos:  $N_B = m_B \cdot g$

E  $f_B = \mu m_B g$

$$F - F_{BA} - \mu m_A g = m_A \cdot a$$

$$F_{AB} - \mu m_B g = m_B \cdot a \quad +$$

$$F - \mu(m_A + m_B)g = (m_A + m_B)a$$

$$a = \frac{F - \mu(m_A + m_B)g}{(m_A + m_B)}$$

$$a = \frac{500 - (0,2 \cdot 80 \cdot 10)}{80} = 4,25 \text{ m/s}^2$$

$$F_{AB} = m_B \cdot a + \mu m_B g$$

$$F_{AB} = (20 \cdot 4,25) + (0,2 \cdot 20 \cdot 10) = 125 \text{ N}$$

Resp: a)  $|\vec{a}| = 4,25 \text{ m/s}^2$

b)  $|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}| = 125 \text{ N}$

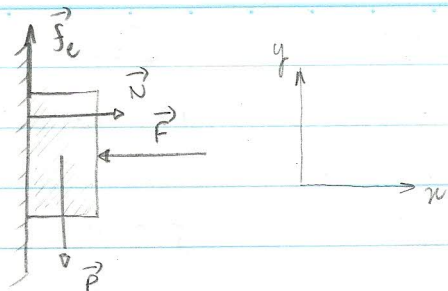
6) Para o corpo em repouso:

Dados:  
 $|\vec{P}| = 30\text{ N}$   
 $|\vec{F}| = 40\text{ N}$   
 $\mu_e = 0,8$

$$\sum F_x = 0$$

$$N - F = 0$$

$$N = F = 40\text{ N}$$



$$\sum F_y = 0 \quad \rightarrow \quad f_e = P = 30\text{ N} \quad \text{Resp: (a)}$$

$$f_e - P = 0$$

7) Para o corpo A:

Dados:  
 $m_a = m$   
 $m_b = 10\text{ m}$   
 $\text{sen } \theta = 0,6$   
 $\text{cos } \theta = 0,8$   
 $v = \text{cte} \quad a = 0$

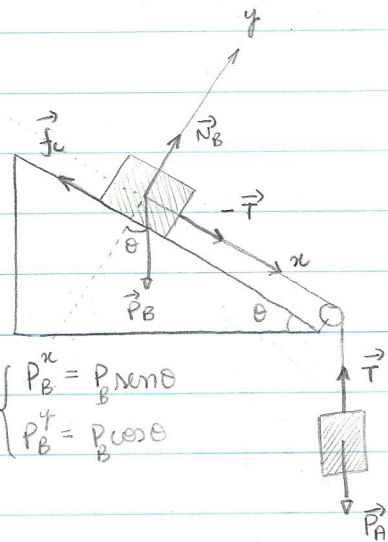
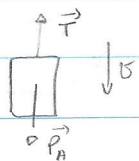
$$\sum F_y = 0$$

$$P_A - T = 0$$

$$m_a \cdot g = T$$

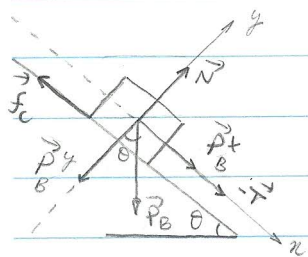
$$T = m \cdot g$$

$$|\vec{T}| = |\vec{P}| = m \cdot g$$



$$\begin{cases} P_B^x = P_B \text{sen } \theta \\ P_B^y = P_B \text{cos } \theta \end{cases}$$

