

<b>Física I – Prova 1 – 6/09/2014</b>		
NOME _____		
MATRÍCULA _____	TURMA _____	PROF. _____

**Lembrete:**

A prova consta de **6 questões discursivas** (que deverão ter respostas *justificadas*, desenvolvidas e demonstradas matematicamente) e **8 questões de múltipla escolha**. As questões Q1 e Q2 valem 2,0 pontos. Todas as demais valem 0,5 ponto.

**Utilize:**  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .

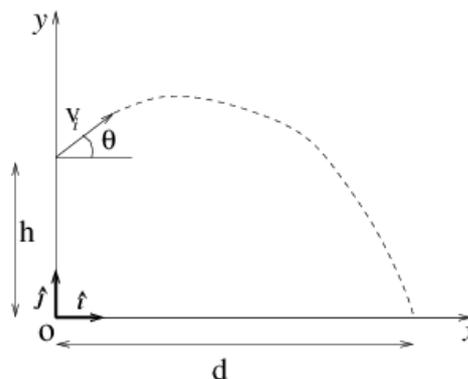
**Q1.(2,0 pontos)** Um avião monomotor, à altitude de 500 m, deixa cair uma caixa. No instante em que a caixa é largada, o avião voava a 60,0 m/s inclinado de  $30,0^\circ$  acima da horizontal. Despreze a resistência do ar.

- (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

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

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

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

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

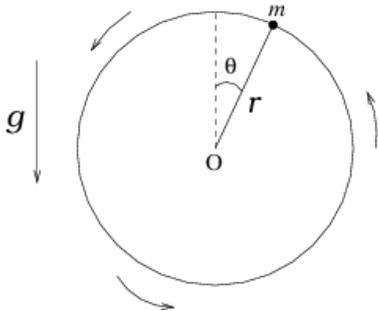
$$v_x = v_i \text{ cos } \theta = 51,96\text{m/s} = 52,0\text{m/s} \quad \text{e} \quad v_y = v_i \text{ sen } \theta - gt_1 = -103\text{m/s}.$$

Assim,

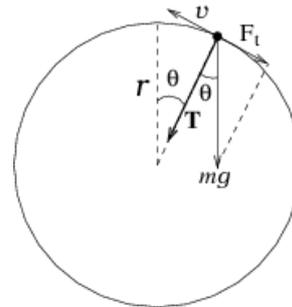
$$\mathbf{v} = 52,0 \hat{i} - 103 \hat{j} \quad (\text{m/s}). \quad \text{(1 ponto)}$$

**Q2.(2,0 pontos)** Uma pequena bola de massa  $m = 2,0$  kg descreve uma circunferência num plano vertical presa a um fio de comprimento  $r = 1,0$  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 20 N 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  $T = 20$  N,  $\theta = 30^\circ$ ,  $m = 2,0$  kg,  $r = 1,0$  m e  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup> 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

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

Cada uma das questões Q3, Q4, Q5 e Q6 deve ser resolvida no espaço em branco e a resposta escrita no retângulo abaixo de cada enunciado. A resolução só será corrigida se a resposta estiver correta inclusive quanto ao número de algarismos significativos, quando for o caso. A nota atribuída será zero ou 0,5, sem valores intermediários.

**Q3)** 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 em graus terá descrito o carro quando o módulo de sua aceleração for  $2,0 \text{ m/s}^2$ ?

Solução:

**Resposta: 50°**

Conforme o enunciado, a aceleração tangencial é constante:  $a_t = 1,0 \text{ m/s}^2$ . Segue-se que a aceleração angular  $\alpha$  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  $\omega$  e  $v$  a velocidade angular e o módulo da velocidade do carro, respectivamente, com  $v = \omega r$ . Como  $\omega_0 = 0$  e  $a_r = v^2/r = \omega^2 r$ , temos

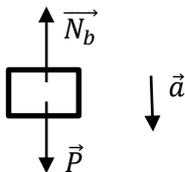
$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\Delta\theta = 2\alpha\Delta\theta \rightarrow a_r/r = 2(a_t/r)\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = a_r/(2a_t) \rightarrow \Delta\theta = \sqrt{3}/2 \text{ rad}$$

Em graus,

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

**Q4)** 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? Use  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .

