

MECÂNICA – TURMA UNP – PARTE 4

Lista 1:

1. Considere um edifício em construção, constituído pelo andar térreo e mais dez andares. Um servente de pedreiro deixou cair um martelo cuja massa é 0,5 kg a partir de uma altura do piso do décimo andar. Suponha que cada andar tem uma altura de 2,5 m e que o martelo caiu verticalmente em queda livre partindo do repouso. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e o martelo como uma partícula. Despreze a resistência do ar, a ação do vento e a espessura de cada piso.

Levando em conta as informações dadas, analise as seguintes afirmativas:

1. A velocidade do martelo ao passar pelo teto do 1º andar era 20 m/s.
 2. A energia cinética do martelo ao passar pelo piso do 5º andar era maior que 100 J.
 3. Se a massa do martelo fosse o dobro, o tempo de queda até o chão diminuiria pela metade.
- Assinale a alternativa correta.
- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
 - b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
 - c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
 - d) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
 - e) As afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.

2. Uma pessoa, do alto de um prédio de altura H , joga uma bola verticalmente para baixo, com uma certa velocidade de lançamento. A bola atinge o solo com velocidade cujo módulo é V_I . Em um segundo experimento, essa mesma bola é jogada do mesmo ponto no alto do prédio, verticalmente para cima e com mesmo módulo da velocidade de lançamento que no primeiro caso. A bola sobe até uma altura H acima do ponto de lançamento e chega ao solo com velocidade cujo módulo é V_{II} . Desprezando todos os atritos e considerando as trajetórias retilíneas, é correto afirmar-se que:

- a) $V_I = 2V_{II}$.
- b) $V_I = V_{II}$.
- c) $V_I = V_{II} / 2$.
- d) $V_I = V_{II} / 4$.

3. Um bloco de massa m e velocidade escalar v_0 desliza sobre uma superfície horizontal. Assinale a alternativa que representa a força de atrito necessária para parar o bloco a uma distância d , e o coeficiente de atrito cinético necessário para isso, respectivamente.

- a) $-\frac{mv_0^2}{d}$ e $\frac{v_0^2}{2dg}$
- b) $-\frac{mv_0^2}{2d}$ e $\frac{v_0^2}{2dg}$
- c) $-\frac{mv_0^2}{2d}$ e $\frac{v_0^2}{dg}$
- d) $\frac{mv_0^2}{2d}$ e $\frac{v_0^2}{dg}$
- e) $-\frac{mv_0^2}{d}$ e $\frac{v_0^2}{dg}$

4. No sistema cardiovascular de um ser humano, o coração funciona como uma bomba, com potência média de 10 W, responsável pela circulação sanguínea. Se uma pessoa fizer uma dieta alimentar de 2500 kcal diárias, a porcentagem dessa energia utilizada para manter sua circulação sanguínea será, aproximadamente, igual a:

Note e adote: 1 cal = 4 J.

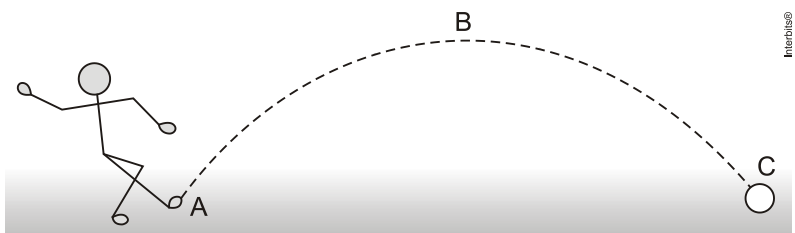
- a) 1%
- b) 4%

- c) 9%
- d) 20%
- e) 25%

5. Uma bola está inicialmente presa ao teto no interior de um vagão de trem que se move em linha reta na horizontal e com velocidade constante. Em um dado instante, a bola se solta e cai sob a ação da gravidade. Para um observador no interior do vagão, a bola descreve uma trajetória vertical durante a queda, e para um observador parado fora do vagão, a trajetória é um arco de parábola. Assim, o trabalho realizado pela força peso durante a descida da bola é:

- a) maior para o observador no solo.
- b) diferente de zero e com mesmo valor para ambos os observadores.
- c) maior para o observador no vagão.
- d) zero para ambos os observadores.

6. Paulo coloca a bola no gramado e bate um “tiro de meta”. A bola, após descrever uma trajetória parabólica de altura máxima B, atinge o ponto C no gramado do campo adversário.



