

$$v = \dot{s} = ds/dt; a = \dot{v} = dv/dt = \ddot{s} = d^2s/dt^2. v_t = \dot{s} = \rho\dot{\beta}; v_n = 0; a_t = \dot{v} = \rho\ddot{\beta} + \dot{\rho}\dot{\beta}; a_n = \frac{v^2}{\rho} = \rho\dot{\beta}^2.$$

$$v_r = \dot{r}; v_\theta = r\dot{\theta}; v_z = \dot{z}; a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2; a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}; a_z = \ddot{z}; v_R = \dot{R}; v_\theta = R\dot{\theta}\cos\phi; v_\phi = R\dot{\phi}; \omega = \dot{\theta}; \alpha = \dot{\omega}; \omega d\omega = \alpha d\theta$$

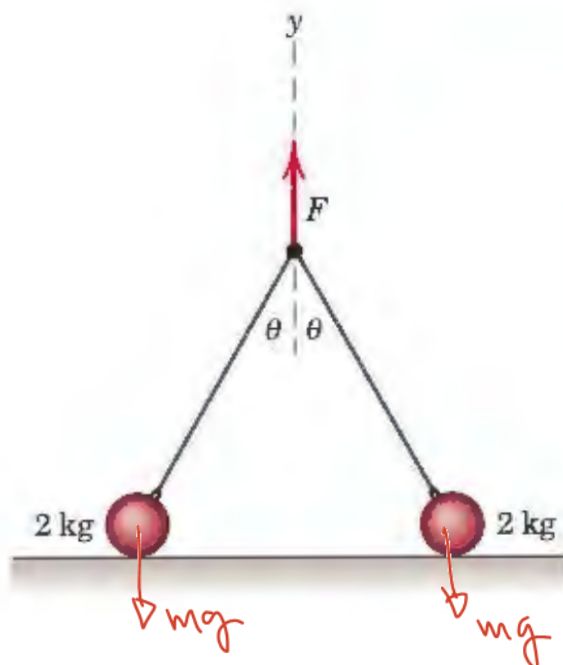
$$\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}; \mathbf{a}_n = \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}); \mathbf{a}_t = \boldsymbol{\alpha} \times \mathbf{r} \quad \mathbf{v}_A = \mathbf{v}_B + \mathbf{v}_{A|B} = \mathbf{v}_B + (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) + \mathbf{v}_{rel}; \mathbf{a}_A = \mathbf{a}_B + \mathbf{a}_{A|B} = \dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{r} + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) + 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}_{rel} + \mathbf{a}_{rel};$$

$$\mathbf{G} = \sum m_i \mathbf{v}_i; \sum \mathbf{F} = \dot{\mathbf{G}}; \mathbf{H}_O = \sum \mathbf{r}_i \times m_i \mathbf{v}_i; \sum \mathbf{M}_O = \dot{\mathbf{H}}_O; \mathbf{H}_G = \sum \boldsymbol{\rho}_i \times m_i \dot{\boldsymbol{\rho}}_i; \sum \mathbf{M}_G = \dot{\mathbf{H}}_G;$$

$$T_1 + U_{1-2} = T_2; T_1 + V_1 + U'_{1-2} = T_2 + V_2; T = \sum \frac{1}{2} m_i \|\mathbf{v}_i\|^2; U_{1-2} = \int_1^2 \mathbf{v} \cdot d\mathbf{s}; V = \frac{1}{2} kx^2; V = mgh$$

Momento de inércia de uma barra: $\bar{I} = \frac{mL^2}{12}$

1 [25] As duas esferas conectadas por um fio flexível estão inicialmente em repouso na superfície, quando uma força F de 60 N é aplicada como mostrado na figura (o valor do ângulo inicial é θ). Determine a *componente vertical* da aceleração de cada esfera imediatamente após o instante de aplicação de F . (use $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)



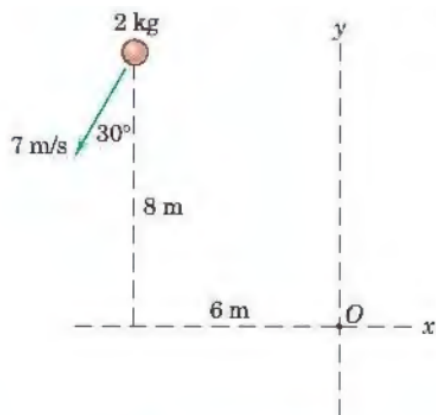
$$\sum \vec{F}_y = m_{\text{tot}} a_y$$

$$F - 2mg = m_{\text{tot}} a_y$$

$$a_y = \frac{F}{2m} - g = \frac{60}{4} - 9,8$$

$$a_y = 5,2 \text{ m/s}^2$$

2 [25] Determine o *vetor* quantidade de movimento angular da partícula mostrada em relação à origem O ilustrada. Considere que a massa se encontra no plano $x-y$, e que a direção Z é perpendicular saindo do papel (regra da mão direita).

