

# ITA e IME

PLATAFORMA do PROFESSOR BOARO

## LISTA 2 - DINÂMICA

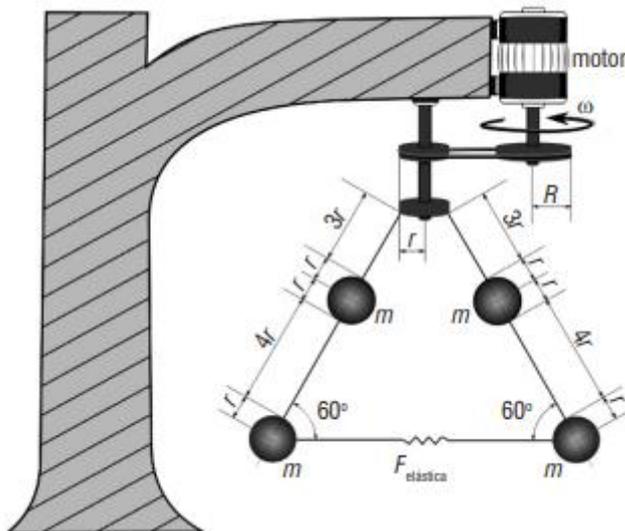
**EXC015. 40.** (Ita) Um avião voa numa altitude e velocidade de módulos constantes, numa trajetória circular de raio  $R$ , cujo centro coincide com o pico de uma montanha onde está instalado um canhão. A velocidade tangencial do avião é de  $200 \text{ m/s}$  e a componente horizontal da velocidade da bala do canhão é de  $800 \text{ m/s}$ . Desprezando-se efeitos de atrito e movimento da Terra e admitindo que o canhão está direcionado de forma a compensar o efeito da atração gravitacional, para atingir o avião, no instante do disparo o canhão deverá estar apontado para um ponto à frente do mesmo situado a:

- a)  $4,0 \text{ rad}$
- b)  $4,0\pi \text{ rad}$
- c)  $0,25R \text{ rad}$
- d)  $0,25\pi \text{ rad}$
- e)  $0,25 \text{ rad}$

**EXC016. 115.** (Ita) Considere um automóvel com tração dianteira movendo-se aceleradamente para a frente. As rodas dianteiras e traseiras sofrem forças de atrito respectivamente para:

- a) frente e frente.
- b) frente e trás.
- c) trás e frente.
- d) trás e trás.
- e) frente e não sofrem atrito.

**EXC017. 116.** (Ime)



A figura acima mostra um dispositivo composto por um motor elétrico, cujo eixo se encontra ligado a uma polia ideal de raio  $R$ , solidária a uma segunda polia de raio  $r$ , sem deslizamento. Solidário ao segundo eixo há um disco rígido metálico de raio  $r$ . Em duas extremidades opostas deste disco, foram fixados dois pêndulos compostos idênticos, com fios ideais e esferas homogêneas, de massa  $m$ . Existe um fio extensível ligando as esferas inferiores, provendo uma força elástica  $F_{elástica}$  que as mantém na configuração mostrada na figura.

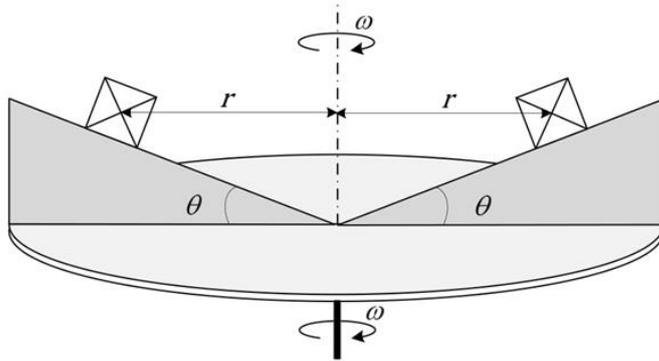
Dado:

- aceleração da gravidade:  $g$ .

