

Física I – Prova 3 – 19/03/2016

NOME _____

MATRÍCULA _____ TURMA _____ PROF. _____

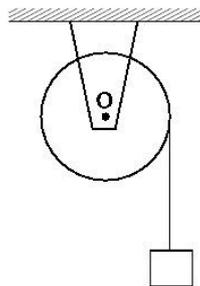
Lembrete:

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 16 kg pende verticalmente preso a uma corda que está enrolada numa polia cujo raio é 0.20 m, conforme a figura. O momento de inércia da polia em relação ao eixo de rotação é 0.50 kg m^2 . A corda é inextensível, tem massa desprezível e não desliza sobre a polia. Não há atrito no eixo da polia. O bloco é liberado a partir do repouso e a corda se desenrola enquanto o bloco desce.

- (a) **(0,5 ponto)** Considere: (i) a energia mecânica do sistema polia+bloco+Terra; (ii) o momento linear do sistema polia+bloco; (iii) o momento angular em relação ao ponto O do sistema polia+bloco. Qual(ais) desta(s) grandeza(s) se conserva(m) durante a queda do bloco? Justifique sua resposta.
- (b) **(1,0 ponto)** Determine o módulo da aceleração do bloco.
- (c) **(0.5 ponto)** Determine a tensão na corda.



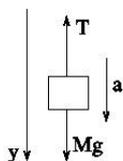
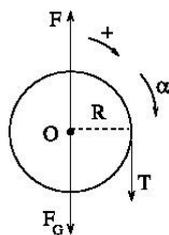
Solução:

(a) Como não há forças dissipativas, a energia mecânica do sistema polia+bloco+Terra se conserva. A energia mecânica consiste na soma da energia cinética de rotação da polia com as energias cinética e potencial gravitacional do bloco.

O momento linear do sistema polia+bloco não se conserva, pois o centro de massa da polia permanece em repouso e o bloco cai com rapidez crescente.

O momento angular do sistema polia+bloco em relação ao ponto O também não se conserva porque o torque externo resultante em relação ao ponto O (devido ao peso do bloco) não é nulo.

(b) Nos diagramas de corpo livre abaixo os símbolos denotam os módulos das forças representadas pelas setas. F_G é o peso da polia e F é a força de sustentação exercida pelo eixo da polia.



O torque de F_G e de F em relação ao ponto O é zero. Tomemos o sentido horário de rotação como positivo. O módulo do torque em relação ao ponto O devido à tensão na corda é TR e o seu sentido é positivo (tende a promover rotação horária). Logo, sendo a a aceleração do bloco e α a aceleração angular da polia, temos:

(Rotação da polia – sentido positivo horário) $I \alpha = T R ,$ (1)

(Translação do bloco – direção y) $M a = M g - T ,$ (2)

(Vínculo) $a = \alpha R .$ (3)

Dividindo (1) por R e substituindo α por a/R obtém-se

$$I a / R^2 = T .$$
 (4)

Somando (2) e (4) encontra-se

$$(M + I/R^2) a = M g \rightarrow a = M g / (M + I/R^2)$$
 (5)

Introduzindo os valores numéricos $M = 16 \text{ kg}$, $I = 0,50 \text{ kgm}^2$, $R = 0,20 \text{ m}$ e $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ obtém-se

$$a = 5,5 \text{ m/s}^2 .$$

(c) Com este resultado, (4) fornece imediatamente

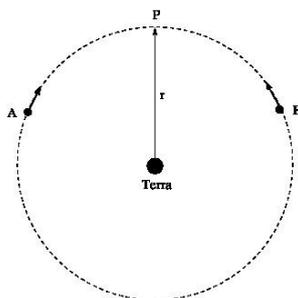
$$T = I a / R^2 = 69 \text{ N} .$$

Q2.(2,0 pontos) Dois satélites A e B, de mesma massa m , percorrem órbitas circulares de mesmo raio r em sentidos contrários, de modo que eles estão em rota de colisão. A força de interação gravitacional entre os satélites é desprezível comparada com a força que a Terra exerce sobre cada um deles. Os satélites colidem no ponto P e se fundem, formando um único objeto de massa $2m$. Seja M a massa da Terra.

(a) **(0,5 ponto)** Encontre, em termos de G , M , m e r , a energia mecânica do sistema formado pelos dois satélites e a Terra imediatamente antes da colisão.

(b) **(1,0 ponto)** Encontre, em termos de G , M , m e r , a energia mecânica do sistema formado pelo objeto de massa $2m$ e a Terra imediatamente após a colisão.

(b) **(0,5 ponto)** Descreva o movimento subsequente do objeto de massa $2m$.