Desprezando-se a resistência do ar e adotando-se o solo como referencial, é **correto** dizer-se que:

- a) a energia da bola no ponto B é maior do que aquela que ela possui em qualquer outro ponto de sua trajetória.
- b) no ponto B, a bola possui energia cinética e energia gravitacional.
- c) no ponto B, a energia cinética da bola é máxima, e a energia potencial é nula.
- d) ao bater no gramado, no ponto C, toda a energia cinética da bola transforma-se em energia potencial gravitacional.
- e) a bola, no instante antes de colidir no gramado em C, já terá perdido toda a sua energia.

7. Um atrativo da cidade de Santos é subir de bondinho até o topo do Monte Serrat, que se localiza a aproximadamente 150 m do nível do mar.

O funicular é um sistema engenhoso de transporte de pessoas que liga dois bondinhos idênticos por meio de um único cabo, fazendo com que o peso do bonde que desce o monte auxilie a subida do outro bonde.

Nesse sistema, se os atritos forem desprezíveis, o esforço da máquina que movimenta o cabo se resumirá apenas ao esforço de transportar passageiros.



(i1.ytimg.com/vi/E-n0OyfaHW0/maxresdefault.jpg
Acesso em: 24.08.2013. Original colorido)

Considere que, em uma viagem,
- os passageiros no bonde, que se encontra no alto do monte, somam a massa de 600 kg;

- os passageiros no bonde, que se encontra ao pé do monte, somam a massa de 1 000 kg;
- a aceleração da gravidade tem valor 10 m/s²;
- cada bonde se move com velocidade constante.

Conclui-se corretamente que a energia empregada pelo motor, que movimenta o sistema funicular para levar os passageiros a seus destinos, deve ser, em joules, Para responder a essa questão, lembre-se de que a energia potencial gravitacional é calculada pela relação:

$$E_{\text{pot}} = \text{massa} \times \text{aceleração da gravidade} \times \text{altura}$$

- a) 40 000.
- b) 150 000.
- c) 600 000.
- d) 900 000.
- e) 1 000 000.

8. Em uma competição de salto em distância, um atleta de 70 kg tem, imediatamente antes do salto, uma velocidade na direção horizontal de módulo 10 m/s. Ao saltar, o atleta usa seus músculos para empurrar o chão na direção vertical, produzindo uma energia de 500 J, sendo 70% desse valor na forma de energia cinética. Imediatamente após se separar do chão, o módulo da velocidade do atleta é mais próximo de:

- a) 10,0 m/s
- b) 10,5 m/s
- c) 12,2 m/s
- d) 13,2 m/s
- e) 13,8 m/s

9. Uma das provas realizadas por mulheres e homens nos Campeonatos Mundiais de ginástica artística é o salto sobre o cavalo.



Disponível em: <http://mundogym.blogspot.com.br/2008/01/ginastado-msfei-cheng.html>. Acesso em: 05 de out de 2013

Esse salto apresenta algumas etapas para sua perfeita realização. Tais etapas podem ser resumidas em:

Etapa 01 – Corrida de aproximação, procurando máxima velocidade.

Etapa 02 – Contato com o trampolim, buscando impulsão.

Etapa 03 – Contato com o cavalo, conseguindo apoio e repulsão.

Etapa 04 – Salto propriamente dito.

Etapa 05 – Aterrissagem.

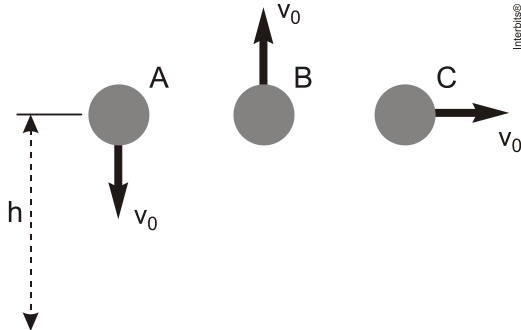
Considere E_{M1} (Energia mecânica do atleta imediatamente antes da etapa 02), E_{M2} (Energia mecânica do atleta imediatamente antes da etapa 03), E_{M3} (Energia mecânica do atleta imediatamente após a etapa 03) e E_{M4} (Energia mecânica do atleta imediatamente antes da etapa 05).