Determine, em função de  $g$ ,  $m$ ,  $r$  e  $R$  :

- a) a velocidade angular  $\omega$  do motor elétrico;  
 b) a força elástica  $F_{\text{elástica}}$  do fio extensível.

**EXC018. 117.** (Ime)



O sistema mostrado na figura gira em torno de um eixo central em velocidade angular constante  $\omega$ . Dois cubos idênticos, de massa uniformemente distribuída, estão dispostos simetricamente a uma distância  $r$  do centro ao eixo, apoiados em superfícies inclinadas de ângulo  $\theta$ . Admitindo que não existe movimento relativo dos cubos em relação às superfícies, a menor velocidade angular  $\omega$  para que o sistema se mantenha nessas condições é:

Dados:

- aceleração da gravidade:  $g$ ;
- massa de cada cubo:  $m$ ;
- aresta de cada cubo:  $a$ ; e
- coeficiente de atrito entre os cubos e as superfícies inclinadas:  $\mu$ .

a)  $\left[ \frac{g}{r} \left( \frac{\mu \cdot \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

b)  $\left[ \frac{g}{r} \left( \frac{\mu \cdot \cos(\theta)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

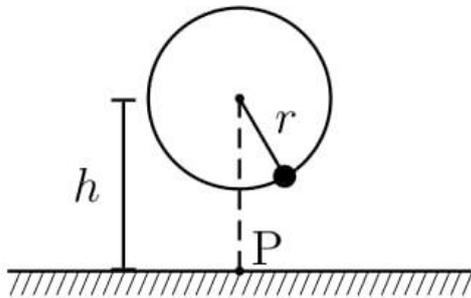
c)  $\left[ \frac{g}{r} \left( \frac{\mu \cdot \sin(\theta) + \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

d)  $\left[ \frac{g}{r} \left( \frac{\sin(\theta) - \mu \cdot \cos(\theta)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

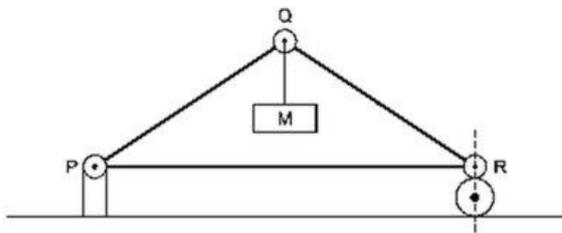
e)  $\left[ \frac{g}{r} \left( \frac{\sin(\theta) - \mu \cdot \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

**EXC019. 118.** (Ita) Na figura, presa a um fio de comprimento de 1,0 m, uma massa de 1,0 kg gira com uma certa velocidade angular num plano vertical sob a ação da gravidade, com eixo de rotação a  $h = 6,0$  m do piso. Determine a velocidade angular mínima dessa massa para a ruptura do fio que suporta

no máximo a tração de 46 N, bem como a distância ao ponto P do ponto em que, nesse caso, a massa tocará o solo.



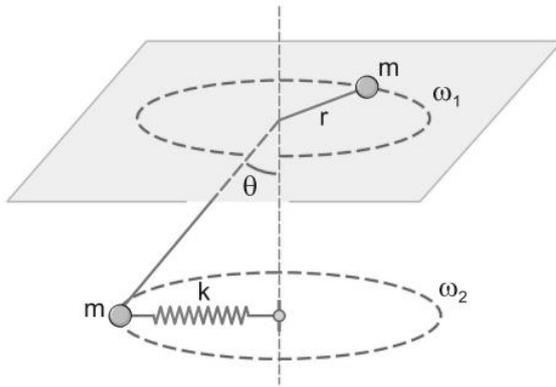
**EXC020. 119.** (Ita)



Três barras de peso desprezível, articuladas nos pinos P, Q e R, constituem uma estrutura vertical em forma de triângulo isósceles, com 6,0 m de base e 4,0 m de altura, que sustenta uma massa M suspensa em Q em equilíbrio estático. O pino P também é articulado no seu apoio fixo, e o pino R apoia-se verticalmente sobre o rolete livre. Sendo de  $1,5 \times 10^4$  N e  $5,0 \times 10^3$  N os respectivos valores máximos das forças de tração e compressão suportáveis por qualquer das barras, o máximo valor possível para M é de

- a)  $3,0 \times 10^2$  kg.
- b)  $4,0 \times 10^2$  kg.
- c)  $8,0 \times 10^2$  kg.
- d)  $2,4 \times 10^3$  kg.
- e)  $4,0 \times 10^3$  kg.

