Física I – VR – Turmas D1 e F1 – 11/01/2017

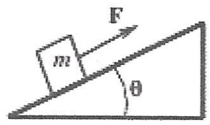
NOME____

MATRÍCULA____________________ **TURMA**____________ **PROF.** **NIVALDO**

A prova consiste em 5 (cinco) questões discursivas, cada uma valendo 2 pontos.

TODAS AS RESPOSTAS DEVEM SER JUSTIFICADAS

Questão 1. **(2 pontos)** Considere o sistema representado na figura abaixo.



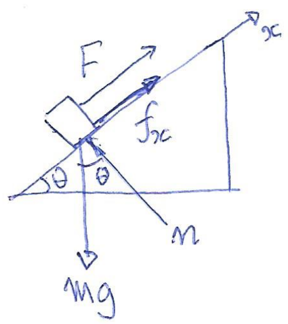
A inclinação da rampa é $\theta = 30^o$, a massa do bloco é $m = 2{,}0$ kg e os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a rampa são $\mu_e = \sqrt{3}/2$ e $\mu_c = \sqrt{3}/3$, respectivamente. Uma força **F**, paralela à rampa e apontando rampa acima, é aplicada ao bloco. O eixo x é paralelo à rampa e orientado rampa acima.
Dados: sen $30^o = 1/2$; cos $30^o = \sqrt{3}/2$. **Use** $g = 10$ m/s^2.

(a) **(0,5 ponto)** Qual é a componente x da força de atrito sobre o bloco quando F=0?

(b) **(0,5 ponto)** Qual é a componente x da força de atrito sobre o bloco quando F=20 N?

(b) **(0,5 ponto)** Para algum valor de F a força de atrito sobre o bloco é zero?

(c) **(0,5 ponto)** A partir de que valor de F o bloco começa a subir a rampa?



Na figura ao lado, f_x representa a componente x da força de atrito sobre o bloco. O bloco ficará em equilíbrio se

$$F + f_x = mg\,\text{sen}\,\theta\ , \quad n = mg\cos\theta.$$

A força de atrito estático máxima é:

$$f_{e\,max} = \mu_e n = \mu_e mg\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 15\,N.$$

(a) Se F=0 teremos

$$f_x = mg\,\text{sen}\,\theta = 2 \times 10 \times \frac{1}{2} = 10\,N < f_{e\,max}.$$

(b) Se F = 20N teremos

$$f_x = mg\,\text{sen}\,\theta - F = 10 - 20 = -10\,N.$$

A força de atrito estático aponta rampa abaixo.

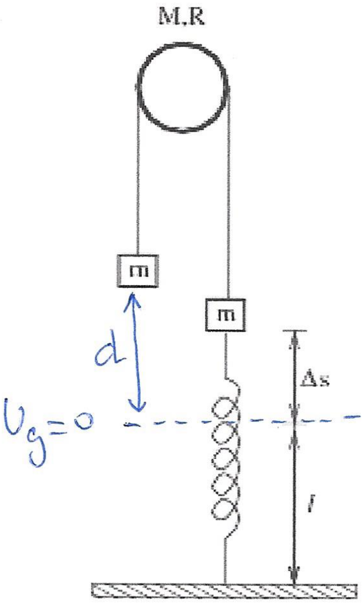
(c) Teremos $f_x = 0$ se $F = mg\,\text{sen}\,\theta = 10\,N$.

(d) Se $F > 25N$ precisaríamos ter $f_x < 10 - 25 = -15N$ para o bloco ficar em repouso. Como $|f_x| > f_{e\,max}$, o bloco desliza.

Questão 2. **(2 pontos)** Considere o sistema representado na figura abaixo. Os blocos têm a mesma massa m = 1,0 kg, a massa da polia é M = 4,0 kg e seu raio é R = 10 cm. O momento de inércia da polia em relação ao seu eixo de rotação é $I = M R^2/2$. A mola tem constante elástica k = 100 N/m e inicialmente encontra-se esticada de Δs = 10 cm em relação ao seu comprimento natural *l*. O fio é leve e inextensível e não escorrega sobre a polia. Os blocos são mantidos em repouso na posição representada na figura. Num certo momento, os blocos são liberados.

