

1. Um bloco de massa $0,500 \text{ kg}$ é empurrado contra uma mola horizontal de massa desprezível até que a mola seja comprimida por uma distância x (ver Figura 1). A constante elástica da mola é 450 N/m . Quando o bloco é liberado, ele percorre uma superfície horizontal sem atrito até o ponto B , localizado na parte inferior de uma pista circular de raio $R = 1,00 \text{ m}$ e continua subindo a pista. A velocidade do bloco no ponto B é $V_B = 12,0 \text{ m/s}$, e o bloco fica sujeito a uma força de atrito média de $7,00 \text{ N}$ enquanto sobe a pista circular.

- (a) Qual o valor de x ?
 (b) Qual a velocidade no ponto mais alto da pista circular?

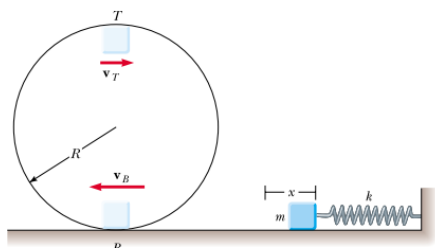


Figura 1: Questão 1

2. Um bloco de $0,50 \text{ kg}$ é empurrado contra uma mola horizontal de massa desprezível, comprimindo a mola até uma distância igual a $0,20 \text{ m}$ (ver Figura 2). Quando o bloco é libertado, ele se move sobre o topo de uma mesa horizontal até uma distância de $1,0 \text{ m}$ antes de parar. A constante da mola é igual a 100 N/m . Calcule o coeficiente de atrito cinético μ_c entre o bloco e a mesa.

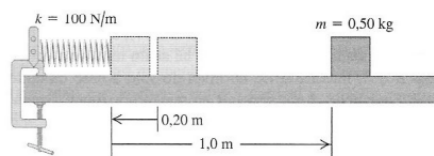


Figura 2: Questão 2

3. Um pacote de $2,0 \text{ kg}$ inicialmente em repouso é abandonado sobre um plano inclinado de $53,1^\circ$, a uma distância de $4,0 \text{ m}$ de uma mola com constante de 120 N/m presa à base do plano (ver Figura 3). Os coeficientes de atrito entre o pacote e o plano inclinado são dados por $\mu_s = 0,40$ e $\mu_k = 0,20$. A massa da mola é desprezível.

- (a) Qual a velocidade do pacote imediatamente antes de colidir com a mola?
 (b) Qual é a compressão máxima da mola?

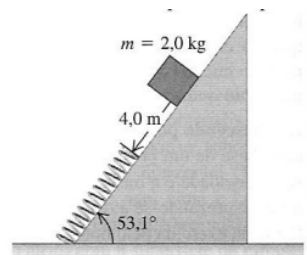


Figura 3: Questão 3

4. Uma pedra com massa de $0,12 \text{ kg}$ está presa a um fio de $0,80 \text{ m}$ comprimento, de massa desprezível, formando um pêndulo. O pêndulo oscila até um ângulo de 45° com a vertical. Despreze a resistência do ar.
- (a) Qual é a velocidade da pedra quando ela passa pela posição vertical?
 (b) Qual é a tensão no fio quando ele faz um ângulo de 45° com a vertical?
 (c) Qual é a tensão no fio quando ele passa pela posição vertical?
5. Em um trilho de ar, dois carrinhos A e B se aproximam e sofrem uma colisão elástica. As massas, assim como as velocidades iniciais de cada um estão indicadas na Figura 5. Quais as velocidades de A e B após a colisão?

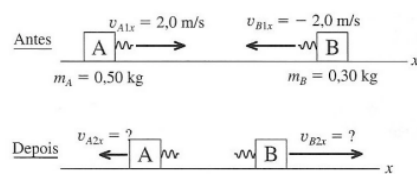


Figura 4: Questão 5

6. Em um experimento de colisões, você tem dois carrinhos de massas m_1 e m_2 que colidem de forma completamente inelástica, sendo que a massa m_2 está inicialmente em repouso. Pares de sensores são colocados no trilho, antes e depois da colisão. São obtidos valores experimentais de intervalo de distância, L , e intervalo de tempo, T , dos carrinhos em cada caso. As massas dos carrinhos são $m_1 = 0,108 \text{ kg}$ e $m_2 = 0,102 \text{ kg}$ (assuma o valor exato, sem incertezas).