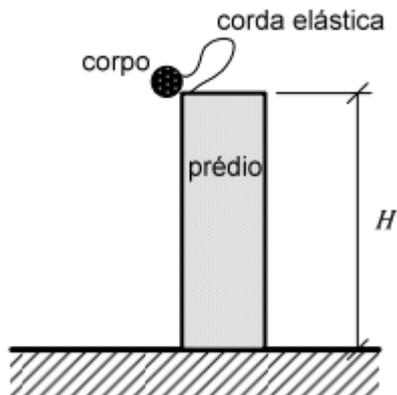
**EXC021. 120.** (Ita) Considere duas partículas de massa m, cada qual presa numa das pontas de uma corda, de comprimento  $\ell$  e massa desprezível, que atravessa um orifício de uma mesa horizontal lisa. Conforme mostra a figura, a partícula sobre a mesa descreve um movimento circular uniforme de raio r e velocidade angular  $\omega_1$ . A partícula suspensa também descreve esse mesmo tipo de movimento, mas com velocidade angular  $\omega_2$ , estando presa a uma mola de constante elástica k e comprimento natural desprezível, mantida na horizontal.



Sendo  $g$  o módulo da aceleração da gravidade e  $\theta$  o ângulo do trecho suspenso da corda com a vertical, a razão  $(\omega_2/\omega_1)^2$  é dada por

- a)  $\frac{r[mg + k(\ell - r)\cos\theta]}{mg(\ell - r)}$ .
- b)  $\frac{(\ell - r)(mg + kr\cos\theta)}{mgr\sin\theta}$ .
- c)  $\frac{(\ell - r)(mg + kr\operatorname{tg}\theta)}{kr^2}$ .
- d)  $\frac{k(\ell - r)\cos\theta}{mg + kr}$ .
- e)  $\frac{(\ell - r)k\cos\theta}{mg + k(\ell - r)\cos\theta}$ .

**EXC022. 194.** (IME)



Um corpo preso a uma corda elástica é abandonado em queda livre do topo de um edifício, conforme apresentado na figura acima. Ao atingir o solo, penetra numa distância  $x$  abaixo do nível do solo até atingir o repouso.

Diante do exposto, a força de resistência média que o solo exerce sobre o corpo é:

Dados:

- aceleração gravitacional:  $g$ ;
- constante elástica da corda:  $k$ ;
- massa do corpo:  $M$ ;
- altura do edifício em relação ao solo:  $H$ ;

- comprimento da corda:  $L$ ;
- distância que o corpo penetra no solo até atingir o repouso:  $x$ .

Observação:

- a corda elástica relaxada apresenta comprimento menor que a altura do edifício.

$$a) Mg + \frac{MgH + k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$$

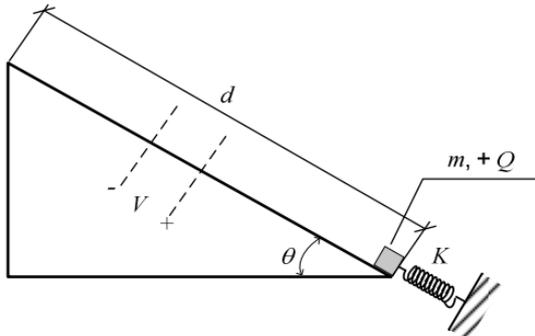
$$b) Mg + \frac{MgH + k(HL - Lx - Hx)}{2x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$$

$$c) Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx + Hx)}{2x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$$

$$d) Mg - \frac{MgH - k(HL - Lx - Hx)}{x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$$

$$e) Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$$

**EXC023. 195.** (Ime)



Um corpo de carga positiva, inicialmente em repouso sobre uma rampa plana isolante com atrito, está apoiado em uma mola, comprimindo-a. Após ser liberado, o corpo entra em movimento e atravessa uma região do espaço com diferença de potencial  $V$ , sendo acelerado. Para que o corpo chegue ao final da rampa com velocidade nula, a distância  $d$  indicada na figura é