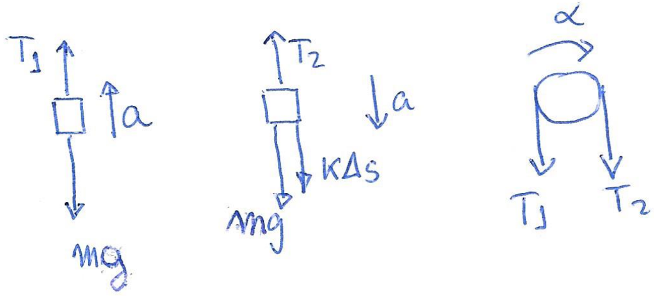
(a) (1 ponto) Imediatamente após a liberação dos blocos, qual é o módulo da aceleração de cada bloco?

(b) (1 ponto) Qual é a rapidez de cada bloco no instante em que a mola passa por sua posição relaxada, em que não está comprimida nem esticada?



Situação inicial

(a) Assim que os blocos são liberados, temos os seguintes diagramas de corpo livre:



$$\alpha = \frac{a}{R}$$

$$I = \frac{M}{2} R^2$$

Logo:

$$ma = T_1 - mg \quad (1)$$

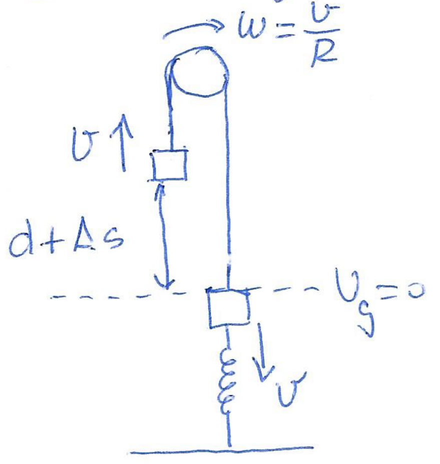
$$ma = k\Delta s + mg - T_2 \quad (2)$$

$$I\alpha = T_1 R - T_2 R \Rightarrow \frac{M}{2} a = T_1 - T_2 \quad (3)$$

Logo, (1)+(2)+(3) implica

$$\left(2m + \frac{M}{2}\right) a = k\Delta s \Rightarrow a = \frac{100 \times 0{,}1}{2+2} = 2{,}5\ m/s^2$$

(b) A energia mecânica se conserva:



situação final

$$E_i = mgd + mg\Delta s + \frac{1}{2} k\Delta s^2 \quad (4)$$

$$E_f = \frac{m}{2} v^2 + \frac{m}{2} v^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 + mg(d + \Delta s) \quad (5)$$

Usando $\omega = v/R$ e $I = MR^2/2$ a eq. (5) torna-se

$$E_f = \frac{1}{2}\left(2m + \frac{M}{2}\right) v^2 + mg(d + \Delta s) \quad (6).$$

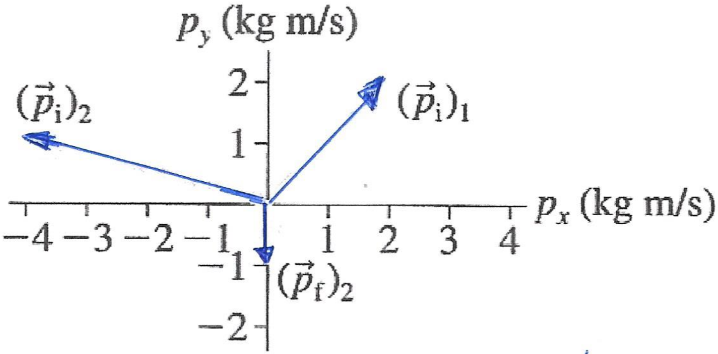
Logo, $E_i = E_f$ dá

$$\frac{1}{2}\left(2m + \frac{M}{2}\right) v^2 = \frac{k}{2} \Delta s^2 \Rightarrow v^2 = \frac{100 \times 10^{-2}}{2+2} \Rightarrow v = 0{,}50 \frac{m}{s}.$$

Questão 3. **(2 pontos)** Duas partículas colidem numa mesa horizontal sem atrito. A figura abaixo mostra os momentos lineares das duas partículas antes da colisão e o momento linear da partícula 2 depois da colisão.