Desprezando as perdas por atrito e resistência do ar, a alternativa **correta** que apresenta a relação entre as energias mecânicas do atleta, é:

- a) $E_{M1} = E_{M2} < E_{M3} < E_{M4}$

- b) $E_{M1} < E_{M2} < E_{M3} = E_{M4}$
 c) $E_{M2} < E_{M1} < E_{M4} < E_{M3}$
 d) $E_{M1} < E_{M2} = E_{M4} < E_{M3}$

10. Três esferas de mesma massa são lançadas de uma mesma altura e com velocidades iguais a v_0 como mostrado a seguir.



Considerando-se o princípio da conservação da energia e desprezando-se a resistência do ar, as energias cinéticas das esferas, ao chegarem ao solo, obedecem à relação:

- a) $E_A > E_B = E_C$.
 b) $E_A = E_B = E_C$.
 c) $E_A > E_B > E_C$.
 d) $E_A < E_B > E_C$.

11. Considerando-se um determinado LASER que emite um feixe de luz cuja potência vale 6,0 mW, é CORRETO afirmar que a força exercida por esse feixe de luz, quando incide sobre uma superfície refletora, vale: (Dados: $c = 3,0 \times 10^8$ m/s)

- a) $1,8 \times 10^4$ N
 b) $1,8 \times 10^5$ N
 c) $1,8 \times 10^6$ N
 d) $2,0 \times 10^{11}$ N
 e) $2,0 \times 10^{-11}$ N

12. O Brasil é um dos países de maior potencial hidráulico do mundo, superado apenas pela China, pela Rússia e pelo Congo. Esse potencial traduz a quantidade de energia aproveitável das águas dos rios por unidade de tempo. Considere que, por uma cachoeira no Rio São Francisco de altura $h = 5$ m, a água é escoada numa vazão $Z = 5$ m³/s. Qual é a expressão que representa a potência hídrica média teórica oferecida pela cachoeira, considerando que a água possui uma densidade absoluta $d = 1000$ kg/m³, que a aceleração da gravidade tem módulo $g = 10$ m/s² e que a velocidade da água no início da queda é desprezível?

- a) 0,25 MW
 b) 0,50 MW
 c) 0,75 MW
 d) 1,00 MW
 e) 1,50 MW

13. O Engenheiro de Obras Dejair observa um guindaste que ergue uma viga de cimento de 500 kg até uma altura de 3 metros do chão. Nesse mesmo intervalo de tempo, o seu operário consegue içar, por meio de uma roldana fixa, até uma altura de 8 metros do chão, 10 sacos de cimento de 20 kg cada.

A partir desses dados e adotando a aceleração da gravidade de 10 m/s², ele faz as seguintes afirmações:

- I. A potência média desenvolvida pelo operário é maior do que a do guindaste.
 II. A potência média desenvolvida pelo guindaste é de 15.000 W.
 III. Cada saco de cimento armazena 16.000 joules de energia potencial aos 8 m de altura.

Está(ão) correta(s) apenas

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

e) II e III.

14. A montadora de determinado veículo produzido no Brasil apregoa que a potência do motor que equipa o carro é de 100 HP ($1 \text{ HP} \cong 750 \text{ W}$). Em uma pista horizontal e retilínea de provas, esse veículo, partindo do repouso, atingiu a velocidade de 144 km/h em 20 s. Sabendo que a massa do carro é de 1 000 kg, o rendimento desse motor, nessas condições expostas, é próximo de:

- a) 30%.
- b) 38%.
- c) 45%.
- d) 48%.
- e) 53%.

15. Um carrinho parte do repouso, do ponto mais alto de uma montanha-russa. Quando ele está a 10 m do solo, a sua velocidade é de 1 m/s. Desprezando todos os atritos e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que o carrinho partiu de uma altura de:

- a) 10,05 m
- b) 12,08 m
- c) 15,04 m
- d) 20,04 m
- e) 21,02 m

Gabarito:

Resposta da **questão** **1:**
[A]

Dados: $m = 0,5 \text{ kg}$; $h = 2,5 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

[1] **Correta.** Do piso do 10º andar até o teto do 1º andar há oito andares. Assim, aplicando Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 g H \Rightarrow v^2 = 2(10)(8 \cdot 2,5) \Rightarrow v^2 = 400 \Rightarrow$$

$$v = 20 \text{ m/s.}$$

[2] **Incorreta.** Do piso do 10º andar até o piso do 5º andar há cinco andares. Assim, aplicando a conservação da Energia Mecânica:

$$E_{\text{Mec}}^f = E_{\text{Mec}}^i \Rightarrow E_{\text{cin}} = m g (5 h) = 0,5(10)(5 \cdot 2,5) \Rightarrow E_{\text{cin}} = 62,5 \text{ J.}$$

[3] **Incorreta.** O tempo de queda livre independe da massa.