Para o corpo B:



$$\sum F_y = 0$$

$$N - P_B^y = 0$$

$$N = P_B^y = P_B \text{cos } \theta$$

$$N = 10\text{ m} \cdot g \cdot \text{cos } \theta$$

$$f = \mu_e \cdot N = \mu \cdot 10\text{ m} \cdot g \cdot \text{cos } \theta$$

$$\sum F_x = 0$$

$$P_B^x + T - f_e = 0$$

$$10\text{ m} \cdot g \cdot \text{sen } \theta + m \cdot g - \mu \cdot 10\text{ m} \cdot g \cdot \text{cos } \theta = 0$$

$$10\text{ m} \cdot g \cdot \text{sen } \theta + m \cdot g = \mu \cdot 10\text{ m} \cdot g \cdot \text{cos } \theta$$

$$m \cdot g (10 \text{sen } \theta + 1) = m \cdot g (10 \mu \text{cos } \theta)$$

$$\mu = \frac{(10 \text{sen } \theta + 1)}{(10 \text{cos } \theta)}$$

$$\mu = \frac{(10 \cdot 0,6 + 1)}{(10 \cdot 0,8)} = 0,875$$

Resp: (c)

8)

$$\sum F_x = m \cdot a$$

Dados:

$$mg \cdot \text{sen} \varphi - f = m \cdot \frac{1}{3}g$$

$$m = 3,0 \text{ kg}$$

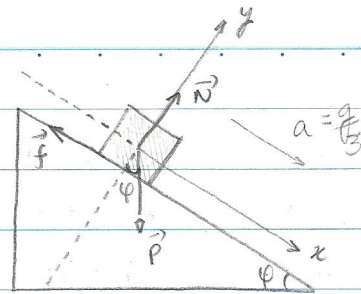
$$\varphi = 30^\circ$$

$$f = mg \cdot \text{sen} \varphi - \frac{1}{3}mg$$

$$a = \frac{1}{3}g$$

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

$$f = mg (\text{sen} \varphi - \frac{1}{3})$$



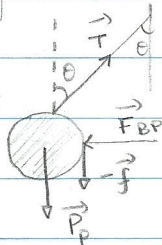
$$\begin{cases} P_x = P \text{sen} \varphi = mg \text{ sen} \varphi \\ P_y = P \text{cos} \varphi = mg \text{cos} \varphi \end{cases}$$

$$f = 3 \cdot 10 \cdot (\frac{1}{2} - \frac{1}{3}) = 5 \text{ N}$$

9)

2º Diagrama de corpo livre para

o pendulo:



$$\sum F_x = 0$$

$$T \text{sen} \theta - F_{BP} = 0$$

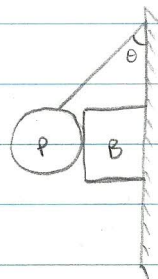
$$T \text{sen} \theta = F_{BP}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T \text{cos} \theta - mg - f = 0$$

$$T \text{cos} \theta = mg + f$$

$$\begin{cases} T_x = T \text{sen} \theta \\ T_y = T \text{cos} \theta \end{cases}$$



$$|F_{PB}| = N \quad \text{e} \quad |F_{BP}| = T \text{sen} \theta$$

Mas pela 3ª Lei de Newton

$$|F_{PB}| = |F_{BP}|$$

Então,  $N = T \text{sen} \theta$

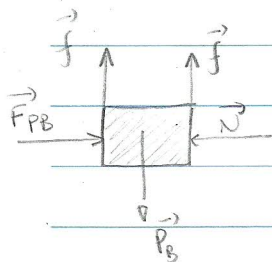
2º Para o pendulo

$$T \text{cos} \theta = mg + \mu T \text{sen} \theta$$

$$T \text{cos} \theta - \mu T \text{sen} \theta = mg$$

2º Diagrama de corpo livre

para o bloco:



$$\sum F_x = 0$$

$$F_{PB} - N = 0$$

$$F_{PB} = N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2f - mg = 0$$

$$2f = mg$$

2º Para o bloco

$$2\mu T \text{sen} \theta = mg$$

$$T \text{cos} \theta - \mu T \text{sen} \theta = 2\mu T \text{sen} \theta$$

$$T \text{cos} \theta = 3\mu T \text{sen} \theta$$

$$\text{cos} \theta = 3\mu \text{sen} \theta$$

$$\therefore \boxed{\text{tg} \theta = \frac{1}{3\mu}}$$