Intervalo	Medida
L_{antes}	$(0,163 \pm 0,009) \text{ m}$
L_{depois}	$(0,150 \pm 0,007) \text{ m}$
T_{antes}	$(0,250 \pm 0,008) \text{ s}$
T_{depois}	$(0,625 \pm 0,009) \text{ s}$

Com os valores da tabela acima, calcule as seguintes medidas e suas respectivas incertezas:

- a velocidade média e o erro propagado dos dois carrinhos antes e depois da colisão.
- a energia cinética antes e depois da colisão.
- a energia cinética dissipada. Lembre-se de que a incerteza na energia dissipada será dada, de maneira geral, por: $\sigma_E = mV\sigma_V$

7. Três carrinhos de massas $4,00 \text{ kg}$, $10,0 \text{ kg}$ e $3,00 \text{ kg}$ se movem em um trilho de ar com velocidades de $5,00 \text{ m/s}$, $3,00 \text{ m/s}$ e $4,00 \text{ m/s}$, conforme mostra a Figura. Acopladores de velcro na ponta dos carrinhos fazem eles grudarem após colidirem. Encontre a velocidade final dos três carrinhos.

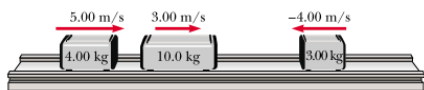


Figura 5: Questão 7

8. Em um cruzamento da cidade de São Paulo, um carro compacto com massa de 950 kg que se deslocava de oeste para leste colide com uma picape com massa de 1900 kg que se deslocava de sul para o norte e avançou o sinal vermelho (ver Figura). Em virtude da colisão, os dois veículos ficam engavetados e após a colisão eles se deslocam a $16,0 \text{ m/s}$ na direção a $24,0^\circ$ nordeste. Calcule o módulo da velocidade de cada veículo antes da colisão. Estava chovendo muito durante a colisão, e o atrito entre os veículos e a estrada pode ser desprezado.
9. Uma bola de aço de massa $0,500 \text{ kg}$ está presa em uma extremidade de uma corda de $70,0 \text{ cm}$ de comprimento. A outra extremidade está fixa. A bola é liberada quando a corda está na horizontal (ver Figura). Na parte mais baixa da trajetória a bola se choca com um bloco de metal de $2,50 \text{ kg}$ inicialmente em repouso sobre uma superfície sem atrito. A colisão é elástica. Determine:
- a velocidade escalar da bola após a colisão.

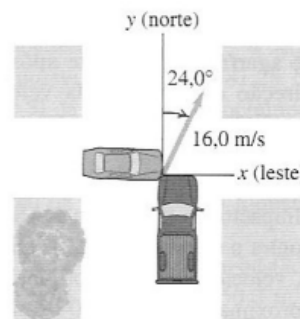


Figura 6: Questão 8

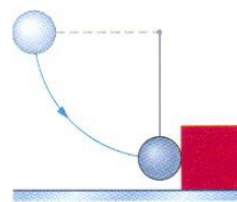


Figura 7: Questão 9

- a velocidade escalar do bloco após a colisão.
10. O bloco 1 de massa m_1 desliza sobre um piso sem atrito e sofre uma colisão elástica unidimensional com o bloco 2 de massa $m_2 = 3m_1$. Antes da colisão, o centro de massa do sistema de dois blocos tinha uma velocidade de $3,00 \text{ m/s}$.
- Qual a velocidade do centro de massa após a colisão?
 - Qual a velocidade do bloco 2 após a colisão?
11. Na Figura, o bloco 1 (com uma massa de 2 kg) está se movendo para a direita a 10 m/s e o bloco 2 (com uma massa de $5,0 \text{ kg}$) está se movendo para a direita a $3,0 \text{ m/s}$. A superfície não tem atrito, e uma mola com uma constante elástica de 1120 N/m está presa no bloco 2. Os dois blocos colidem. Determine a máxima compressão da mola.



Figura 8: Questão 11

12. Uma bala de massa m é disparada contra um bloco de massa M inicialmente em repouso na beirada de uma mesa sem atrito a uma altura h

(ver Figura). A bala permanece no bloco, e após o impacto, o bloco percorre a trajetória indicada na figura. Determine a velocidade inicial da bala.

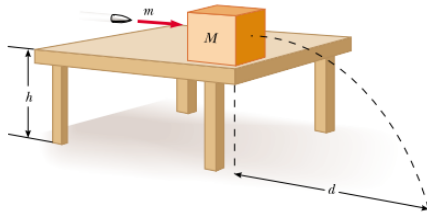


Figura 9: Questão 12

13. Um bloco de massa $m_1 = 2,00 \text{ kg}$ e um bloco de massa $m_2 = 6,00 \text{ kg}$ estão conectados por um fio de massa desprezível. Este fio passa por uma polia no formato de disco sólido com raio $R = 0,250 \text{ m}$ e massa $M = 10,0 \text{ kg}$. Esses blocos se movem no plano conforme indicado na Figura. O ângulo indicado é $\theta = 30,0^\circ$. O coeficiente de atrito cinético é $0,360$ para ambos os blocos. Desenhe um diagrama de corpo livre para ambos os blocos e a polia. Determine:

- a aceleração dos dois blocos.
- as tensões na corda em ambos os lados da polia.

