

Fundamentos de Mecânica – 4300151

Segunda prova – Diurno

17 de junho de 2013

Nome: GABARITO Número USP: _____

1. (0,5 ponto) Uma força constante é aplicada, durante um curto intervalo de tempo, em um bloco que está inicialmente em repouso sobre um piso horizontal sem atrito. Essa força imprime ao carro uma certa velocidade final. A mesma força é aplicada, pela mesma duração, em um outro bloco, duas vezes mais pesado que o primeiro, e também inicialmente em repouso. Como se relacionam as velocidades finais dos dois blocos? **Explique o raciocínio que guiou sua escolha!**

- (a) A velocidade do bloco mais pesado é um quarto da velocidade do bloco mais leve.
- (b) A velocidade do bloco mais pesado é quatro vezes a velocidade do bloco mais leve.
- (c) A velocidade do bloco mais pesado é igual à velocidade do bloco mais leve.
- (d) A velocidade do bloco mais pesado é metade da velocidade do bloco mais leve.
- (e) A velocidade do bloco mais pesado é duas vezes a velocidade do bloco mais leve.

$$\Delta v = a \Delta t ; \quad a = \frac{F}{m} \quad a' = \frac{F}{2m} = \frac{1}{2} \frac{F}{m} = \frac{1}{2} a$$

$$\Delta v' = a' \Delta t = \frac{1}{2} a \Delta t = \frac{1}{2} \Delta v$$

2. (0,5 ponto) Uma força constante é aplicada, durante um curto intervalo de tempo, em um bloco que está inicialmente em repouso sobre um piso horizontal sem atrito. Essa força imprime ao carro uma certa velocidade final. Para alcançar a mesma velocidade final, partindo novamente do repouso, mas com uma nova força que tem o dobro da intensidade da força original, essa nova força deve atuar sobre o bloco durante um intervalo de tempo

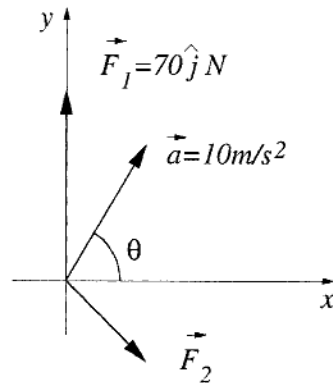
- (a) quatro vezes maior do que com a força original.
- (b) duas vezes maior do que com a força original.
- (c) igual àquele com a força original.
- (d) a metade daquele com a força original.
- (e) um quarto daquele com a força original.

Explique o raciocínio que guiou sua escolha!

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

$$\Delta v = \frac{F'}{m} \Delta t' ; \quad F' = 2F \Rightarrow \Delta v = \frac{2F}{m} \Delta t' = \frac{F}{m} \Delta t \Rightarrow \Delta t' = \frac{1}{2} \Delta t$$

3. (2,0 pontos) Sobre uma partícula de massa $m = 5 \text{ kg}$ agem duas forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 . A primeira força é dada por $\vec{F}_1 = (70 \text{ N})\hat{j}$, mas a segunda força \vec{F}_2 é desconhecida. A partícula experimenta uma aceleração constante \vec{a} , de módulo e direção mostrados na figura. Despreze a gravidade, e considere $\sin \theta = 4/5$ e $\cos \theta = 3/5$.



- (a) (1,0 ponto) Calcule as componentes da força desconhecida \vec{F}_2 .
 (b) (1,0 ponto) Que terceira força \vec{F}_3 é necessária para anular a aceleração da partícula? Dê como resposta as componentes dessa força.

