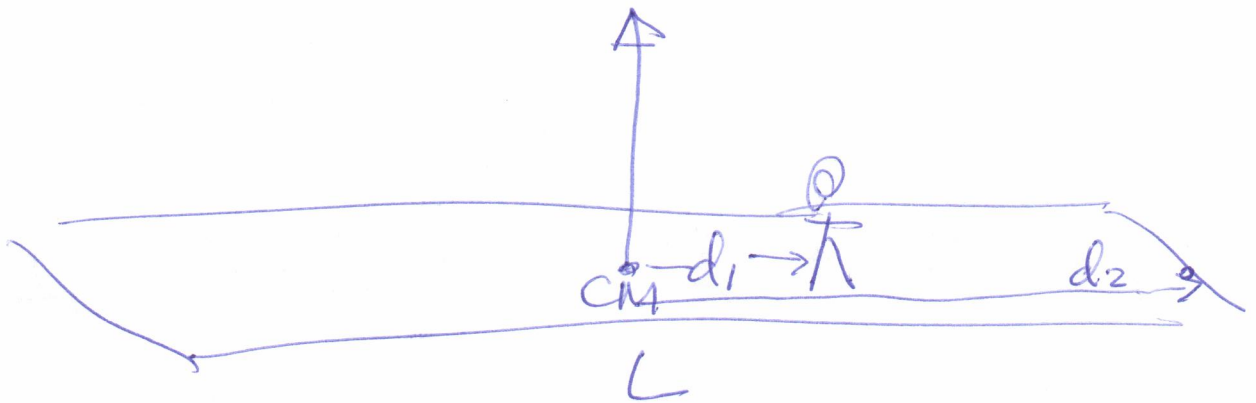


①.



- ②. Devido ao atrito entre o pé da pessoa e a plataforma, f_{at} é uma força externa para a pessoa, o momento linear $\vec{p}$ da pessoa não se conserva.
- ③. Para o sistema (plataforma - pessoa), não há torque externo. Portanto o momento angular $\vec{L}$ do sistema se conserva.

©. Pela conservação do momento angular,

$$L_{\text{plataforma}} + L_{\text{pessoa}} = C.$$

$$(I_{\text{cm}} + m d_2^2) \omega' = (I_{\text{cm}} + m d_1^2) \omega,$$

$$I'_{\text{total}} \omega' = I_{\text{total}} \omega,$$

$$\omega' = \frac{I_{\text{total}}}{I'_{\text{total}}} \omega = \frac{I + m d_1^2}{I + m d_2^2} \omega$$

$$= 0.55 \omega = 0.55 \left(\frac{\pi}{8} \right) \text{ rad/s}.$$

⑧. $\Delta K = K' - K = \frac{1}{2} I'_{\text{total}} \omega'^2 - \frac{1}{2} I_{\text{total}} \omega^2$

$$= \frac{1}{2} I_{\text{total}} \omega (\omega' - \omega)$$

$$= -\frac{1}{2} I_{\text{total}} \omega \times 0.45 \omega$$

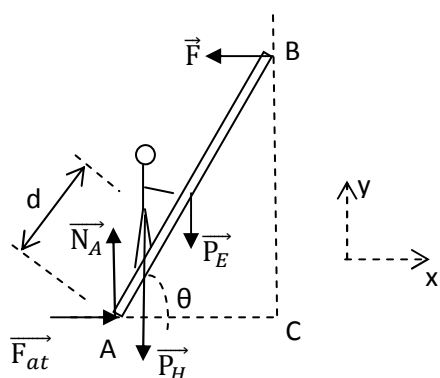
$$= -12.7 \text{ J},$$

QUESTÃO 2

Uma escada uniforme pesando 160 N e com 5,0 m de comprimento está encostada em uma parede vertical sem atrito e a sua extremidade inferior está a 3,0 m da parede e apoiada no solo horizontal. O coeficiente de atrito estático entre a base da escada e o solo é 0,40. Um homem pesando 740 N sobe lentamente a escada.

