

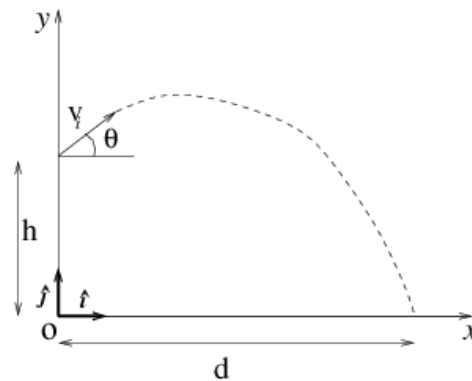
DISCURSIVAS

1. Um pequeno avião monomotor, à altitude de 500m, deixa cair uma caixa. No instante em que a caixa é largada, o avião voava a 60,0m/s inclinado de $30,0^\circ$ acima da horizontal.
- (a) A caixa atinge o solo a que distância horizontal do ponto em que é largada?
(b) Qual é o vetor velocidade da caixa ao se chocar com o solo?

Solução:

- (a) Com os eixos escolhidos conforme a figura, a altura instantânea da caixa a partir do instante $t=0$ em que começa a cair é

$$y = h + (v_i \text{ sen } \Theta) t - gt^2/2.$$



O instante em que a caixa atinge o chão é tal que $y=0$. Portanto, esse instante é determinado pela equação

$$h + (v_i \text{ sen } \Theta) t - gt^2/2 = 0 \rightarrow gt^2 - 2 (v_i \text{ sen } \Theta) t - 2h = 0.$$

Das duas soluções desta equação, somente a solução positiva $t = t_1$ é fisicamente aceitável, e vale

$$t_1 = \left\{ v_i \text{ sen } \Theta + [(v_i \text{ sen } \Theta)^2 + 2gh]^{1/2} \right\} / g.$$

Usando $v_i=60,0\text{m/s}$, $\Theta=30,0^\circ$, $g=9,80\text{m/s}^2$ e $h=500\text{m}$ obtém-se

$$t_1 = 13,62\text{s}.$$

A distância horizontal percorrida pela caixa é

$$d = (v_i \text{ cos } \Theta) t_1 = 707,7\text{m} = 708\text{m}. \quad (1 \text{ ponto})$$

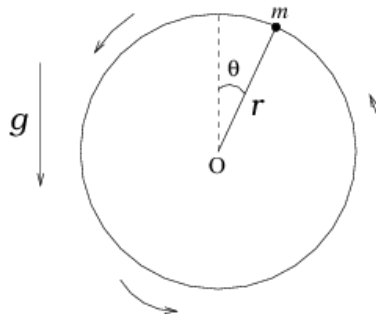
- (b) No instante em que a caixa atinge o chão,

$$v_x = v_i \text{ cos } \Theta = 51,96\text{m/s} = 52,0\text{m/s} \quad \text{e} \quad v_y = v_i \text{ sen } \Theta - gt_1 = -103\text{m/s}.$$

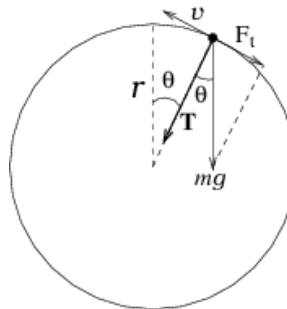
Assim,

$$\mathbf{v} = 52,0 \hat{\mathbf{i}} - 103 \hat{\mathbf{j}} \quad (\text{m/s}). \quad (1 \text{ ponto})$$

2. Uma pequena bola de massa $m=2,0\text{kg}$ descreve uma circunferência num plano vertical presa a um fio de comprimento $r=1,0\text{m}$ e massa desprezível (vide figura). A outra extremidade do fio (ponto O na figura) está presa a um dinamômetro (balança de mola) que registra a tensão no fio em cada instante. A tensão no fio é 20N quando ele forma um ângulo $\Theta=30^\circ$ com a vertical.
- (a) Qual é a rapidez da bola quando $\Theta=30^\circ$?
- (b) Qual é o módulo da aceleração da bola quando $\Theta=30^\circ$?