Dados:

- deformação inicial da mola comprimida:  $x$ ;
- massa do corpo:  $m$ ;
- carga do corpo:  $+Q$ ;
- aceleração da gravidade:  $g$ ;
- coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo e a rampa:  $\mu$ ;
- ângulo de inclinação da rampa:  $\theta$ ;
- constante elástica da mola:  $K$ .

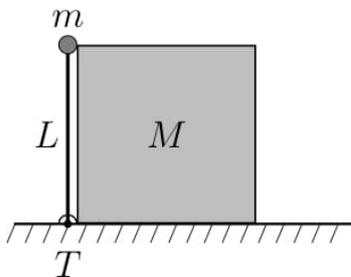
Considerações:

- despreze os efeitos de borda;
- a carga do corpo permanece constante ao longo da trajetória.

$$a) \frac{Kx^2 + 2QV}{2(1 + \mu)m g \sin(\theta)}$$

- b)  $\frac{Kx^2 + QV}{2(1 + \mu)mg \sin(\theta)}$
- c)  $\frac{\frac{Kx^2}{2} + QV}{2(1 + \mu)mg \cos(\theta)}$
- d)  $\frac{Kx^2 - 2QV}{2mg(\sin(\theta) + \mu \cos(\theta))}$
- e)  $\frac{Kx^2 + 2QV}{2mg(\sin(\theta) + \mu \cos(\theta))}$

**EXC024. 198.** (Ita) Uma haste vertical de comprimento  $L$ , sem peso, é presa a uma articulação  $T$  e dispõe em sua extremidade de uma pequena massa  $m$  que, conforme a figura, toca levemente a quina de um bloco de massa  $M$ . Após uma pequena perturbação, o sistema movimenta-se para a direita. A massa  $m$  perde o contato com  $M$  no momento em que a haste perfaz um ângulo de  $\pi/6$  rad com a horizontal.



Desconsiderando atritos, assinale a velocidade final do bloco.

- a)  $\sqrt{\frac{mgL}{M}}$
- b)  $\sqrt{\frac{mgL}{M + 4m}}$
- c)  $\sqrt{\frac{mgL}{M + 4m/3}}$
- d)  $\sqrt{\frac{2mgL}{M}}$
- e)  $\sqrt{gL}$