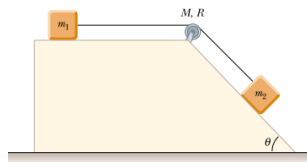


Figura 10: Questão 13

14. Um objeto de $15,0 \text{ kg}$ e um objeto de $10,0 \text{ kg}$ estão suspensos, juntos por uma corda que passa através de uma polia de raio $10,0 \text{ cm}$ e massa $3,00 \text{ kg}$ (ver Figura). A corda tem uma massa desprezível e não desliza sobre a polia. A polia gira em torno de seu eixo sem atrito. Os objetos partem do repouso a uma distância de $3,00 \text{ m}$ um do outro. Trate a polia como um disco uniforme, e determine as velocidades dos dois objetos no instante em que estão na mesma altura.
15. Um bastão uniforme longo de comprimento L e massa M está pivotado em uma de suas extremidades por um pino horizontal e sem atrito. O bastão é abandonado do repouso em uma posição

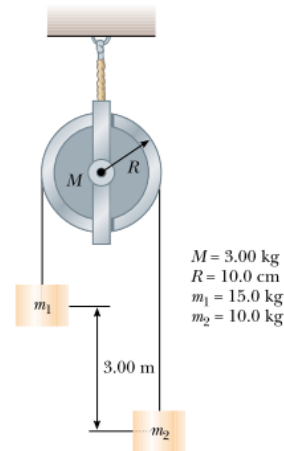


Figura 11: Questão 14

vertical, conforme mostra a figura. No momento em que o bastão está horizontal, encontre:

- sua velocidade angular.
- a magnitude da aceleração angular.
- as componentes x e y da aceleração do seu centro de massa.
- as componentes da força de reação no pivô.

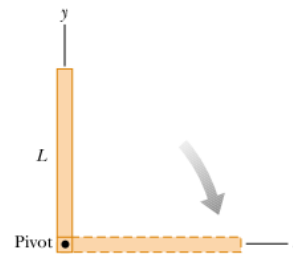


Figura 12: Questão 15

16. Na Figura, dois blocos estão conectados por um fio de massa desprezível que passa através de uma polia de raio $0,250$ e momento de inércia I . O bloco no plano inclinado sem atrito se move para cima com uma aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$.
- Determine T_1 e T_2 , as tensões nas duas partes do fio.
 - Encontre o momento de inércia da polia.
17. Um cilindro de momento de inércia I_1 gira em torno de um eixo vertical sem atrito com velocidade angular ω_i . Um segundo cilindro, de momento de inércia I_2 e inicialmente sem girar, cai

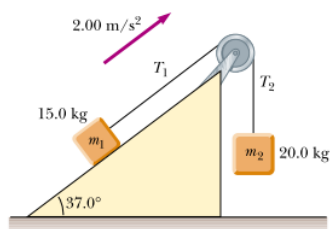


Figura 13: Questão 16

em cima do primeiro cilindro (ver Figura). Devido ao atrito entre as superfícies dos cilindros, eles eventualmente atingem a mesma velocidade angular ω_f .

- Calcule ω_f .
- Mostre que a energia cinética do sistema diminui nessa interação, e calcule a razão $\frac{K_f}{K_i}$.

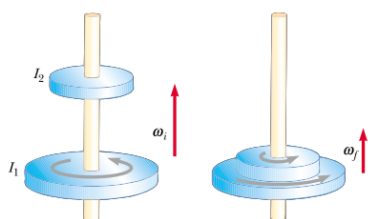


Figura 14: Questão 17

- Um estudante segurando dois pesos, de massas de $3,00 \text{ kg}$ cada está sentado em uma cadeira livre para girar. Quando seus braços estão estendidos horizontalmente, os pesos estão a uma distância de $1,00 \text{ m}$ do eixo de rotação e ele gira com uma velocidade angular de $0,750 \text{ rad/s}$. O momento de inércia do (estudante + cadeira) é $3,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ e é assumido que é constante. O estudante puxa os pesos horizontalmente em direção ao seu corpo até uma distância de $0,300 \text{ m}$ do eixo de rotação.

- Encontre a nova velocidade angular do estudante.
- Encontre a energia cinética do sistema antes e depois de ele puxar os pesos em direção ao corpo.

