



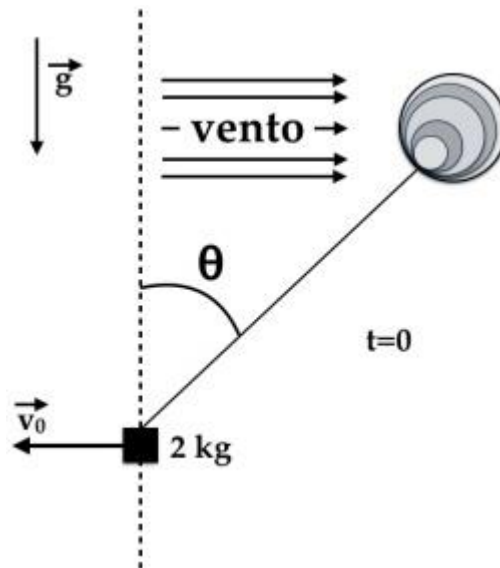
www.estudar.com.br

P1 2016 Poli USP
Resolução
Exercício 7 Cinemática e
Dinâmica
Explicação





7. Um balão está preso a um bloco por meio de um fio ideal (massa desprezível e inextensível). A massa do bloco é de $2,0 \text{ kg}$. A tensão (módulo) no fio entre o bloco e o balão é de 30 N . O vento arrasta o balão de modo que o fio faz um ângulo θ ($\cos\theta = 4/5$ e $\sin\theta = 3/5$) em relação à vertical (ver figura abaixo). Assuma que o módulo da aceleração da gravidade no local é $g = 10 \text{ m/s}^2$. Assuma ainda que o bloco é pequeno, de maneira que a força do vento sobre o bloco é desprezível. A figura mostra o vetor velocidade inicial \vec{v}_0 do bloco cujo módulo é 10 m/s .



a. Faça um diagrama das forças que atuam sobre o bloco. Comente (uma ou duas frases) a origem de cada força de seu diagrama. Defina um sistema de coordenadas e escreva as forças do seu diagrama neste sistema.

b. Determine a aceleração do bloco (enuncie leis físicas utilizadas).

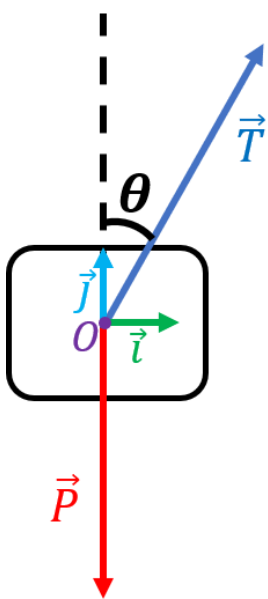
c. Considere θ constante durante toda a dinâmica do sistema e determine $\vec{r}(t)$ (2D apenas) para o bloco (enuncie princípios e resultados matemáticos utilizados).



d. Com base em seus resultados, faça uma descrição qualitativa da trajetória do bloco. Relacionando sua descrição com os resultados para os itens anteriores (dica: faça um esquema para indicar a trajetória, como um tracejado com setas).

e. Considere que o balão tem massa desprezível e que a força do vento sobre o balão tem componente apenas ao longo da horizontal (eixo x). Determine a força do vento sobre o balão (enuncie hipóteses, critérios, etc).

a. Adotando um referencial com eixos x (\hat{i}) e y (\hat{j}) **horizontal** para **direita** e **vertical** para **cima**, respectivamente, e com origem no centro do bloco, teremos:



A força **peso** \vec{P} provém da **aceleração gravitacional** \vec{g} (sempre na direção vertical apontando para baixo, na direção do centro da Terra, com módulo g). A tração \vec{T} advém do fio ligado ao balão. As duas podem ser escritas no sistema adotado na forma:

$$\vec{P} = -mg\hat{j}$$
$$\vec{T} = |\vec{T}|\cos\theta\hat{i} + |\vec{T}|\sin\theta\hat{j}$$

Aplicando os valores do enunciado teremos:

$$\vec{P} = -20\hat{j} \text{ N e } \vec{T} = (18\hat{i} + 24\hat{j}) \text{ N}$$