**EXC025. 199.** (Ime)

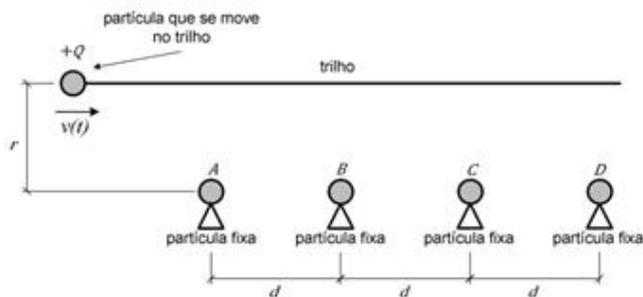


Figura 1

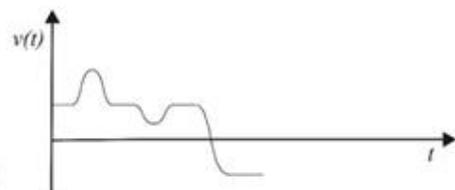


Figura 2

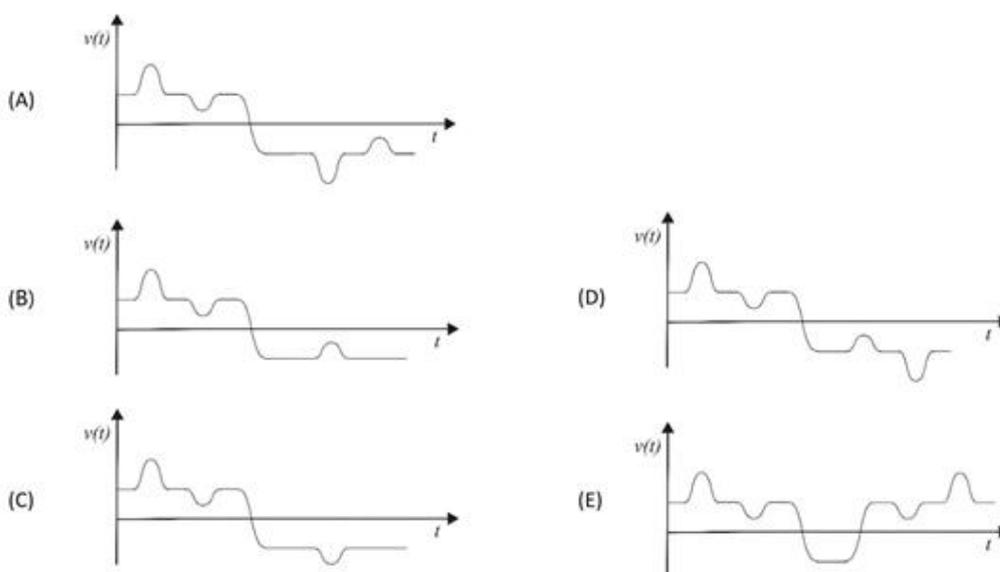
Como mostra a Figura 1, uma partícula de carga positiva se move em um trilho sem atrito e sofre a interação de forças elétricas provocadas por outras partículas carregadas fixadas nos pontos A, B, C e D. Sabendo que as cargas das partículas situadas em B e D são iguais e que uma parte do gráfico da velocidade da partícula sobre o trilho, em função do tempo, está esboçada na Figura 2, o gráfico completo que expressa a velocidade da partícula está esboçado na alternativa:

Observações:

-  $r \ll d$

- em  $t = 0$ , a partícula que se move no trilho está à esquerda da partícula situada no ponto A;

- considera-se positiva a velocidade da partícula quando ela se move no trilho da esquerda para a direita.



**EXC026. 200.** (Ime) As situações 1 e 2 da figura apresentam uma caldeira que fornece vapor sob pressão a uma turbina, a fim de proporcionar a sua rotação. A turbina está ligada solidariamente ao Gerador 1 por meio de seu eixo, que gera a energia elétrica  $E_1$ . O vapor expelido é aproveitado para impulsionar as pás de um sistema de geração eólico, que são acopladas por meio de seu eixo ao Gerador 2, que gera a energia elétrica  $E_2$ .

Determine:

a) a energia a ser fornecida pelo aquecedor à caldeira, em função de  $E_1$  e  $E_2$ , mantidas constantes, nas seguintes situações:

- Situação 1: As energias  $E_1$  e  $E_2$  são utilizadas para atender o consumidor final.
- Situação 2: Toda a energia elétrica  $E_2$  é utilizada por um conversor eletrotérmico, mantendo  $E_1$  com a mesma destinação da situação 1.

b) o rendimento do sistema para as duas situações.