$$(a) \quad \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} F_{1x} + F_{2x} = m a_x \Rightarrow F_{2x} = m a_x - F_{1x} \\ F_{1y} + F_{2y} = m a_y \Rightarrow F_{2y} = m a_y - F_{1y} \end{cases}$$

$$a_x = |\vec{a}| \cos \theta = 10 \cdot \frac{3}{5} = 6 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = |\vec{a}| \sin \theta = 10 \cdot \frac{4}{5} = 8 \text{ m/s}^2$$

$$\boxed{\begin{aligned} F_{2x} &= 5 \cdot 6 - 0 = 30 \text{ N} \\ F_{2y} &= 5 \cdot 8 - 70 = -30 \text{ N} \end{aligned}}$$

$$(b) \quad \vec{a}' = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

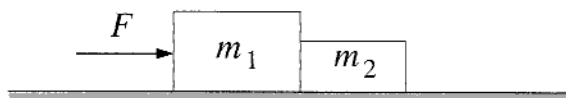
$$\vec{F}_3 = -\vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

$$F_{3x} = -F_{1x} - F_{2x} = 0 - 30 = -30 \text{ N}$$

$$F_{3y} = -F_{1y} - F_{2y} = -70 - (-30) = -40 \text{ N}$$

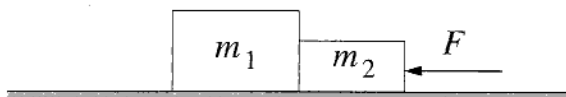
$$\boxed{\begin{aligned} F_{3x} &= -30 \text{ N} \\ F_{3y} &= -40 \text{ N} \end{aligned}}$$

4. (2,0 pontos) Dois blocos localizados sobre uma mesa horizontal sem atrito são empurrados pela esquerda por uma força horizontal, como mostrado abaixo.



- (a) ^{0,4} (0,2 ponto) Desenhe diagramas de corpo livre para cada um dos blocos, *e escreva as equações de movimento na direção horizontal*
 (b) ^{0,3} (0,4 ponto) Calcule a aceleração dos blocos.
 (c) ^{0,3} (0,4 ponto) Expresse, em termos de F , m_1 e m_2 , a força de contato entre os dois blocos.

Suponha agora que uma força de mesmo módulo, mas de sentido oposto, seja aplicada ao bloco da direita.



- (d) ^{0,4} (0,2 ponto) Desenhe diagramas de corpo livre para cada um dos blocos, *e escreva as eqs. de movimento na direção horizontal*
 (e) ^{0,3} (0,4 ponto) Qual é a aceleração dos blocos nesse caso?
 (f) ^{0,3} (0,4 ponto) Qual a força de contato entre os blocos nesse caso?

(a) ^{0,3}

$$\begin{aligned} F - f &= m_1 a \\ f &= m_2 a \end{aligned}$$

(b)
$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

(c)
$$f = m_2 a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$$

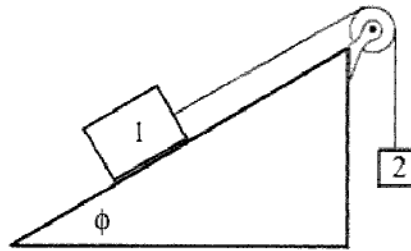
(d)

$$\begin{aligned} -f' &= m_1 a \\ f' - F &= m_2 a \end{aligned}$$

(e)
$$a = -\frac{F}{m_1 + m_2}$$

(f)
$$f' = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$$

5. (3,0 pontos) Na figura abaixo, o bloco 1, de massa m_1 , restrito a mover-se ao longo de um plano inclinado de um ângulo ϕ com a horizontal, está conectado por uma corda ideal, que passa por uma polia ideal, ao bloco 2, de massa m_2 . Suponha que a aceleração da gravidade seja g (atuando para baixo), que o coeficiente de atrito estático entre o bloco e o plano inclinado seja μ_e , e que o coeficiente de atrito cinético correspondente seja μ_c .



- (a) (1,0 ponto) Suponha que, na ausência de atrito, a massa do bloco 2 fosse tal que o bloco 1 deslizesse rampa acima, mas que, em virtude do atrito, os blocos permaneçam em repouso. Nessas condições, desenhe os diagramas de corpo livre dos dois blocos e escreva as equações de movimento correspondentes, indicando os sistemas de coordenadas que utilizar.
- (b) (0,7 ponto) Qual é o menor valor da massa m_2 para que o bloco 1 deslize rampa acima?

Para os itens seguintes, suponha que o bloco 2 tenha massa maior que o valor calculado no item (b).