Resposta esperada: Diagrama de forças e $\vec{P} = -20\hat{j} \text{ N}$; $\vec{T} = (18\hat{i} + 24\hat{j}) \text{ N}$.

b. Vamos encontrar a aceleração do bloco aplicando a Segunda Lei de Newton:

$$\vec{F}_R = m\vec{a} = ma_x\hat{i} + ma_y\hat{j}$$



Porém, $\vec{F}_R = \vec{P} + \vec{T}$, e, portanto:

$$-20 \hat{j} + 18 \hat{i} + 24 \hat{j} = 2 \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{18 \hat{i} + 4 \hat{j}}{2} = (9 \hat{i} + 2 \hat{j}) \text{ m/s}^2$$

Resposta esperada: $\vec{a} = (9 \hat{i} + 2 \hat{j}) \text{ m/s}^2$.

c. No item, encontramos valores de aceleração constantes para **cada eixo** do sistema. Logo, em ambos os eixos o bloco **executa um MUV** (movimento uniformemente variado) e, assim, podemos definir seus espaços escalares como:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

Adotamos a **origem** no próprio **centro** do **bloco**. Por isso, $x_0 = 0$ e $y_0 = 0$. O **vetor posição** do bloco então pode ser definido como:

$$\vec{r}(t) = x(t) \hat{i} + y(t) \hat{j}$$

Pelo enunciado temos que $\vec{v}_0 = -10 \hat{i} \text{ m/s}$, porém podemos também dizer que:

$$\vec{v}_0 = (v_{0x} \hat{i} + v_{0y} \hat{j}) \text{ m/s} \Rightarrow v_{0x} = -10 \text{ m/s} \text{ e } v_{0y} = 0$$

Substituindo também os valores de aceleração para cada eixo ($a_x = 9 \text{ m/s}^2$ e $a_y = 2 \text{ m/s}^2$), teremos enfim:



$$x(t) = -10t + \frac{9t^2}{2} \text{ e } y(t) = \frac{2t^2}{2}$$

$$\therefore \vec{r}(t) = \left[\left(-10t + \frac{9t^2}{2} \right) \hat{i} + t^2 \hat{j} \right] m$$

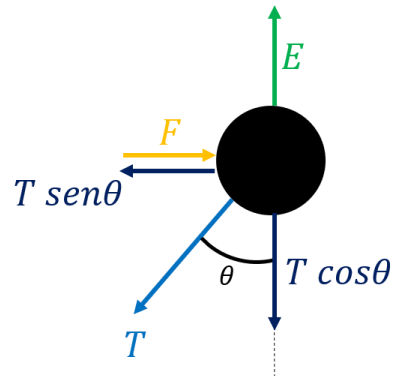
Resposta esperada: $\vec{r}(t) = \left[\left(-10t + \frac{9t^2}{2} \right) \hat{i} + t^2 \hat{j} \right] m$.

d. O bloco possui uma **velocidade inicial** na direção **negativa** (esquerda) de x e, portanto, irá seguir certo tempo nessa direção. Porém, conforme calculamos no item **b.**, o bloco sofre **acelerações positivas** em ambos os eixos e então a tendência dele é subir (eixo y positivo) e ir para a direita (eixo x positivo) logo depois. Um gráfico indicativo dessa trajetória segue abaixo:



Resposta esperada: Trajetória indicada na figura ou descrição contendo informações dos sentidos em cada direção que a partícula se moverá.

e. Primeiramente, é muito importante desenhar o diagrama de corpo livre do corpo, no caso o balão. Lembre-se que não haverá ação da força peso e existem as forças de empuxo e de resistência do ar (esta, só horizontal).



Para encontrar o valor de F vamos aplicar a Segunda Lei de Newton no eixo x . Como a **massa** é considerada **desprezível** ($m \approx 0$) teremos:

$$F - T \operatorname{sen} \theta = m a_{\text{Balão}} \Rightarrow F - T \operatorname{sen} \theta \approx 0$$

$$F \approx T \operatorname{sen} \theta = 30 \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow F \approx 18 \text{ N}$$

Resposta esperada: $F \approx 18 \text{ N}$.