**Resposta: 390 N**

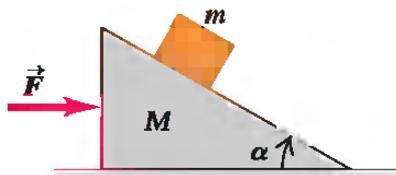


No diagrama de corpo livre acima,  $N_b$  é a força normal que a balança exerce sobre a menina, ou seja, a força cujo módulo a balança registra. Pela segunda lei de Newton aplicada à menina,

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

**Q5)** Uma cunha de peso  $P_M = 8,0 \text{ N}$  e ângulo  $\alpha = 45^\circ$  está sobre uma superfície horizontal sem atrito. Um bloco de peso  $P_m = 2,0 \text{ N}$  é posto sobre a cunha e uma força horizontal  $\vec{F}$  é aplicada na cunha (veja a figura). Também não há atrito entre o bloco e a cunha. Qual deve ser o módulo de  $\vec{F}$  se queremos que o bloco permaneça a uma altura constante acima da superfície horizontal?

**Resposta: 10 N**



Solução

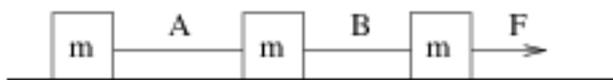
Seja  $\vec{N}$  a força normal da cunha sobre o bloco. Sejam  $x$  um eixo horizontal apontando para a direita e  $y$  um eixo vertical apontando para cima. Então, sendo  $\mathbf{a}=(a_x, a_y)$  o vetor aceleração do bloco, pela segunda lei de Newton

$$ma_x = N \sin \alpha, \quad ma_y = N \cos \alpha - mg.$$

Como não queremos que o bloco se mova verticalmente, fazemos  $a_y = 0$ . Logo,  $N = mg / \cos \alpha$ , donde  $a_x = g \tan \alpha$ . 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

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

**Q6)** 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  $T_B/T_A$ .



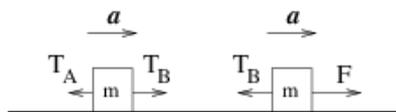
**Resposta: 2**

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

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

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



De acordo com a segunda lei de Newton, temos

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

e

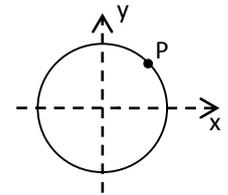
$$T_B - T_A = ma \quad \rightarrow \quad T_A = T_B - ma = 2F/3 - F/3 = F/3.$$

Portanto,

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

### Questões de Múltipla Escolha

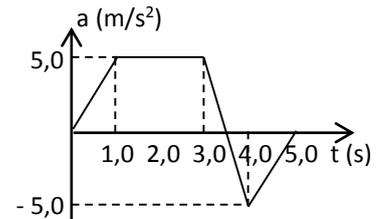
7) O ponto P na figura indica a posição de um objeto que move-se ao longo da circunferência com rapidez constante no sentido horário. Qual das setas melhor representa a direção da aceleração do objeto no ponto P?



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

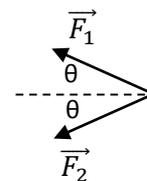
8) O gráfico abaixo mostra a aceleração em função do tempo de um objeto que se move ao longo de uma linha reta partindo do repouso em  $t = 0$ . Com exceção do instante inicial  $t = 0$ , quando a velocidade do objeto é igual a zero?

- (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.

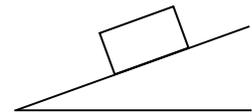
11) Uma bola é arremessada verticalmente para cima. No instante em que ela alcança a altura máxima, é correto afirmar que

- (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?

