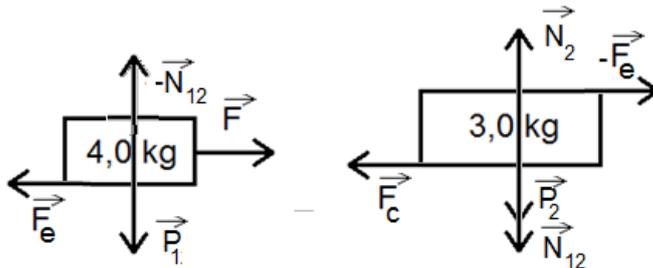


**Q1. (2,0 pontos)** O coeficiente de atrito estático entre os blocos da figura vale 0,60. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco inferior e o piso é de 0,20. A força  $F$ , aplicada ao bloco superior, faz com que os dois blocos percorram uma distância de 5,0 m, tendo partido do repouso.



a) Faça o diagrama de corpo livre dos dois blocos. **(1,0 ponto)**

$\vec{F}_e$  é a força de atrito estático do bloco de baixo sobre o bloco de cima.

$\vec{F}_c$  é a força de atrito cinético do piso sobre o bloco de baixo.

$\vec{N}_{12}$  ~é a força normal do bloco de cima sobre o bloco de baixo

$\vec{P}_{1(2)}$  É o peso do bloco de cima (baixo)

$\vec{N}_2$  é a normal do piso sobre o bloco de baixo.

Observação: os vetores não estão representados em escala.

(b) Qual é o mínimo intervalo de tempo no qual este movimento pode ser completado sem que o bloco superior, de massa 4,0 Kg, escorregue sobre o inferior, de massa 3,0 Kg

O menor tempo para o conjunto *boco de cima + bloco de baixo* percorrer a distância de 5 metros corresponde à máxima aceleração, que ocorrerá na iminência do deslizamento, ou seja quando  $F_c$  for igual à força de atrito máxima.

$F_{e,max} = \mu_e N_{12}$ . Como os blocos estão em repouso na direção vertical,  $N_{12} = m_1 g$  e  $F_{e,max} = \mu_e m_1 g$  **(0,4 ponto)**

A aplicação da 2ª Lei de Newton para o bloco 2 nesta situação resulta em :  $F_e - F_c = m_2 a_{max}$ , portanto teremos:

$a_{max} = (\mu_e m_1 g - \mu_c N_2) / m_2$ . Como o bloco de baixo está em repouso na vertical temos que **(0,3 ponto)**

$N_2 = N_{12} + P_2$ , ou seja,  $N_2 = (m_1 + m_2)g$ , portanto

$a_{max} = \mu_e m_1 g / m_2 - \mu_c (m_1 + m_2)g / m_2$ .

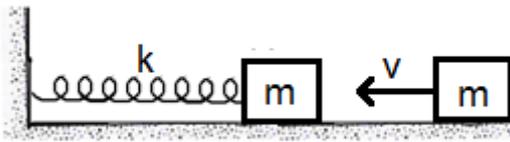
Substituindo os dados do problema teremos:

$a_{max} = 0,6 \times 4,0 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 / 3,0 \text{ g} - 0,2 \times 7,0 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 / 3,0 \text{ g} = 3,3 \text{ m/s}^2$ .

Como se trata de movimento com aceleração constante, pode-se escrever que, partindo do repouso da origem, teremos para a posição:

$x = a_{max} t^2$  portanto  $t_{min} = (5,0 \text{ m} / 3,3 \text{ m/s}^2)^{1/2} \approx 1,2 \text{ s}$ . **(0,3 ponto)**

**Q2. (2,0 pontos)** Um bloco de massa  $m = 1,0$  kg, num trilho de ar, está preso a uma mola de constante elástica  $k = 16,0$  N/m. Um bloco idêntico, com rapidez  $v = 2,0$  m/s, colide frontalmente com o primeiro bloco. A colisão é elástica.



a) Qual é a amplitude da oscilação resultante?

b) Descreva o estado de movimento do bloco preso à mola e do do bloco livre dois segundos após a colisão.

