

Física I – Prova 1 – 09/01/2016

NOME _____

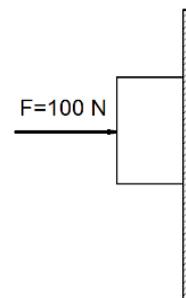
MATRÍCULA _____ TURMA _____ PROF. _____

Lembrete:

A prova consta de 3 questões discursivas (que deverão ter respostas justificadas, desenvolvidas e demonstradas matematicamente) e 10 questões de múltipla escolha. As questões discursivas valem 2,0 pontos e as de múltipla escolha valem 0,4 ponto cada.

Utilize: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$, exceto se houver alguma indicação em contrário.

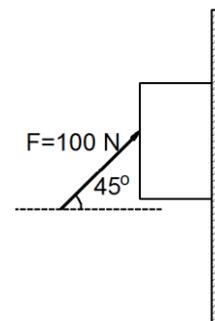
Q1.(2,0 pontos) Um bloco de massa igual a 10 kg é empurrado continuamente contra uma parede vertical por uma força horizontal de intensidade igual 100 N, como mostrado na primeira figura. O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a parede é igual a 0,60 e o coeficiente de atrito cinético é igual a 0,40. O bloco está inicialmente em repouso. Tanto no item (a) quanto no item (b), faça um diagrama de corpo livre do bloco e **use $g=10 \text{ m/s}^2$.**



(a) (1,0 ponto) O que acontece com o bloco? Justifique a resposta.

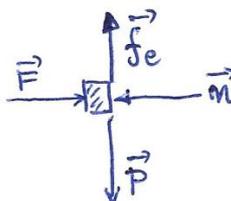
(b) (1,0 ponto) Se a mesma força de 100N for aplicada com inclinação para cima de 45° em relação à horizontal, como mostra a segunda figura, o que acontece com o bloco?

Justifique a resposta.



SOLUÇÃO:

(a) Diagrama de corpo livre do bloco:



Como a aceleração horizontal é zero, tem-se

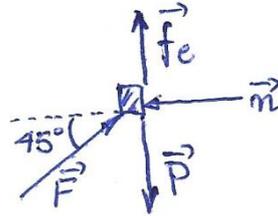
$$F - n = 0 \rightarrow n = F.$$

A força de atrito estático máxima é

$$f_{e \text{ max}} = \mu_e n = \mu_e F = 0,6 \times 100 = 60 \text{ N}.$$

Como esta força é menor do que o peso $P = 100 \text{ N}$, o corpo escorregará para baixo.

(b) Diagrama de corpo livre do bloco:



A componente vertical da força \mathbf{F} é menor do que a magnitude do peso, de modo que o corpo é puxado para baixo e a força de atrito aponta para cima.

O bloco não deslizará se a componente vertical (y) da força aplicada $\mathbf{F}_A = \mathbf{F} + \mathbf{P}$ tiver módulo menor que o módulo da força de atrito estático máxima $f_{e \max}$. O módulo da componente vertical da força \mathbf{F}_A é dada por

$$|F_{Ay}| = P - F \sin 45^\circ = 100 - 70,7 = 29,3 \text{ N}.$$

A componente horizontal (x) da segunda lei de Newton aplicada ao bloco dá

$$F \cos 45^\circ - n = ma_x = 0 \rightarrow n = 100 \sqrt{2}/2 = 70,7 \text{ N}.$$

Logo, a força de atrito estático máxima é

$$f_{e \max} = \mu_e n = 0,6 \times 70,7 = 42,4 \text{ N}.$$

Como $|F_{Ay}| < f_{e \max}$, o bloco fica em repouso.

Q2.(2,0 pontos) Uma caixa está em repouso sobre uma superfície horizontal áspera. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre a caixa e a superfície são $\mu_e = 0,40$ e $\mu_c = 0,20$, respectivamente.

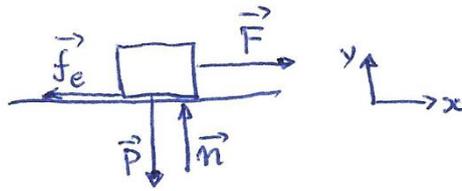
(a) **(0,5 ponto)** Para pôr a caixa em movimento horizontal com a menor força aplicada possível, a força aplicada deve ser horizontal, fazer um ângulo abaixo da horizontal ou um ângulo acima da horizontal? Justifique **qualitativamente** sua resposta.