- [0,5] Desenhe o diagrama de corpo livre do sistema {escada+homem}.
- [0,5] Qual é a força de atrito máxima que o solo pode exercer sobre a base da escada com o homem na escada?
- [0,8] Qual a força de atrito exercida pelo solo quando o homem subiu 1,0 m ao longo da escada?
- [0,7] Qual a distância máxima ao longo da escada que o homem pode subir antes que a escada comece a escorregar?

SOLUÇÃO



$$P_E = 160 \text{ N}$$

$$P_H = 740 \text{ N}$$

$$AB = L = 5,0 \text{ m} ; d = 1,0 \text{ m}$$

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

$$\mu_E = 0,40$$

0,5 ponto, pela representação de todas as forças

$$a) \vec{R}_y = 0 \rightarrow N_A - P_E - P_H = 0 \rightarrow N_A = 900 \text{ N}$$

0,2

$$F_{atE} = \mu_E \cdot N_A \rightarrow F_{atE} = 360 \text{ N} \quad (1)$$

0,3

$$b) \vec{R}_x = 0 \rightarrow F - F_{at} = 0 \rightarrow F = F_{at} \quad (2)$$

0,2

$$\vec{\tau}_A = 0 \rightarrow \tau_A F_{at} + \tau_A N_A + \tau_A P_H + \tau_A P_E + \tau_A F = 0 \rightarrow 0 + 0 + P_H \cdot d \cdot \cos \theta + P_E \cdot \frac{L}{2} \cos \theta - F \cdot L \sin \theta = 0 \quad (3)$$

$$\text{Mas, } \cos \theta = \frac{AC}{AB} = 0,6 \text{ e } \sin \theta = \sqrt{1 - (\cos \theta)^2} = 0,8$$

Substituindo os valores, teremos: $F = 171 \text{ N}$

$$\text{De (2), teremos: } F_{at} = 171 \text{ N}$$

0,6

- No item anterior observamos que a força de atrito não está no seu valor máximo e que sua intensidade varia com a posição (d) do homem na escada. Então, a distância máxima d do homem na escada é obtida, substituindo em (3) F pelo valor máximo da força de atrito.

$$d = 2,7 \text{ m}$$

0,7

Questão 03

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$A) \quad \omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$T = 3,3 - 1,3 \approx 2,0 \text{ s}$$

$$k = m\omega^2$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$k = 0,2 \pi^2$$

$$\omega = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s}$$

$$k \approx 1,97 \text{ N/m}$$

B) A velocidade é máxima, nos instantes em que $x=0$, visto que nesta posição a energia potencial da mola U é mínima e a energia cinética é máxima ($v_{\text{máx}}$).

Sabemos que:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$$

$$v_{\text{máx}} \rightarrow \overset{x=0}{\sin(\omega t + \phi)} \rightarrow \text{ocorre quando}$$

$$\sin(\omega t + \phi) = \pm 1$$

$$v_{\text{máx}} = |\vec{v}_{\text{máx}}| = \omega A, \text{ onde } A = \pm 0,4 \text{ m}$$

$$v_{\text{máx}} = 0,4\pi = 1,25 \text{ m/s}$$

c) o módulo da força elástica é máximo, nos pontos onde a energia potencial armazenada é máxima, ou seja, quando $A = \pm 0,4 \text{ m}$.

$$\vec{F} = -kx \hat{x}$$

$$F = |\vec{F}| = |-k(1,97)(\pm 0,4)| \cong 0,8 \text{ N}$$

d) $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$

$$A = 0,4 \text{ m}$$

$$\omega = \pi \text{ rad/s}$$

$$x(0) = -0,2 \text{ m}$$

$$x(0) = 0,4 \cos((\pi \cdot 0) + \phi) = -0,2$$

$$0,4 \cos \phi = -0,2$$

$$\boxed{\cos \phi = -0,5}$$

$$\phi_1 = \frac{2\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\phi_2 = \frac{4\pi}{3} \text{ rad}$$

ambos os valores satisfazem a relação acima, mas ainda desconhecemos ϕ .