Resposta da **questão** **2:**
[B]

1ª Solução: Quando a bola é lançada verticalmente para cima, ao passar novamente pelo ponto de lançamento, ela terá velocidade de mesmo módulo, igual ao módulo da velocidade de lançamento do primeiro experimento. Assim, nos dois experimentos a bola atinge o solo com a mesma velocidade.

2ª Solução: Como a bola é lançada da mesma altura com mesma velocidade inicial, ela tem a mesma energia mecânica inicial nos dois experimentos. Pela conservação da energia mecânica, a energia cinética final também será a mesma, uma vez que, em relação ao solo, a energia potencial final é nula.

Calculando a velocidade final para os dois experimentos:

$$E_{\text{mec}}^{\text{final}} = E_{\text{mec}}^{\text{inicial}} \Rightarrow \frac{m V^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + m g H \Rightarrow$$

$$V_f = V_{if} = \sqrt{V_0^2 + 2 g H}.$$

Resposta da **questão** **3:**
[B]

Nota: a questão ficaria melhor se fosse pedida a **intensidade** da força de atrito, eliminando o sinal negativo (-) das opções. Entendamos que esse sinal negativo refere-se ao sentido da força, oposto ao da velocidade, considerado positivo.

- Determinação da força de atrito.

Sendo a força de atrito a própria resultante, aplicando o teorema da energia cinética, vem:

$$W_{\text{Fat}} = \Delta E_{\text{cin}} \Rightarrow F_{\text{at}} d = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow F_{\text{at}} d = 0 - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$F_{\text{at}} = -\frac{m v_0^2}{2 d}.$$

- Determinação do coeficiente de atrito.

$$\begin{cases} F_{\text{at}} = \mu N \\ N = m g \end{cases} \Rightarrow F_{\text{at}} = \mu m g$$

Comparando os módulos da força de atrito nas duas expressões:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{at}} = \frac{m v_0^2}{2 d} \\ F_{\text{at}} = \mu m g \end{array} \right\} \Rightarrow \mu \cancel{m} g = \frac{\cancel{m} v_0^2}{2 d} \Rightarrow \boxed{\mu = \frac{v_0^2}{2 d g}}$$

Resposta da **questão** **4:**
[C]

Dados: $P_{\text{co}} = 10 \text{ W}$; $E_T = 2.500 \text{ kcal} = 2,5 \times 10^6 \text{ cal}$; $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$.

Calculando a potência total:

$$P_T = \frac{E_T}{\Delta t} = \frac{2,5 \times 10^6 \times 4}{24 \times 3600} = 115,74 \text{ W} \cong 116 \text{ W}.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 116 \text{ W} \rightarrow 100\% \\ 10 \text{ W} \rightarrow x\% \end{array} \right\} \Rightarrow x = 8,62\% \Rightarrow$$

$x = 9\%$.

Resposta da **questão** **5:**
[B]

A força peso é uma força conservativa. De acordo com o Teorema da Energia Potencial, o trabalho de forças conservativas independe da trajetória, sendo igual à diferença entre as energias potenciais inicial e final. Assim, o trabalho da força peso é não nulo e tem o mesmo valor para os dois observadores.

Resposta da **questão** **6:**
[B]

No ponto B, a bola possui velocidade e está acima do solo (referencial). Logo ela possui energia cinética e energia potencial.

Nota: nas alternativas [A] e [E] o enunciado deveria especificar a modalidade de energia.

Resposta da **questão** **7:**
[C]

A diferença de massa é de 400 kg. O motor deve empregar força que compense o peso dessa massa. Então a energia potencial correspondente é:

$$E_{\text{Pot}} = \Delta m g h = 400 \cdot 10 \cdot 150 \Rightarrow \boxed{E_{\text{Pot}} = 600\,000 \text{ J}}$$

Resposta da **questão** **8:**
[B]

Dados: $m = 70 \text{ kg}$; $v_0 = 10 \text{ m/s}$; $\Delta E_C = 0,7(500) = 350 \text{ J}$.