### Solução

- (a) **(1,0 ponto)** Numa colisão elástica frontal de corpos de mesma massa ocorre troca de velocidades. Assim, imediatamente após a colisão o bloco livre estará em repouso e o bloco ligado à mola estará se movendo para a esquerda com rapidez  $v=2,0$  m/s. Esta será a rapidez máxima do bloco em seu movimento oscilatório. Como  $v_{\max}=\omega A$ , a amplitude da oscilação será

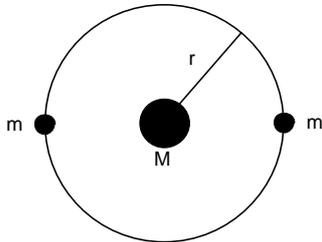
$$A = v_{\max}/\omega = v_{\max} / (k/m)^{1/2} = 2/16^{1/2} = 0,50 \text{ m} .$$

- (b) **(1,0 ponto)** O bloco ligado à mola retorna à sua posição inicial depois do tempo  $\Delta t$  igual a meio período de oscilação:

$$\Delta t = T/2 = (1/2) 2\pi/\omega = \pi/4 = 0,79 \text{ s} .$$

Nesse instante, ele colide elasticamente com o bloco livre e troca de velocidade com este. Como  $t=2\text{s}$  é maior do que  $\Delta t$ , dois segundos após a primeira colisão o estado de movimento dos blocos é o seguinte: **o bloco ligado à mola está em repouso e o bloco livre move-se para a direita com rapidez  $v=2,0$  m/s.**

**Q3.(2,0 pontos)** Dois planetas de massa  $m$  orbitam em torno de uma estrela de massa  $M$ . Os planetas estão numa mesma órbita circular de raio  $r$  a partir do centro da estrela e estão sempre nas extremidades opostas de um diâmetro.



(a) Obtenha a velocidade orbital de cada planeta.

(b) Obtenha o período de rotação de cada planeta.

### Solução:

(a) Como a única força atuante é a força gravitacional entre os planetas e entre os planetas e o corpo central e esta força é centrípeta, temos:

$$F_{\text{res}} = GMm/r^2 + G mm/(2r)^2 = m v^2/r \quad (1.0 \text{ ponto})$$

Daí, segue que:

$$v = [G(4M + m)/4r]^{1/2} \quad (0.5 \text{ ponto})$$

A velocidade orbital é a mesma para cada planeta.

(b) O período de rotação é o mesmo para cada planeta, logo:

$$T = 2\pi r/v = 4\pi[r^3/G(4M + m)]^{1/2} \quad (0.5 \text{ ponto})$$

## Questões de Múltipla Escolha

(Valor de cada uma: 0,4 ponto)

1. Um dublê de cinema salta do telhado de um edifício alto, mas nenhuma lesão ocorre porque ele cai em um saco grande, cheio de ar. Qual das seguintes afirmações melhor descreve por que ele não se machuca?

A) O saco fornece a força necessária para parar a pessoa.

B) O saco reduz o impulso sobre a pessoa .

C) O saco aumenta o tempo durante o qual a força atua sobre a pessoa e reduz o impulso.

D) O saco diminui o tempo durante o qual a força atua e reduz a força média sobre a pessoa .

E) O saco aumenta o tempo durante o qual a força atua e reduz a força média sobre a pessoa .

2. Um bola de beisebol de massa  $m$  , inicialmente em repouso , é atingida por um bastão de modo a adquirir uma velocidade igual a  $v$  . Se  $t$  representa a duração do choque entre o bastão e a bola, qual das seguintes expressões descreve a magnitude da força média exercida sobre a bola ?

A)  $(1/2)mv^2$

B)  $mv/t$

C)  $(1/2)mv^2t$

D)  $mt^2/(2v)$

E)  $mvt$

3. Um carro está viajando a  $7,0 \text{ m/s}$  quando o motorista aplica os freios. O carro se move  $1,5 \text{ m}$  antes de chegar à parada completa . Se o carro estivesse se movendo à velocidade de  $14 \text{ m/s}$ , que distância ele teria percorrido até parar depois que os freios foram aplicados ? Suponha que a força de frenagem em ambos os casos é constante e a mesma.