(b) **(1,0 ponto)** Se o peso da caixa é 50 N e a força aplicada faz um ângulo de 30° acima da horizontal, determine a intensidade mínima da força aplicada capaz de pôr a caixa em movimento horizontal.

(c) **(0,5 ponto)** Nas condições do item anterior, supondo que a força externa mínima que dá início ao movimento horizontal é atingida e mantida, a caixa se moverá com velocidade constante ou aceleração constante? Justifique a resposta.

SOLUÇÃO:

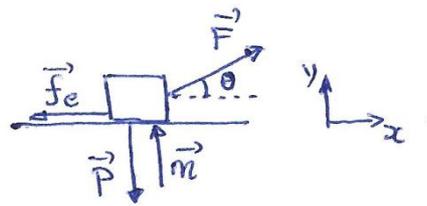
(a) Se a força é aplicada horizontalmente, o diagrama de corpo livre da caixa é



Neste caso, $n = P$ e a força aplicada mínima necessária para pôr a caixa em movimento tem módulo

$$F = f_{e \max} = \mu_e P .$$

Se a força aplicada tiver uma certa inclinação para cima, a intensidade da força normal do piso sobre a caixa é diminuída:



Agora temos

$$n + F \sen \Theta - P = 0 \rightarrow n = P - F \sen \Theta < P .$$

Isto reduz a força de atrito estático máxima e uma força menos intensa do que no caso de aplicação horizontal pode pôr a caixa em movimento

(b) Com a caixa na iminência de deslizar, $f_e = f_{e \max} = \mu_e n$. De acordo com o segundo diagrama de corpo livre do item anterior, temos:

$$F \cos \Theta = f_{e \max} = \mu_e n , \quad n + F \sen \Theta = P .$$

Combinando estas equações obtém-se

$$F \cos \Theta = \mu_e (P - F \sen \Theta) = \mu_e P - \mu_e F \sen \Theta ,$$

donde

$$F = \mu_e P / (\cos \Theta + \mu_e \sen \Theta) .$$

Com $\Theta = 30^\circ$, $\mu_e = 0,40$ e $P = 50 \text{ N}$ encontra-se

$$F = 18,7 \text{ N} \approx 19 \text{ N} .$$

Note que esta força tem intensidade menor do que da força necessária para pôr a caixa em movimento no caso de aplicação horizontal, que é $\mu_e P = 0,40 \times 50 = 20 \text{ N}$.

(c) A partir do instante em que a intensidade da força aplicada torna-se igual à da força de atrito estático máxima, a caixa entra em movimento e passa a atuar a força de atrito cinético, que é menor do que a força de atrito estático máxima. Portanto, haverá uma força resultante na direção x que fará a caixa executar um movimento horizontal com aceleração constante.

Q3.(2,0 pontos) Um carro de corrida de massa igual a 500kg parte do repouso numa pista circular horizontal de raio igual a 400 m. Sua rapidez aumenta à taxa constante de 0.50 m/s^2 .

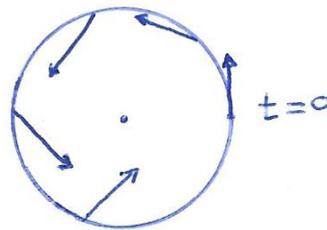
(a) **(0,6 ponto)** Explique e represente por meio de um desenho o que acontece com a direção do vetor aceleração à medida que a rapidez do carro vai crescendo.

(b) **(0,8 ponto)** Quanto tempo levará até as magnitudes das acelerações radial e tangencial tornarem-se iguais?

(c) **(0,6 ponto)** No instante do item (b), indique num desenho a direção e o sentido da força de atrito exercida pela estrada sobre o carro e determine sua intensidade.