A energia cinética depois do salto é igual à energia cinética inicial somada à variação adquirida no salto.

$$E_C^f = E_C^i + \Delta E_C \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \Delta E_C \Rightarrow \frac{70 v^2}{2} = \frac{70(10)^2}{2} + 350 \Rightarrow$$

$$35 v^2 = 35(100) + 350 \Rightarrow v^2 = 100 + 10 \Rightarrow v = \sqrt{110} \Rightarrow$$

$$v = 10,5 \text{ m/s.}$$

Resposta da **questão** **9:**
[B]

Na etapa 02, o atleta recebe impulsão do trampolim, aumentando sua energia mecânica $\Rightarrow E_{M2} > E_{M1}$.

Na etapa 03, o atleta recebe repulsão do cavalo, aumentando sua energia mecânica $\Rightarrow E_{M3} > E_{M2}$.

Durante o salto, etapa 04, a energia mecânica pode ser considerada constante $\Rightarrow E_{M3} = E_{M4}$.
Conclusão: $E_{M1} < E_{M2} < E_{M3} = E_{M4}$.

Resposta da **questão** **10:**
[B]

Tomando o solo como referencial, as três esferas possuem a mesma energia cinética e a mesma energia potencial. Logo, as energias mecânicas também são iguais:

$$E_A = E_B = E_C = \frac{m v_0^2}{2} + m g h.$$

Resposta da **questão** **11:**
[E]

$$P = F \cdot v \rightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{6 \times 10^{-3}}{3 \times 10^8} = 2,0 \times 10^{-11} \text{ N}$$

Resposta da **questão** **12:**
[A]

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{mgH}{\Delta t} = \frac{\mu V g H}{\Delta t} = \mu \frac{V}{\Delta t} g H$$

$$P = \mu \frac{V}{\Delta t} g H = 1000 \times 5 \times 10 \times 5 = 2,5 \times 10^5 \text{ W} = 0,25 \text{ MW}$$

Resposta da **questão** **13:**
[A]

Analisando cada uma das afirmações:

I. Correta. Nesse caso, a potência é calculada pela razão entre a energia potencial ($m g h$) adquirida e o intervalo de tempo (Δt) de operação, que o mesmo para as duas operações.

Calculando as potências do guindaste (P_G) e do operário (P_O).

$$P = \frac{m g h}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} P_G = \frac{500 \cdot 10 \cdot 3}{\Delta t} \Rightarrow P_G = \frac{15000}{\Delta t} \\ P_O = \frac{200 \cdot 10 \cdot 8}{\Delta t} \Rightarrow P_O = \frac{16000}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow P_O > P_G.$$

II. **Incorreta**, pois não foi fornecido o tempo de operação.

III. **Incorreta**. A energia potencial armazenada por cada saco de cimento é:
 $E_{Pot} = m g h = 20 \cdot 10 \cdot 8 = 1.600 \text{ J}$.

Resposta da **questão** **14:**
 [E]

Dados: $v_0 = 0$; $v = 144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s}$; $m = 1.000 \text{ kg}$; $\Delta t = 20 \text{ s}$; $P_T = 75.000 \text{ W} = 7,5 \times 10^4 \text{ W}$.

Calculando a energia cinética adquirida pelo veículo:

$$\Delta E_{cin} = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{1000 \cdot 40^2}{2} - 0 \Rightarrow \Delta E_{cin} = 80 \times 10^4 \text{ J}.$$

A potência útil é:

$$P_u = \frac{\Delta E_{cin}}{\Delta t} = \frac{80 \times 10^4}{20} \Rightarrow P_u = 4 \times 10^4 \text{ W}.$$

Calculando o rendimento do motor:

$$\eta = \frac{P_u}{P_T} = \frac{4 \times 10^4}{7,5 \times 10^4} = 0,53 \Rightarrow \eta = 53\%.$$

Resposta da **questão** **15:**
 [A]

Dados: $h = 10 \text{ m}$; $v_0 = 0$; $v = 1 \text{ m/s}$.