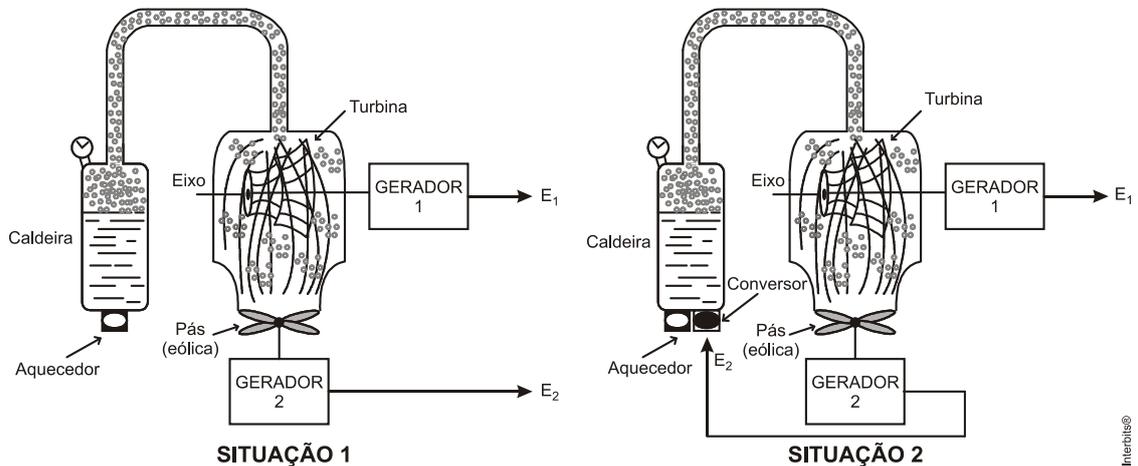
c) a potência térmica necessária a ser fornecida pelo aquecedor, a fim de permitir que um sistema de bombeamento eleve  $1000 \text{ m}^3$  de água a uma altura de 100 m em 4 horas, utilizando as energias  $E_1$  e  $E_2$  da situação 1.

Dados:

- rendimentos:
  - caldeira: 40 %
  - turbina: 60 %;

- gerador 1: 70%;
- das pás (gerador eólico): 30 %;
- gerador 2: 50 %;
- conversor eletrotérmico: 50 %;
- sistema de bombeamento de água: 70 %;
- massa específica da água: 1 kg/L;

- aceleração da gravidade:  $10 \text{ m/s}^2$ .



### MÓDULO 3

**EXC027.32.** (Ime) Um veículo de combate tem, como armamento principal, um canhão automático eletromagnético, o qual está municiado com 50 projéteis. Esse veículo se desloca em linha reta, inicialmente, em velocidade constante sobre um plano horizontal. Como o veículo está sem freio e descontrolado, um engenheiro sugeriu executar disparos a fim de reduzir a velocidade do veículo. Após realizar 10 disparos na mesma direção e no mesmo sentido da velocidade inicial do veículo, este passou a se deslocar com metade da velocidade inicial. Diante do exposto, a massa do veículo, em kg, é:

Dados:

- velocidade inicial do veículo: 20 m/s;
- velocidade do projétil ao sair do canhão: 800 m/s; e
- massa do projétil: 2 kg.

- 1.420
- 1.480
- 1.500
- 1.580
- 1.680

**EXC028. 47.** (Ita) 100 cápsulas com água, cada uma de massa  $m = 1,0 \text{ g}$ , são disparadas à velocidade de 10,0 m/s perpendicularmente a uma placa vertical com a qual colidem inelasticamente. Sendo as cápsulas enfileiradas com espaçamento de 1,0 cm, determine a força média exercida pelas mesmas sobre a placa.

**EXC029.56.** (Ime)

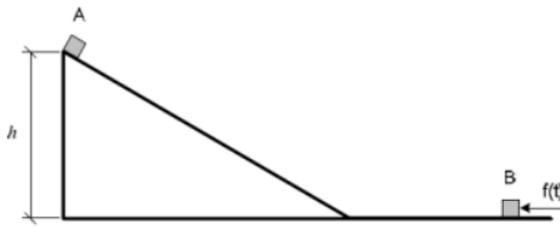


Figura 1

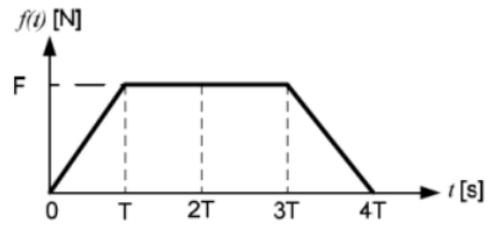


Figura 2

Na Figura 1, o corpo A, constituído de gelo, possui massa  $m$  e é solto em uma rampa a uma altura  $h$ . Enquanto desliza pela rampa, ele derrete e alcança o plano horizontal com metade da energia mecânica e metade da massa iniciais. Após atingir o plano horizontal, o corpo A se choca, no instante  $4T$ , com o corpo B, de massa  $m$ , que foi retirado do repouso através da aplicação da força  $f(t)$ , cujo gráfico é exibido na Figura 2.