Solução:

(a) A rapidez de cada satélite é determinada pela condição de órbita circular:

$$mv^2/r = F_r = GmM/r^2 \quad \rightarrow \quad mv^2 = GmM/r .$$

Usando este resultado, a energia mecânica do sistema composto pelos dois satélites e a Terra imediatamente antes da colisão é dada por

$$E_{mec,i} = mv^2/2 - GmM/r + mv^2/2 - GmM/r = mv^2 - 2GmM/r = - GmM/r .$$

(b) Imediatamente antes da colisão os satélites movem-se com a mesma rapidez em sentidos contrários. Como as massas dos satélites são iguais, o momento linear do sistema formado pelos dois satélites é zero. Não há nenhuma força externa na direção em que se dá a colisão (tangente à circunferência no ponto P), de modo que o momento linear se conserva na colisão. Portanto, imediatamente após a colisão a velocidade do objeto de massa $2m$ é zero. Consequentemente, a energia mecânica imediatamente após a colisão do sistema formado pelo objeto de massa $2m$ e a Terra é

$$E_{mec,f} = 0 - G2mM/r = - 2GmM/r .$$

(c) O objeto de massa $2m$ cai radialmente sobre a Terra a partir do ponto P.

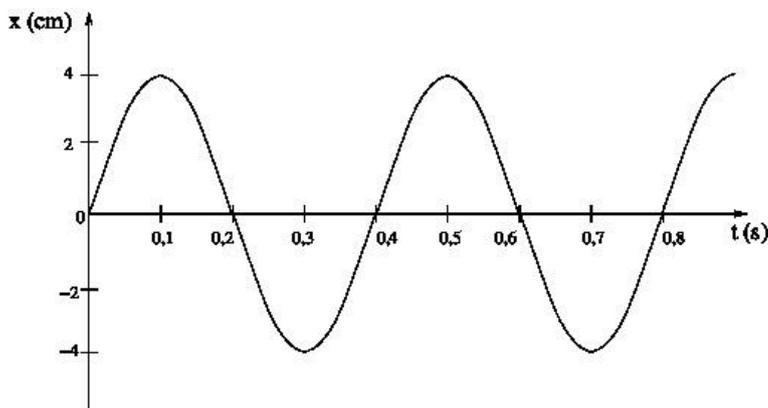
Q3.(2,0 pontos) Um objeto de massa 1,0 kg, preso a uma mola, oscila numa superfície horizontal lisa, conforme o gráfico abaixo da posição em função do tempo.

(a) **(0,5 ponto)** Determine o período T do movimento harmônico simples.

(b) **(0,5 ponto)** Determine a constante elástica da mola.

(c) **(0,5 ponto)** Determine a velocidade do objeto no instante $t = 0,20$ s..

(d) **(0,5 ponto)** Com a posição do objeto na forma $x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0)$, determine a constante de fase ϕ_0 .



Solução:

(a) Do gráfico extrai-se $T = 0,40$ s.

(b) Temos $\omega = 2\pi/T = (k/m)^{1/2}$, donde $k = 4\pi^2 m/T^2$. Substituindo os valores numéricos $m=1,0$ kg e $T = 0,40$ s obtém-se

$$k = 247 \text{ N/m} .$$

(c) Do gráfico extrai-se $A = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$. No instante $t=0,20$ s tem-se $x=0$, de modo que o objeto move-se com a rapidez máxima $v_m = \omega A$. Como a declividade do gráfico é negativa, o objeto move-se no sentido negativo do eixo x . Logo, no instante $t=0,20$ s a velocidade do objeto é negativa:

$$v = - \omega A = - 2\pi A/T = - 0,63 \text{ m/s} .$$

(d) Do gráfico vê-se que $x(0) = A \cos \phi_0 = 0$, donde $\cos \phi_0 = 0$ e

$$\phi_0 = \pi/2 \quad \text{ou} \quad \phi_0 = 3\pi/2 \text{ ou } -\pi/2 .$$

Temos $v(t) = dx/dt = - \omega A \sin(\omega t + \phi_0)$, donde $v(0) = - \omega A \sin \phi_0$. Do gráfico vê-se que $v(0) > 0$ (declividade positiva em $t=0$). Logo, $\sin \phi_0 < 0$ e conclui-se que

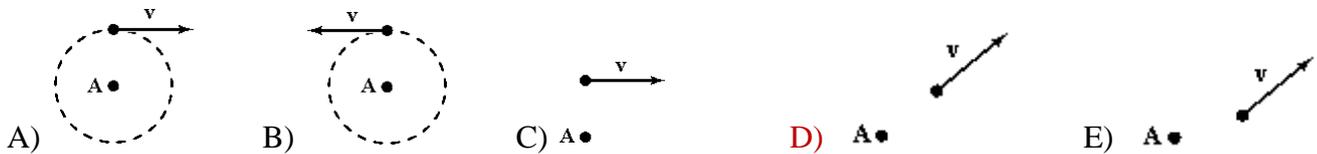
$$\phi_0 = 3\pi/2 \text{ ou } -\pi/2$$

Questões de Múltipla Escolha

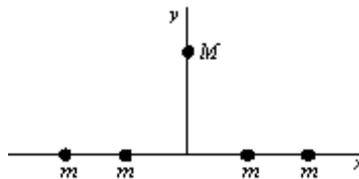
1. [0,4] Para que um corpo rígido esteja em equilíbrio sob a ação de várias forças:

- A) todas as forças devem ser aplicadas no mesmo ponto
- B) as forças devem consistir em pares de forças de módulos iguais e sentidos contrários
- C) a soma das componentes de todas as forças ao longo de qualquer direção deve ser zero**
- D) quaisquer duas forças devem ser equilibradas por uma terceira força
- E) as linhas de ação de todas as forças devem passar pelo centro de massa do corpo

2.[0.4] Cinco objetos de massa m movem-se com rapidez v no momento em que se encontram à distância r do ponto A. conforme as figuras abaixo. Em qual dos casos o momento angular do corpo em relação ao ponto A é zero?