SOLUÇÃO:

(a) A componente tangencial da aceleração é constante: $a_t = 0.50 \text{ m/s}^2$. A componente radial da aceleração aumenta à medida que a rapidez do carro vai crescendo, uma vez que $a_r = v^2/r$. Assim, a aceleração é tangente à pista no instante inicial ($t=0$) e vai se inclinando cada vez mais em direção ao centro da pista circular:



(b) A rapidez do carro no instante em que $a_r = a_t$ determina-se de

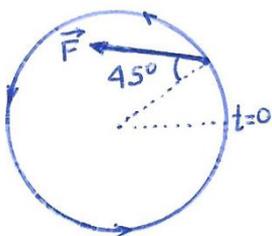
$$v^2/r = a_t \rightarrow v = (0,50 \times 400)^{1/2} = 14,1 \text{ m/s} = 14 \text{ m/s} .$$

O instante t em que esta rapidez é alcançada determina-se de

$$v = a_t t \rightarrow t = v / a_t = 14,1/0,50 = 28 \text{ s} .$$

(c) A força de atrito dos pneus com a pista é que mantém o carro em movimento circular com aceleração tangencial constante. Pela segunda lei de Newton, a intensidade da força de atrito é

$$F = ma = m(a_r^2 + a_t^2)^{1/2} = 500 \times (0,50^2 + 0,50^2)^{1/2} = 354 \text{ N} = 3,5 \times 10^2 \text{ N} .$$



O vetor força de atrito é paralelo ao vetor aceleração, que tem uma inclinação de 45° em relação à direção radial.

Questões de Múltipla Escolha

1. [0,4] Uma partícula viaja ao longo de uma trajetória curva entre os dois pontos P e Q conforme a figura. O deslocamento da partícula **não** depende

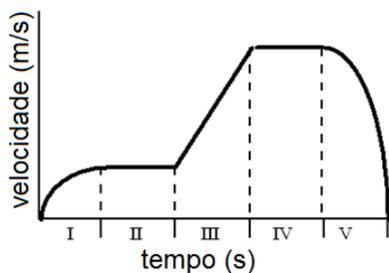


- A) da localização de P.
- B) da localização de Q.
- C) da distância percorrida de P até Q.
- D) da menor distância entre P e Q.
- E) da direção definida pelos pontos P e Q.

2. [0,4] Um carro viajou da cidade A até a cidade B por uma estrada reta. A primeira metade da distância foi percorrida a 50 km/h e a segunda metade foi percorrida a 90 km/h. A velocidade média do carro entre A e B foi

- A) 70 km/h.
- B) mais próxima de 50km/h do que de 90 km/h.
- C) mais próxima de 90km/h do que de 50 km/h.
- D) tanto mais próxima de 50km/h quanto menor a distância entre A e B.
- E) tanto mais próxima de 90km/h quanto maior a distância entre A e B.

3. [0,4] Um objeto move-se ao longo de uma linha reta numa superfície horizontal sem atrito. A força resultante sobre o objeto age sempre ao longo da linha do movimento do objeto. O gráfico mostra a velocidade do objeto como função do tempo. Vários intervalos de tempo são indicados pelos algarismos romanos I, II, III, IV e V.



Em que intervalo(s) de tempo o módulo da força resultante é variável?

- A) I e III
- B) II e IV
- C) III
- D) IV
- E) I e V

4. [0,4] Qual das seguintes situações **não** é possível?

- A) Um corpo tem velocidade zero e aceleração diferente de zero.
- B) Um corpo se move com velocidade que aponta para o norte e aceleração que aponta para o norte.
- C) Um corpo se move com velocidade que aponta para o norte e aceleração que aponta para o sul.
- D) Um corpo viaja com velocidade constante e aceleração que varia com o tempo.
- E) Um corpo viaja com aceleração constante e velocidade que varia com o tempo.