Pela conservação da energia mecânica:

$$m g H = m g h + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow H = \frac{g h + \frac{v_0^2}{2}}{g} \Rightarrow H = \frac{10(10) + \frac{1^2}{2}}{10} \Rightarrow$$

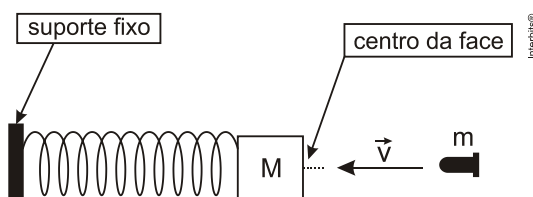
$$H = 10,05 \text{ m}.$$

LISTA 2:

1. Uma esfera de massa m é lançada do solo verticalmente para cima, com velocidade inicial V , em módulo, e atinge o solo 1 s depois. Desprezando todos os atritos, a variação no momento linear entre o instante do lançamento e o instante imediatamente antes do retorno ao solo é, em módulo,
- $2mV$.
 - mV .
 - $mV^2/2$.
 - $mV/2$.

2. Um objeto, deslocando-se com uma quantidade de movimento de $20 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$, colide com um obstáculo durante $0,010 \text{ s}$ e para. O valor médio da força impulsiva que atua nesse objeto é, em newtons,
- $1,0 \times 10^{-1}$.
 - $2,0 \times 10^{-1}$.
 - $1,0 \times 10^3$.
 - $2,0 \times 10^3$.

3. Um bloco de massa $M=180 \text{ g}$ está sobre uma superfície horizontal sem atrito, e prende-se a extremidade de uma mola ideal de massa desprezível e constante elástica igual a $2 \cdot 10^3 \text{ N/m}$. A outra extremidade da mola está presa a um suporte fixo, conforme mostra o desenho. Inicialmente o bloco se encontra em repouso e a mola no seu comprimento natural, Isto é, sem deformação.

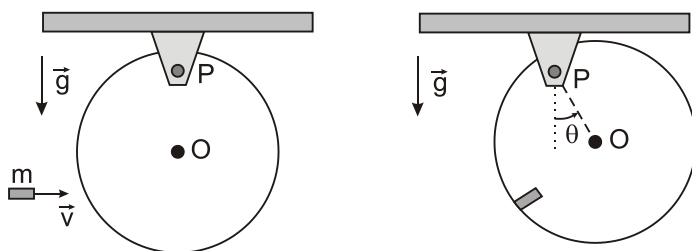


desenho ilustrativo - fora de escala

Um projétil de massa $m=20 \text{ g}$ é disparado horizontalmente contra o bloco, que é de fácil penetração. Ele atinge o bloco no centro de sua face, com velocidade de $v=200 \text{ m/s}$. Devido ao choque, o projétil aloja-se no interior do bloco. Desprezando a resistência do ar, a compressão máxima da mola é de:

- $10,0 \text{ cm}$
- $12,0 \text{ cm}$
- $15,0 \text{ cm}$
- $20,0 \text{ cm}$
- $30,0 \text{ cm}$

4. Um disco rígido de massa M e centro O pode oscilar sem atrito num plano vertical em torno de uma articulação P .



Projétil + disco

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 θ . 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.

5. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em que aparecem.

Dois blocos, 1 e 2, de massas iguais, movem-se com velocidades constantes de módulos $V_{1i} > V_{2i}$, seguindo a mesma direção orientada sobre uma superfície horizontal sem atrito. Em certo momento, o bloco 1 colide com o bloco 2. A figura representa dois instantâneos desse movimento, tomados antes (X) e depois (Y) de o bloco 1 colidir com o bloco 2. A colisão ocorrida entre os instantes representados é tal que as velocidades finais dos blocos 1 e 2 são, respectivamente, $V_{1f} = V_{2i}$ e $V_{2f} = V_{1i}$.



Com base nessa situação, podemos afirmar corretamente que a colisão foi _____ e que o módulo do impulso sobre o bloco 2 foi _____ que o módulo do impulso sobre o bloco 1.