A)  $1.5 \text{ m}$

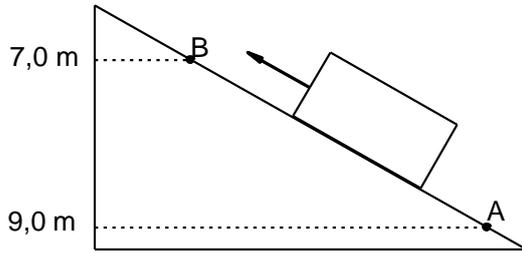
B)  $3.0 \text{ m}$

C)  $4.5 \text{ m}$

D)  $6.0 \text{ m}$

E)  $7.5 \text{ m}$

4. Uma caixa de 12 kg é empurrada para cima em um plano inclinado, do ponto A ao ponto B, como mostrado na figura. Qual é a variação na energia potencial gravitacional da caixa ?

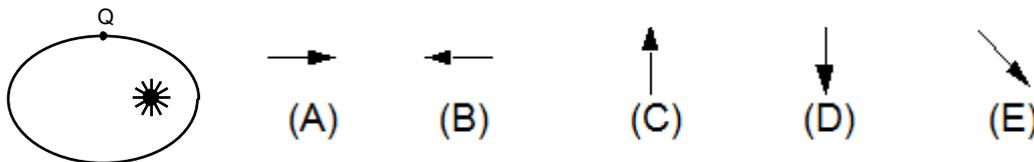


- A) +590 J
- B) -590 J
- C) +1200 J**
- D) -1200 J
- E) Isto não pode ser determinado sem saber o ângulo de inclinação.

5. Uma espaçonave está em órbita em torno da Terra a uma altitude de 12000 km. Qual das seguintes afirmações melhor explica por que os astronautas experimentam “ausência de peso” ?

- A) A força centrípeta da Terra sobre o astronauta em órbita é igual a zero
- B) A atração da terra sobre a nave espacial é cancelada pela força dos outros planetas.
- C) A nave espacial está em queda livre e seu piso não pode pressionar para cima os astronautas.**
- D) A força da gravidade diminui com o inverso do quadrado da distância ao centro da Terra.
- E) A força da Terra sobre a nave espacial e a força da nave espacial sobre a Terra cancelam-se porque elas são iguais em magnitude, mas em sentidos opostos.

6. Um foguete orbita um planeta numa órbita elíptica, como mostrado no desenho. O Sol encontra-se no foco da direita da elipse. Qual das setas abaixo melhor representa a aceleração do planeta quando passa pelo ponto Q?



**Resposta: E**

7. Uma estrela gigante começa a entrar em colapso sob sua própria atração gravitacional. Qual das seguintes situações acontece enquanto o raio da estrela diminui?

- A) a velocidade angular da estrela diminui.
- B) O momento angular da estrela permanece constante.**
- C) Aumenta o momento angular da estrela.
- D) A velocidade angular da estrela permanece constante.
- E) Tanto o momento angular da estrela quanto sua velocidade angular permanecem constantes.

8 Uma pessoa oscila em um balanço e constata que o período é de 3,0 s. Uma segunda pessoa de mesma massa se junta à primeira, Com duas pessoas se balançando no brinquedo, o período passa a ser

- A) 6,0 s
- B) 1,5 s
- C) 3,0 s**
- D) 4,0 s
- E) 2,0 s

9. Uma corda está presa ao espelho retrovisor de um carro em movimento. Uma bola está pendurada na extremidade inferior da corda. O carro move-se numa estrada circular com rapidez constante. Quais são as forças que agem diretamente sobre a bola?

- A) Tensão e peso;**
- B) Tensão;
- C) Tensão, peso, força centrípeta e força de atrito;
- D) Tensão, peso e força centrípeta;
- E) Tensão, força centrípeta e força de atrito.

10. Uma bola de gude de 50 g cai da borda de uma mesa e aterrissa a 2 m da base da mesma. Uma bola de gude de 100 g cai da borda da mesma mesa com a mesma velocidade. Ela aterrissará a uma distância:

- A) De 1 m; **B) De 2 m;** C) Menor do que 1 m; D) Entre 1m e 2 m; E) De 4 m.