(a) (1 ponto) Qual é o vetor momento linear final da partícula 1?

(b) (1 ponto) Se as duas partículas têm a mesma massa de 1,0 kg a colisão é elástica?



(a) Pela conservação do momento linear,

$$(\vec{p}_i)_1 + (\vec{p}_{i2}) = (\vec{p}_f)_1 + (\vec{p}_f)_2 .$$

Da figura temos:

$$(\vec{p}_i)_1 = 2\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} \; ; \; (\vec{p}_i)_2 = -4\hat{\imath} + \hat{\jmath} \; ; \; (\vec{p}_f)_2 = -\hat{\jmath} .$$

Logo,

$$(\vec{p}_f)_1 = 2\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + (-4\hat{\imath} + \hat{\jmath}) - (-\hat{\jmath}) = -2\hat{\imath} + 4\hat{\jmath} \text{ (kg m/s)}$$

(b) Como $m = 1{,}0$ kg, o momento linear de cada partícula é numericamente igual à sua velocidade no sistema SI.

Portanto,

$$K_i = \frac{1}{2}(p_i)_1^2 + \frac{1}{2}(p_i)_2^2 = \frac{1}{2}[4+4] + \frac{1}{2}[16+1] = \frac{25}{2} \text{ J},$$

$$K_f = \frac{1}{2}(p_f)_1^2 + \frac{1}{2}(p_f)_2^2 = \frac{1}{2}[4+16] + \frac{1}{2}[1] = \frac{21}{2} \text{ J}.$$

Como

$$K_f < K_i ,$$

a colisão é inelástica.

Questão 4. (2 pontos) Considere a questão de múltipla escolha abaixo.

Seja R o raio da Terra e seja g_0 a aceleração da gravidade na superfície da terra. Numa altitude h muito menor que R a aceleração da gravidade é, **aproximadamente**,

(A) $g = g_0$, não há variação;
(B) $g = g_0 (1+h/R)$;
(C) $g = g_0 (1-2h/R)$
(D) $g = g_0 (1+2h/R)$
(E) $g = g_0 (1+h^2/R^2)$

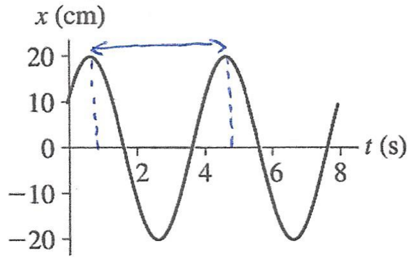
Escolha a resposta que você considera correta e explique o motivo da sua escolha.

A resposta correta é C. A aceleração da gravidade diminui à medida que a altitude aumenta. As opções B, D e E dão g aumentando com a altitude. A opção A dá g independente da altitude. Logo, a única opção correta é C, que dá g decrescendo com a altitude.

Questão 5. (2 pontos) A expressão geral para a posição de uma partícula que executa um movimento harmônico simples é x = A cos (ωt + ϕ_0). O gráfico abaixo representa a posição como função do tempo de uma partícula em movimento harmônico simples.

(a) (1 ponto) Estime o período do oscilador a partir do gráfico.

(b) (1 ponto) Determine a constante de fase ϕ_0.



(a) A distância entre dois picos dá $T = 4{,}0\,s$.

(b) Do gráfico é imediato que $A = 20\,cm$. Também do gráfico,

$$x(0) = 10\,cm = 20\,cm \cos\phi_0 \Rightarrow \cos\phi_0 = \frac{1}{2}.$$

Logo,

$$\phi_0 = \frac{\pi}{3} \quad \text{ou} \quad \phi_0 = -\frac{\pi}{3}.$$

Como $v_x(0) > 0$ (do gráfico, que tem declividade positiva em $t=0$) e $v_x(t) = -\omega A \operatorname{sen}(\omega t + \phi_0)$ conclui-se que $\operatorname{sen}\phi_0 < 0$. Logo,

$$\phi_0 = -\pi/3.$$

Outra forma possível da resposta é $\phi_0 = \frac{5\pi}{3}$.