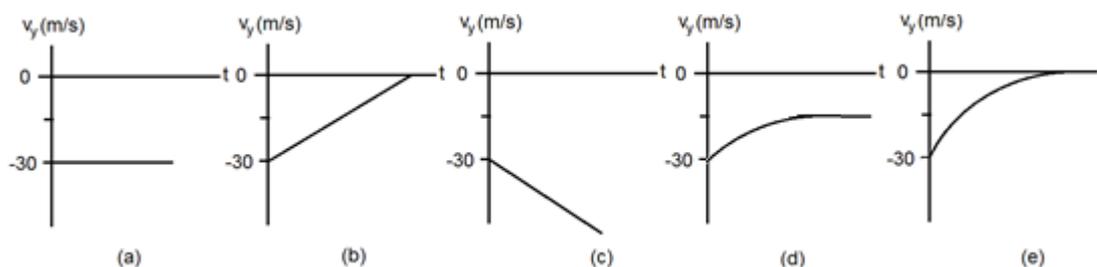
5. [0,4] Uma bola é chutada e percorre uma trajetória parabólica antes de atingir o chão. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- A) A aceleração da bola diminui à medida que ela sobe.
- B) A velocidade da bola é zero quando ela atinge o ponto mais alto da trajetória.
- C) A aceleração da bola é zero quando ela atinge o ponto mais alto da trajetória.
- D) O módulo da velocidade da bola é mínimo quando ela atinge o ponto mais alto da trajetória.
- E) O módulo da velocidade da bola é máximo quando ela atinge o ponto mais alto da trajetória.

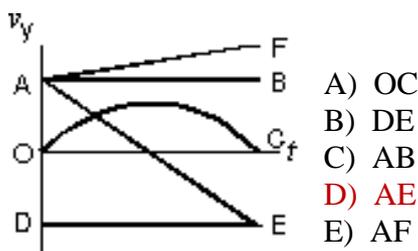
6. [0.4] Um avião sobe com rapidez constante de 240 m/s ao longo de uma linha reta inclinada de 24° em relação à horizontal. Qual das afirmações abaixo é verdadeira a respeito do módulo da força resultante sobre o avião?

- A) É igual a zero.
- B) É igual ao peso do avião.
- C) É igual ao módulo da força de resistência do ar.
- D) É menor do que o peso do avião mas é maior que zero.
- E) É igual à componente do peso do avião na direção do movimento.

7. [0.4] O valor da velocidade terminal de uma bola de isopor é igual a 15 m/s. Suponha que a bola de isopor tenha sido arremessada verticalmente para baixo com velocidade inicial de 30 m/s em relação ao ar. Qual dos gráficos de velocidade abaixo é o correto? **Letra D**

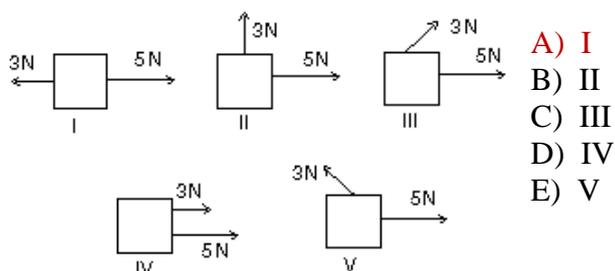


8. [0,4] Qual das linhas no gráfico abaixo melhor representa a componente vertical da velocidade v_y em função do tempo t para um projétil disparado fazendo um ângulo de 45° com a horizontal?



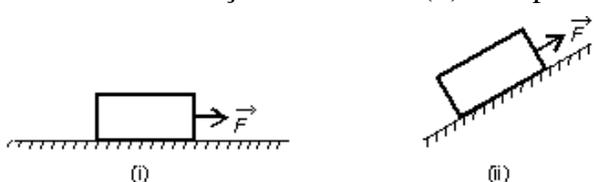
- A) OC
- B) DE
- C) AB
- D) AE
- E) AF

9. [0.4] Somente duas forças, uma de módulo 3 N e outra de módulo 5 N, são aplicadas a um objeto. Para qual das orientações das forças mostradas nos diagramas abaixo o módulo da aceleração do objeto será mínimo?



- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

10. [0.4] Um bloco de madeira é arrastado com rapidez constante sobre uma chapa de aço áspera por uma força nas duas situações mostradas na figura. O módulo da força é o mesmo nas duas situações. O módulo da força de atrito em (ii) comparado com o módulo da força de atrito em (i) é:



força aplicada.

- A) o mesmo
- B) maior
- C) menor
- D) menor para alguns ângulos e maior para outros
- E) pode ser maior ou menor, dependendo do módulo da