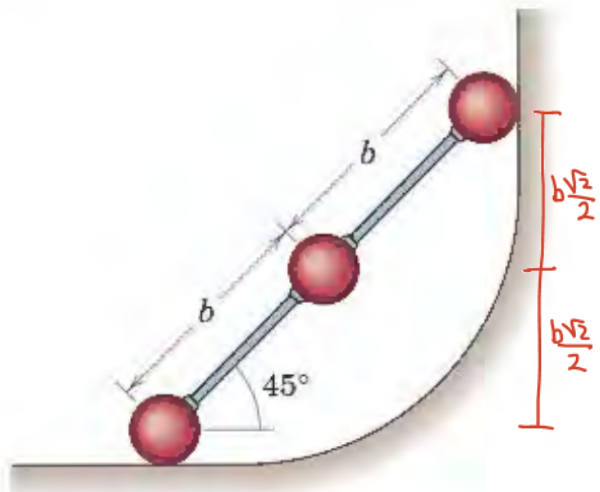


$$\left(\begin{array}{l} \hat{i} \times \hat{j} = \hat{k} ; \quad \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i} ; \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j} \\ \hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k} ; \quad \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i} ; \quad \hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j} \end{array} \right)$$

$$H_O = \underline{r} \times (m\underline{v}) = (-6\hat{i} + 8\hat{j}) \times (2)(7)(-\sin 30^\circ \hat{i} - \cos 30^\circ \hat{j})$$

$$H_O = 128.7 \text{ kg m}^2/\text{s}$$

3 [25] Três esferas com massa m idênticas estão conectadas a duas hastes sem massa com distâncias b como mostra a figura. O sistema rígido é solto do repouso na posição com 45° como mostra a figura e, sujeito à gravidade conhecida g , desliza sem atrito. Determine a velocidade V comum às 3 esferas no momento em que elas atingem a superfície horizontal.



Cinética + potencial gravitacional
 Energia se conserva pois não há atrito.

$$T_1 + V_{g1} = T_2 + V_{g2} \Rightarrow \text{explicitar } v$$

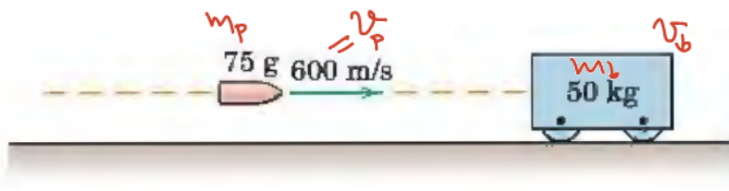
$\uparrow$ $\circ$ (repouso) $\uparrow$ $(3)\frac{1}{2}mv^2$
 $\downarrow$ $mg(2)b\sqrt{2}/2$ $\downarrow$ 0
 $+ mg b\sqrt{2}/2$

$$\Rightarrow v = (bg)^{\frac{1}{2}}(2)^{\frac{1}{4}}$$

4 [25] Um projétil de massa 75 g a 600 m/s atinge e se aloja dentro de um bloco de 50 kg sobre rodas (sem atrito com o piso). O bloco está em repouso antes do impacto. Calcule.

(a) [10] a energia do sistema antes do impacto;

(b) [15] a perda de energia do sistema (projétil+bloco) ocorrida durante o impacto.



$$a) E_{\text{antes}} = \frac{1}{2} m_p v_p^2 + \frac{1}{2} m_b v_b^2 = \frac{1}{2} (0,075) (600)^2 + 0 = 13500 \text{ J}$$

b) Para o conjunto projétil+bloco, q^{ue} de movimento se conserva:

$$(0,075)(600) + (50)(0) = 50,075 v_{p+b} \Rightarrow v_{p+b} = 0,899 \text{ m/s}$$

$$\text{Energia antes} = 13500 \text{ J}$$

$$\text{Energia depois} = \frac{1}{2} (m_p + m_b) v_{p+b}^2 = \frac{1}{2} (50,075) (0,899)^2 = 20,2 \text{ J}$$

$$\text{Perda} = E_{\text{depois}} - E_{\text{antes}} = 13480 \text{ J}$$