Para que os corpos parem no momento do choque,  $F$  deve ser dado por

Dado:

- aceleração da gravidade:  $g$ .

Observações:

- o choque entre os corpos é perfeitamente inelástico;
- o corpo não perde massa ao longo de seu movimento no plano horizontal.

a)  $\frac{m\sqrt{2gh}}{8T}$

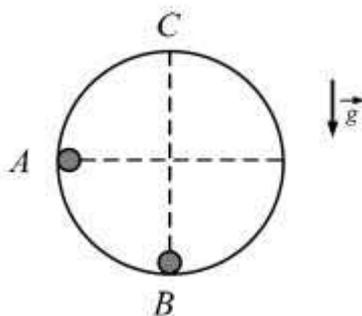
b)  $\frac{m\sqrt{2gh}}{6T}$

c)  $\frac{m\sqrt{2gh}}{4T}$

d)  $\frac{m\sqrt{2gh}}{3T}$

e)  $\frac{m\sqrt{2gh}}{2T}$

**EXC030. 57.** (Ime Adaptada)



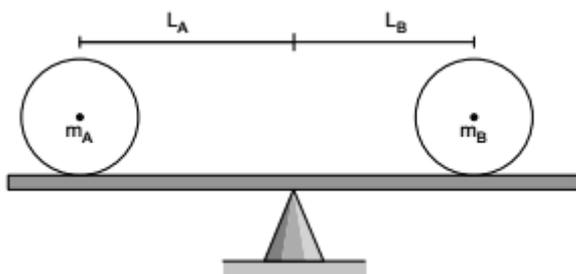
Um corpo puntiforme de massa  $m_A$  parte de ponto A, percorrendo a rampa circular representada na figura acima, sem atrito, colide com outro corpo puntiforme de massa  $m_B$ , que se encontrava inicialmente em repouso no ponto B. Sabendo que este choque é perfeitamente inelástico e que o corpo resultante deste choque atinge o ponto C, ponto mais alto da rampa, com a menor velocidade possível mantendo o contato com a rampa, a velocidade inicial do corpo no ponto A, em  $m/s$ , é

**Dados:**

- raio da rampa circular:  $2\text{m}$ ;
- aceleração da gravidade  $g : 10\text{m/s}^2$ ;
- massa  $m_A : 1\text{kg}$ ;
- massa  $m_B : 1\text{kg}$ .

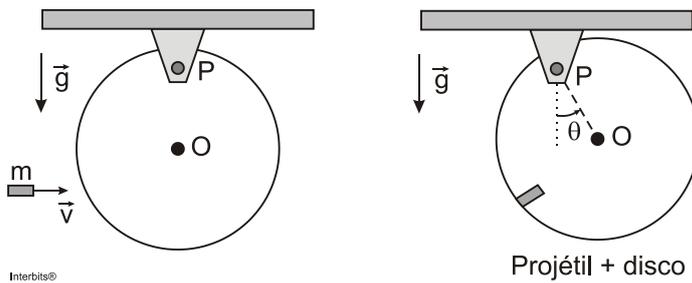
- a)  $6\sqrt{10}$
- b) 20
- c)  $4\sqrt{15}$
- d)  $10\sqrt{5}$
- e)  $8\sqrt{5}$

**EXC031. 60.** (Ita) Sobre uma prancha horizontal de massa desprezível e apoiada no centro, dois discos, de massas  $m_A$  e  $m_B$ , respectivamente, rolam com as respectivas velocidades  $v_A$  e  $v_B$ , constantes, em direção ao centro, do qual distam  $L_A$  e  $L_B$ , conforme a figura. Com o sistema em equilíbrio antes que os discos colidam, a razão  $v_A/v_B$  é dada por



- a) 1.
- b)  $m_A/m_B$ .
- c)  $m_B/m_A$ .
- d)  $L_A m_A / L_B m_B$ .
- e)  $L_B m_B / L_A m_A$ .