Nesse ponto devemos analisar $v(t)$ e o gráfico.

Do gráfico temos:

$$p/ t \simeq 0,83s \quad v(t) \Rightarrow v_{\max} \text{ e } x=0$$

$$v(t) = -0,4\pi \sin(\pi t + \phi)$$

$$v(0,83) = -0,4 \sin(0,83\pi + \phi) = v_{\max} = 0,4\pi$$

$$-0,4\pi \sin(0,83\pi + \phi) = 0,4\pi$$

$$\sin(0,83\pi + \phi) = -1$$

p/ esta relação temos que:

$$0,83\pi + \phi = 3\pi/2$$

$$\phi \simeq \frac{3}{2}\pi - 0,83\pi = 0,67\pi \text{ rad}$$

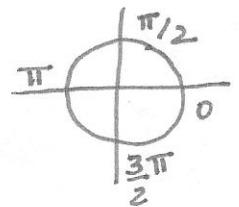
$$\boxed{\phi \simeq \frac{2}{3}\pi \text{ rad}} \quad (**)$$

que está de acordo q a eq. (*)

$$\phi = \phi_1$$

logo:

$$\boxed{x(t) = 0,4 \cos(\pi t + \frac{2}{3}\pi)}$$



Física 1 2/2012
Gabarito da 4ª questão da P3

(a) Durante todo o movimento a Energia Mecânica (E_m) do sistema { corpo+asteróide } se conserva pois o trabalho resultante das forças externas é nulo e a única força interna é a interação gravitacional que é uma força conservativa. Com isso,

$$E_m^{\text{superfície}} = E_m^h$$

$$\Downarrow$$

$$(0,4) \quad E_c^{\text{superfície}} + U(R_a) = E_c^h + U(R+h) \quad (2)$$

para qualquer altura (h) acima da superfície. O corpo quando lançado para cima desacelera até atingir momentaneamente o repouso e voltar a cair em direção à superfície. Entretanto existe uma certa velocidade de lançamento que o corpo sobe eternamente e só atinge o repouso no infinito ($h \rightarrow \infty$). Neste caso, quando $h \rightarrow \infty$, E_m^h e $U(R+h)$ são respectivamente nulos. Assim, a equação 2 toma a seguinte forma:

$$(0,4) \quad mv_e^2/2 - GMm/R_a = 0. \quad (3)$$

A velocidade mínima de lançamento para o corpo escapar é obtida isolando v_e na equação (3).

$$(0,4) \quad v_e = (2GmR_a)^{1/2} = (2g_a R_a)^{1/2} \text{ com } g_a = GM/R_a^2.$$

g_a = aceleração da gravidade na superfície do asteróide e $R_a=40000\text{m}$ é a distância do centro de massa do asteróide à sua superfície.

De acordo com o gráfico $g_a = 2 \text{ m/s}^2$. Assim, $v_e = (2 \times 2 \times 40000)^{1/2} = 400\text{m/s}$. (0,3)

(b) Voltando na equação da conservação da energia:

$$E_m^{\text{superfície}} = E_m^h$$

$$mv_e^2/2 - GMm/R_a = -GMm/(R_a+h) + 0 \quad (0,4)$$

$$v_e^2/2 - GM/R_a \times (R_a/R_a) = -GM/(R_a+h) \times (R_a/R_a)^2$$

onde multiplicamos o segundo membro da equação por $1 = (R_a/R_a)^2$

$$v_e^2/2 - GM/R_a^2 \times R_a = -GM/R_a^2 \times R_a^2 / (R_a+h)$$

$$v_e^2/2 - g_a \times R_a = -g_a \times R_a^2 / (R_a+h)$$

$$100^2/2 - 2 \times 40000 = -2 \times 40000^2 / (R_a+h)$$

$$\Downarrow$$

$$R_a+h = 42666\text{m} \quad (0,4)$$

$$h = 2666\text{m}. \quad (0,2)$$