- (c) (0,5 ponto) Escreva as equações de movimento correspondentes.
- (d) (0,5 ponto) Calcule a aceleração dos blocos.
- ~~(e) (0,5 ponto) Calcule a tensão na corda.~~

(a)

$$N_1 - m_1 g \cos \phi = 0$$

$$T - f - m_1 g \sin \phi = 0$$

$$m_2 g - T = 0$$

(b)

$$f \leq \mu_e N_1 = \mu_e m_1 g \cos \phi$$

$$f = T - m_1 g \sin \phi = g(m_2 - m_1 \sin \phi)$$

$$m_2 - m_1 \sin \phi \leq \mu_e m_1 \cos \phi$$

$$\boxed{m_2 \leq m_1 (\sin \phi + \mu_e \cos \phi)}$$

condição para que o bloco 1 não deslize rampa acima

(c)

$$N_1 - m_1 g \cos \phi = 0$$

$$T - \mu_c N - m_1 g \sin \phi = m_1 a$$

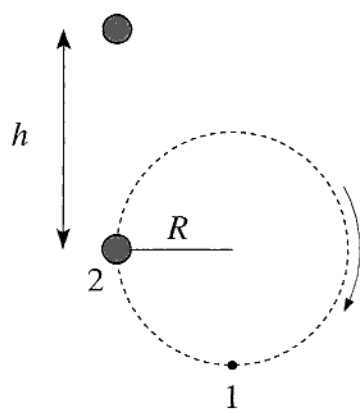
$$m_2 g - T = m_2 a$$

(d)

$$m_2 g - m_1 g \sin \phi - \mu_c m_1 g \cos \phi = (m_1 + m_2) a \Rightarrow \boxed{a = \frac{m_2 - m_1 (\sin \phi + \mu_c \cos \phi)}{m_1 + m_2} g}$$

~~(e) $m_2 g - T = m_2 a$~~

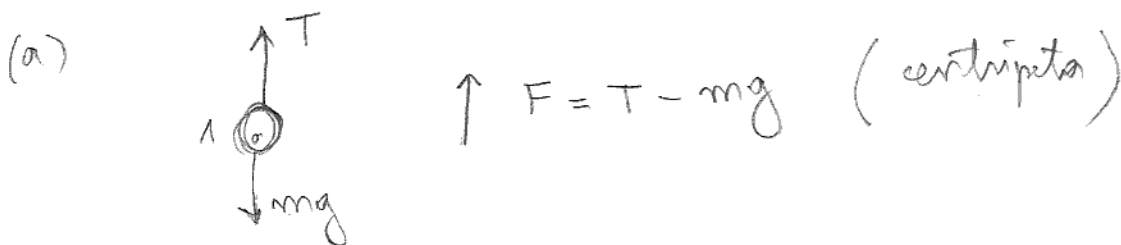
6. (2,0 pontos) Uma bola presa a uma corda é girada em uma órbita circular de raio R em um plano vertical, como mostrado na figura. A gravidade atua para baixo, com aceleração de módulo g , e a resistência do ar é desprezível.



(a) (0,5 ponto) Indique as forças que atuam sobre a bola na posição 1 da figura, correspondente ao ponto mais baixo da trajetória da bola. Nessa posição, quais a direção e o sentido da força resultante sobre a bola?

Suponha agora que a corda se rompa quando a bola está na posição 2 da figura, e a bola em seguida sobe até uma altura h acima da posição 2.

- (b) (0,2 ponto) Qual é a aceleração da bola após a corda se romper? **Justifique.**
- (c) (0,5 ponto) Calcule, em termos de h , a velocidade linear da bola imediatamente antes da corda se romper.
- (d) (0,3 ponto) Qual era a velocidade angular da bola logo antes da ruptura?
- (e) (0,5 ponto) Qual o valor da tensão na corda logo antes da ruptura?



(b) Após a ruptura da corda, apenas o peso atua sobre a bola. Logo, sua aceleração é \vec{g} .

(c) $0 = v^2 - 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

(d) $\omega = \frac{v}{R} = \frac{\sqrt{2gh}}{R}$

(e) $T = \frac{mv^2}{R} = \frac{2mgh}{R}$
 \hookrightarrow componente centrípeta