**EXC032. 61.** (Ita) Um disco rígido de massa  $M$  e centro  $O$  pode oscilar sem atrito num plano vertical em torno de uma articulação  $P$ .



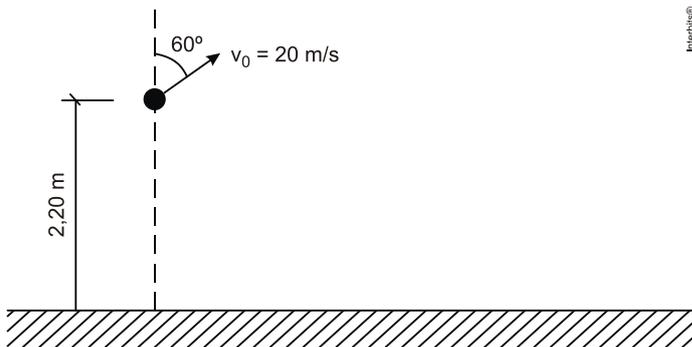
O disco é atingido por um projétil de massa  $m \ll M$  que se move horizontalmente com velocidade  $\vec{v}$  no plano do disco. Após a colisão, o projétil se incrusta no disco e o conjunto gira em torno de  $P$  até o ângulo  $\theta$ . Nestas condições, afirmam-se:

- I. A quantidade de movimento do conjunto projétil+disco se mantém a mesma imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.
- II. A energia cinética do conjunto projétil+disco se mantém a mesma imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.
- III. A energia mecânica do conjunto projétil+disco imediatamente após a colisão é igual à da posição de ângulo  $\theta / 2$ .

É(são) verdadeira(s) apenas a(s) assertiva(s)

- a) I.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) III.

**EXC033. 62.** (Ime)



Um corpo de 300 g de massa é lançado de uma altura de 2,20 m em relação ao chão como mostrado na figura acima. O vetor velocidade inicial  $v_0$  tem módulo de 20 m/s e faz um ângulo de  $60^\circ$  com a vertical. O módulo do vetor diferença entre o momento linear no instante do lançamento e o momento linear no instante em que o objeto atinge o solo, em  $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ , é:

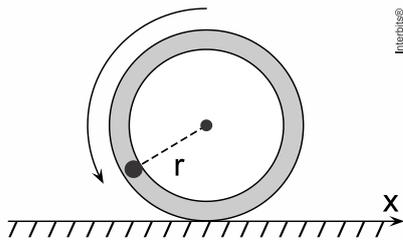
Dado: aceleração da gravidade:  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 0,60
- b) 1,80
- c) 2,25
- d) 3,00
- e) 6,60

**EXC034. 64.** (Ita) Num plano horizontal liso, presas cada qual a uma corda de massa desprezível, as massas  $m_1$  e  $m_2$  giram em órbitas circulares de mesma frequência angular uniforme, respectivamente com raios  $r_1$  e  $r_2 = r_1/2$ . Em certo instante essas massas colidem-se frontal e elasticamente e cada qual volta a perfazer um movimento circular uniforme. Sendo iguais os módulos das velocidades de  $m_1$  e  $m_2$  após o choque, assinale a relação  $m_2/m_1$ .

- a) 1
- b) 3/2
- c) 4/3
- d) 5/4
- e) 7/5

**EXC035. 65.** (Ita) Um tubo fino de massa 1.225 g e raio  $r = 10,0$  cm encontra-se inicialmente em repouso sobre um plano horizontal sem atrito. A partir do ponto mais alto, um corpo de massa 71,0 g com velocidade inicial zero desliza sem atrito pelo interior do tubo no sentido anti-horário, conforme a figura. Então, quando na posição mais baixa, o corpo terá uma velocidade relativa ao tubo, em cm/s, igual a.



- a) -11,3.
- b) -206.
- c) 11,3
- d) 206.
- e) 194.