Solução:



- (a) Considerando as componentes radial e tangencial da segunda lei de Newton aplicada à bola, temos

$$F_r = T + m g \cos \Theta = m a_r = m v^2 / r$$

e

$$F_t = - m g \sin \Theta = m a_t .$$

O sinal negativo na segunda equação deve-se ao fato de o sentido tangencial positivo ser, por definição, o sentido da velocidade. Usando $T = 20\text{N}$, $\Theta=30^\circ$, $m=2,0\text{kg}$, $r=1,0\text{m}$ e $g=9,8\text{m/s}^2$ obtém-se

$$v = [(20 + 2 \times 9,8 \times \cos 30^\circ) / 2]^{1/2} = (18,487)^{1/2} = 4,299 \text{ m/s} = 4,3 \text{ m/s}. \quad (1 \text{ ponto})$$

- (b) A partir de

$$a_r = v^2 / r = (4,299)^2 = 18,48 \text{ m/s}^2 \quad \text{e} \quad a_t = -9,8 \sin 30^\circ = -4,9 \text{ m/s}^2$$

determina-se

$$a = (a_r^2 + a_t^2)^{1/2} = (18,48^2 + 4,9^2)^{1/2} = 19,1 \text{ m/s}^2 = 19 \text{ m/s}^2 . \quad (1 \text{ ponto})$$

“BINÁRIAS” OU “TUDO OU NADA”

3. Um carro parte do repouso numa pista circular com raio de 120 m. O motorista mantém o carro com aceleração constante igual a $1,0 \text{ m/s}^2$ na direção da velocidade. Que ângulo terá descrito o carro quando o módulo de sua aceleração for $2,0 \text{ m/s}^2$?

Solução:

Conforme o enunciado, a aceleração tangencial é constante: $a_t=1,0 \text{ m/s}^2$. Segue-se que a aceleração angular α também é constante, pois $a_t = \alpha r$, onde r é o raio da pista circular. No instante em que o módulo da aceleração é $2,0 \text{ m/s}^2$, temos

$$(a_r^2 + a_t^2)^{1/2}=2 \rightarrow a_r^2 + 1=4 \rightarrow a_r=\sqrt{3} \text{ m/s}^2.$$

Neste instante, sejam ω e v a velocidade angular e o módulo da velocidade do carro, respectivamente, com $v = \omega r$. Como $\omega_0=0$ e $a_t=v^2/r = \omega^2 r$, temos

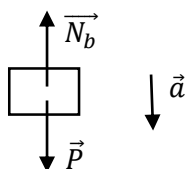
$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\Delta\theta = 2\alpha\Delta\theta \rightarrow a_r/r = 2(a_t/r)\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = a_r/(2a_t) = \sqrt{3}/2 \text{ rad.}$$

Em graus,

$$\Delta\theta = (\sqrt{3}/2) \times (180/\pi) = 49,6^\circ = 50^\circ.$$

Resposta: 50°

4. Uma menina de massa $50,0 \text{ kg}$ está sobre uma balança de mola dentro de um elevador que está descendo com aceleração constante de módulo igual a $2,00 \text{ m/s}^2$. Qual é a leitura da balança em newtons?