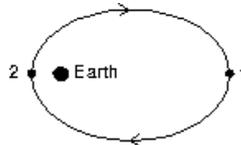


3.[0.4] Quatro partículas, todas de massa m , estão dispostas simetricamente em relação à origem do eixo x . Uma quinta partícula, de massa M , está sobre o eixo y . A direção e sentido da força gravitacional sobre M é:



- A) \uparrow
- B) \downarrow**
- C) \leftarrow
- D) \rightarrow
- E) nenhuma das respostas anteriores

4. [0.4] Um pequeno satélite está numa órbita elíptica em torno da Terra, como mostrado na figura. Se L denota o módulo do momento angular do satélite em relação ao centro da Terra e K denota sua energia cinética, é correto afirmar que nos pontos 1 e 2:

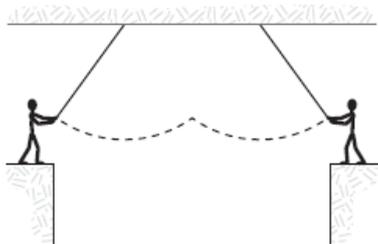


- A) $L_2 > L_1$ e $K_2 > K_1$
- B) $L_2 > L_1$ e $K_2 = K_1$
- C) $L_2 = L_1$ e $K_2 = K_1$
- D) $L_2 < L_1$ e $K_2 = K_1$
- E) $L_2 = L_1$ e $K_2 > K_1$**

5. [0.4] A amplitude A e a constante de fase ϕ_0 de um oscilador harmônico simples são determinadas:

- A) pela frequência
- B) pela frequência angular
- C) pelo deslocamento inicial somente
- D) pela velocidade inicial somente
- E) pelo deslocamento e pela velocidade iniciais**

6. [0,4] Duas jovens trapezistas (cada uma com massa de 50 kg) estão em repouso em suas plataformas segurando trapézios de massa desprezível e comprimento 25 m.. As trapezistas abandonam as respectivas plataformas ao mesmo tempo e se encontram 5 segundos depois, conforme a figura. No momento em que se encontram, uma das trapezistas larga o trapézio e se abraça à outra, de modo que as duas juntas balançam de volta a uma das plataformas. O tempo transcorrido durante a oscilação completa de ida e volta é:



- A) 7,5 s **B) 10 s** C) 15 s D) 20 s E) 25 s

7. [0.4] A Terra exerce uma força gravitacional sobre a Lua, mantendo-a em sua órbita. A reação a essa força, no sentido da terceira lei de Newton, é:

- A) a força centrípeta sobre a Lua
 B) a órbita quase circular da Lua
C) a força gravitacional exercida sobre a Terra pela Lua
 D) as marés causadas na Terra pela Lua
 E) a aceleração de queda dos corpos perto da superfície da Terra

8. [0.4] Uma partícula está em movimento harmônico simples (MHS) ao longo do eixo-x. A amplitude do seu movimento é A . Num certo instante de seu movimento, sua energia cinética é igual a $K = 5 \text{ J}$ e sua energia potencial é igual a 3 J (tomando-se como zero de potencial a posição $x = 0$). Quando a partícula está na posição $x = A$, as suas energias cinética e potencial são, respectivamente:

- A) $K = 5 \text{ J}$ e $U = + 3 \text{ J}$
 B) $K = 5 \text{ J}$ e $U = - 3 \text{ J}$
 C) $K = 8 \text{ J}$ e $U = 0$
D) $K = 0$ e $U = + 8 \text{ J}$
 E) $K = 0$ e $U = - 8 \text{ J}$

9. [0.4] O módulo da aceleração de um planeta em órbita em torno do Sol é proporcional:

- A) à massa do planeta
B) à massa do Sol
 C) à distância do planeta ao Sol
 D) ao inverso da distância do planeta ao Sol
 E) ao produto da massa do planeta pela massa do Sol

10. [0.4] Qual das seguintes afirmações relativas a uma roda que está rolando sem deslizar é verdadeira?

- A) A aceleração angular da roda deve ser zero.
 B) A velocidade linear é a mesma para todos os pontos da roda.
 C) A velocidade linear de todos os pontos na borda da roda é zero.
 D) A velocidade linear do centro de massa da roda é zero.
E) A velocidade linear do ponto da roda que toca a superfície sobre a qual está rolando é igual a zero.