- Uma barata de massa $0,17 \text{ kg}$ corre no sentido anti-horário em torno da borda de um disco circular de raio 15 cm e momento de inércia $5,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, montado sobre um eixo vertical com atrito desprezível. A velocidade da barata (em relação ao chão) é $2,0 \text{ m/s}$ e o disco

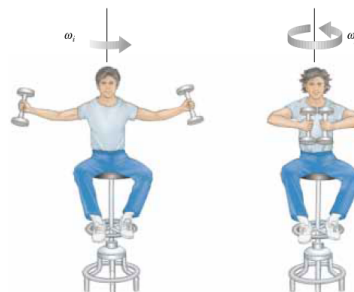


Figura 15: Questão 18

gira no sentido horário com velocidade angular $\omega_0 = 2,8 \text{ rad/s}$. A barata encontra uma migalha de pão sobre a borda e, obviamente, para. Qual é a velocidade angular do disco depois que a barata para?

- Um pássaro de $500,0 \text{ g}$ está voando horizontalmente a $2,25 \text{ m/s}$, quando inadvertidamente colide com uma barra vertical fixa, atingindo-a $25,0 \text{ cm}$ abaixo do topo (ver Figura). A barra homogênea com $0,750 \text{ m}$ de comprimento e massa de $1,50 \text{ kg}$ está presa por uma dobradiça na sua base. A colisão atordoa o pássaro, que cai ao chão em seguida. Qual é a velocidade angular da barra:

- logo após ser atingida pelo pássaro?
- assim que atinge o solo?

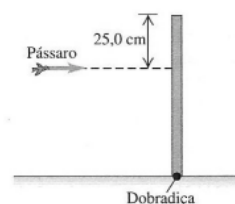


Figura 16: Questão 20

Boa prova! :)

Respostas

1- a) $\Delta x = 0,400 \text{ m}$.
 b) $V_T = 4,10 \text{ m/s}$.

2- $\mu_k = 0,41$.

3- a) $V = 7,30 \text{ m/s}$.
 b) $d = 1,06 \text{ m}$.

4- a) $V = 2,1 \text{ m/s}$.
 b) $T = 0,83 \text{ N}$.
 c) $T = 1,9 \text{ N}$.

5- $V_{A2x} = -1 \text{ m/s}$; $V_{B2x} = 3 \text{ m/s}$.

6- a) $V_1 = (0,652 \pm 0,042) \text{ m/s}$;
 $V_2 = (0,240 \pm 0,012) \text{ m/s}$.
 b) $E_{antes} = (0,023 \pm 0,003) \text{ J}$; $E_{depois} = (0,006 \pm 0,001) \text{ J}$.
 c) $E_{dissipada} = (0,017 \pm 0,003) \text{ J}$.

7- $V_f = +2,24 \text{ m/s}$.

8- $V_{A1x} = 19,5 \text{ m/s}$; $V_{B1y} = 21,9 \text{ m/s}$.

9- a) $V_{fbola} = -2,47 \text{ m/s}$.
 b) $V_{fbloco} = 1,23 \text{ m/s}$.

10- a) $V_{cm} = 3,00 \text{ m/s}$.
 b) $V_{2f} = 6,00 \text{ m/s}$.

11- $x_{max} = 0,25 \text{ m}$.

12- $V_i = \left(\frac{M+m}{m} \right) \sqrt{\frac{gd^2}{2h}}$.

13- a) $a = 0,309 \text{ m/s}^2$.
 b) $T_1 = 7,67 \text{ N}$; $T_2 = 9,22 \text{ N}$.

14- $V = 2,36 \text{ m/s}$.

15- a) $\omega = \sqrt{\frac{3g}{L}}$.
 b) $\alpha = \frac{3g}{2L}$.
 c) $a_x = a_r = \frac{-3g}{2}$; $a_y = -a_t = \frac{-3g}{4}$.
 d) $R_x = \frac{-3Mg}{2}$; $R_y = \frac{Mg}{4}$.

16- a) $T_1 = 118 \text{ N}$; $T_2 = 156 \text{ N}$.
 b) $I = 1,17 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

17- a) $\omega_f = \frac{I_1 \omega_i}{I_1 + I_2}$.
 b) $\frac{K_f}{K_i} = \frac{I_1}{I_1 + I_2}$.

18- a) $\omega_f = 1,91 \text{ rad/s}$.
 b) $K_i = 2,53 \text{ J}$; $K_f = 6,44 \text{ J}$.

19- $\omega_f = -4,2 \text{ rad/s}$.

20- a) $\omega = 2,00 \text{ rad/s}$.
 b) $\omega = 6,58 \text{ rad/s}$.