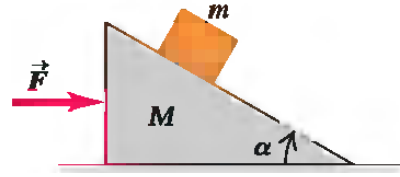
No diagrama de corpo livre acima, N_b é a força normal que a balança exerce sobre a menina, ou seja, o força cujo módulo a balança registra. Pela segunda lei de Newton aplicada à menina,

$$P - N_b = ma \rightarrow mg - N_b = ma \rightarrow N_b = m(g-a) = 50 \times (9,8-2) = 390 \text{ N.}$$

Resposta: 390 N

Atenção: para a resposta ter 3 algarismos significativos, no cabeçalho da prova deve-se dizer que o valor adotado para g é $9,80 \text{ m/s}^2$

5. Uma cunha de peso $P_M = 8,0N$ e ângulo $\alpha = 45^\circ$ está sobre uma superfície horizontal sem atrito. Um bloco de peso $P_m = 2,0N$ é posto sobre a cunha e uma força horizontal \vec{F} é aplicada na cunha (veja a figura). Qual deve ser o módulo de \vec{F} se queremos que o bloco permaneça a uma altura constante acima da superfície horizontal?



Solução

Seja \vec{N} a força normal da cunha sobre o bloco. Sejam x um eixo horizontal apontando para a direita e y um eixo vertical apontando para cima. Então, sendo $\mathbf{a}=(a_x, a_y)$ o vetor aceleração do bloco, pela segunda lei de Newton

$$ma_x = N\text{sen}\alpha, \quad ma_y = N\text{cos}\alpha - mg.$$

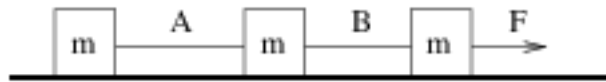
Como não queremos que o bloco se mova verticalmente, fazemos $a_y = 0$. Logo,

$N = mg / \text{cos}\alpha$, donde $a_x = g \text{tan}\alpha$. Para que o bloco e a cunha se movam juntos, eles têm que ter esta mesma aceleração horizontal, ou seja, a força aplicada deve ser

$$F = (M + m)a_x = (M + m)g \text{tan}\alpha = 10 \text{ N}.$$

Resposta: 10

6. Três caixas de massa m , unidas por fios sem massa, são puxadas por uma força constante F aplicada à massa da extremidade direita, conforme a figura abaixo. Não há atrito entre as caixas e a superfície horizontal. Sejam T_A e T_B as tensões nos fios A e B indicados na figura. Determine a razão T_B/T_A .

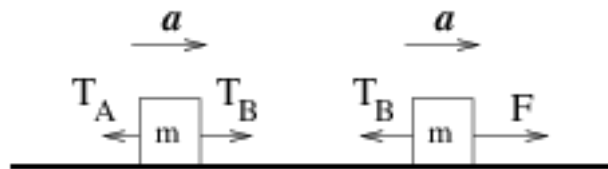


Solução:

Como as forças internas se cancelam aos pares e a força externa resultante é F , a aceleração comum das três massas é dada por

$$3ma = F \rightarrow a = F/3m .$$

Consideremos os diagramas de corpo livre abaixo, em que apenas as forças horizontais estão representadas:



De acordo com a segunda lei de Newton, temos

$$F - T_B = ma \rightarrow T_B = F - ma = F - F/3 = 2F/3$$

e

$$T_B - T_A = ma \rightarrow T_A = T_B - ma = 2F/3 - F/3 = F/3.$$

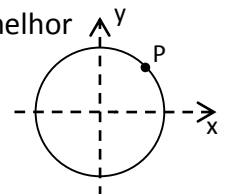
Portanto,

$$T_B = 2 T_A \rightarrow T_B/T_A = 2.$$

Resposta: 2

MÚLTIPLA ESCOLHA

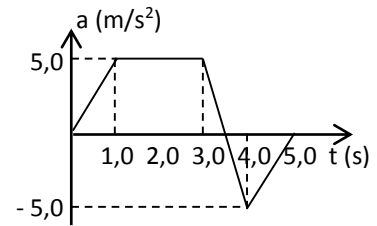
7. O ponto P na figura indica a posição de um objeto que move-se ao longo da circunferência com rapidez constante no sentido horário. Qual das setas melhor representa a direção da aceleração do objeto no ponto P?



- (a) (b) (c) (d) (e)

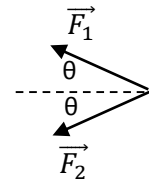
8. O gráfico abaixo mostra a aceleração em função do tempo de um objeto que se move ao longo de uma linha reta partindo do repouso em $t=0$. **Com exceção do instante inicial $t=0$** , quando a velocidade do objeto é igual a zero?

- (a) Durante o intervalo de 1,0 a 3,0 s.
(b) Em $t=3,5$ s.
(c) Em $t=4,0$ s
(d) Em $t=5,0$ s
(e) **Em nenhum instante anterior a 5,0 s.**



9. A figura mostra duas forças de mesma magnitude agindo sobre um corpo. Se a magnitude comum das forças é 4,6 N e o ângulo $\Theta = 20^\circ$, que terceira força fará com que o corpo fique em equilíbrio?

- (a) **8,6 N apontando para a direita**
(b) 7,0 N apontando para a direita
(c) 4,3 N apontando para a direita
(d) 8,6 N apontando para a esquerda
(e) 7,0 N apontando para a esquerda



10. Um objeto move-se com velocidade constante relativamente a um sistema de referência inercial. Qual das afirmações abaixo é **necessariamente** verdadeira?

- (a) Não há forças agindo sobre o objeto.
(b) Uma pequena força age sobre o objeto, na direção do movimento
(c) **A força resultante sobre o objeto é zero.**
(d) Duas das afirmações anteriores são necessariamente verdadeiras.
(e) Todas as afirmações anteriores são falsas.

11. Uma bola é arremessada verticalmente para cima. No instante em que ela alcança a altura máxima, é correto afirmar que

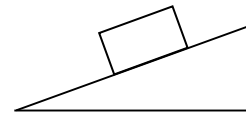
- (a) A velocidade é zero, a aceleração é zero e a força da gravidade sobre a bola aponta para baixo.
(b) A velocidade é zero, a aceleração é zero e a força da gravidade sobre a bola é zero.
(c) A velocidade é zero, a aceleração aponta para baixo e a força da gravidade sobre a bola é zero.
(d) **A velocidade é zero, a aceleração aponta para baixo e a força da gravidade sobre a bola aponta para baixo.**
(e) Nenhuma das afirmações anteriores é verdadeira.

12. Um caminhão colide frontalmente com uma bicicleta. Durante a colisão
- (a) A força exercida pelo caminhão sobre a bicicleta é mais intensa do que a força exercida pela bicicleta sobre o caminhão.
 - (b) A força exercida pelo caminhão sobre a bicicleta é menos intensa do que a força exercida pela bicicleta sobre o caminhão
 - (c) A força exercida pelo caminhão sobre a bicicleta é tão intensa quanto a força exercida pela bicicleta sobre o caminhão**
 - (d) O caminhão exerce uma força muito intensa sobre a bicicleta e a bicicleta exerce uma força de intensidade desprezível sobre o caminhão.
 - (e) Quanto maior a velocidade do caminhão, maior a diferença de intensidade entre a força do caminhão sobre a bicicleta e a força da bicicleta sobre o caminhão.

13. Um tijolo está em repouso sobre uma superfície áspera inclinada, conforme a figura

A força de atrito agindo sobre o tijolo é

- (a) Zero.
- (b) Igual ao peso do tijolo.
- (c) Maior do que o peso do tijolo.
- (d) Menor do que o peso do tijolo.**
- (e) Tanto menor quanto maior a inclinação da superfície.



14. Duas massas desiguais, M e m , com $M > m$, estão conectadas por um fio leve que passa por uma polia de massa desprezível. Quando liberado, o sistema se acelera. O atrito é desprezível. Qual das figuras abaixo dá os diagramas de corpo livre corretos para as massas em movimento?