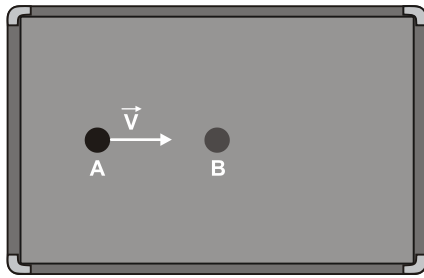
- a) inelástica - o mesmo
- b) inelástica - maior
- c) perfeitamente elástica - maior
- d) perfeitamente elástica - o mesmo
- e) perfeitamente elástica - menor

6. Muitos carros possuem um sistema de segurança para os passageiros chamado airbag. Este sistema consiste em uma bolsa de plástico que é rapidamente inflada quando o carro sofre uma desaceleração brusca, interpondo-se entre o passageiro e o painel do veículo. Em uma colisão, a função do airbag é:

- a) aumentar o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- b) aumentar a variação de momento linear do passageiro durante a colisão, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- c) diminuir o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- d) diminuir o impulso recebido pelo passageiro devido ao choque, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

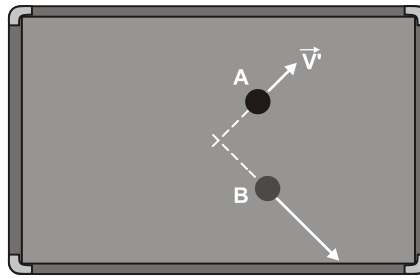
7. Em um jogo de sinuca, a bola A é lançada com velocidade \vec{V} de módulo constante e igual a 2 m/s em uma direção paralela às tabelas (laterais) maiores da mesa, conforme representado na figura 1. Ela choca-se de forma perfeitamente elástica com a bola B, inicialmente em repouso, e, após a colisão, elas se movem em direções distintas, conforme a figura 2.

FIGURA 1



fora de escala

FIGURA 2



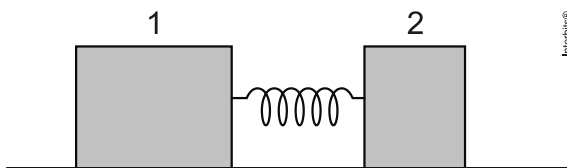
fora de escala

Interbits®

Sabe-se que as duas bolas são de mesmo material e idênticas em massa e volume. A bola A tem, imediatamente depois da colisão, velocidade \vec{V}' de módulo igual a 1 m/s. Desprezando os atritos e sendo E'_B a energia cinética da bola B imediatamente depois da colisão e E_A a energia cinética da bola A antes da colisão, a razão $\frac{E'_B}{E_A}$ é igual a:

- a) $\frac{2}{3}$
- b) $\frac{1}{2}$
- c) $\frac{4}{5}$
- d) $\frac{1}{5}$
- e) $\frac{3}{4}$

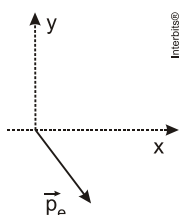
8. Dois blocos maciços estão separados um do outro por uma mola comprimida e mantidos presos comprimindo essa mola. Em certo instante, os dois blocos são soltos da mola e passam a se movimentar em direções opostas. Sabendo-se que a massa do bloco 1 é o triplo da massa do bloco 2, isto é $m_1 = 3m_2$, qual a relação entre as velocidades v_1 e v_2 dos blocos 1 e 2, respectivamente, logo após perderem contato com a mola?



Interbits®

- a) $v_1 = -v_2/4$
- b) $v_1 = -v_2/3$
- c) $v_1 = v_2$
- d) $v_1 = 3v_2$
- e) $v_1 = 4v_2$

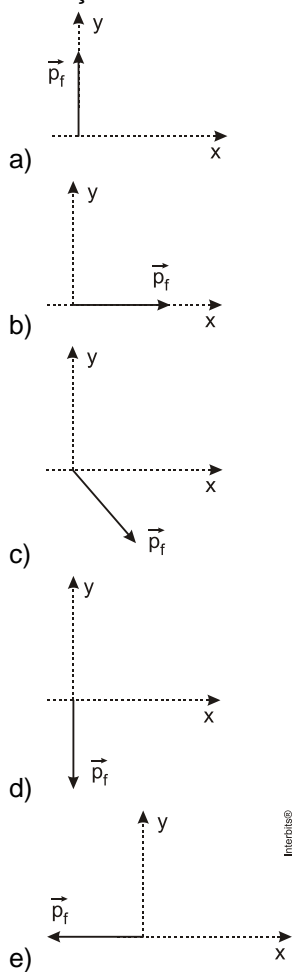
9. Um fóton, com quantidade de movimento na direção e sentido do eixo x, colide com um elétron em repouso. Depois da colisão, o elétron passa a se mover com quantidade de movimento \vec{p}_e , no plano xy, como ilustra a figura abaixo.



Interbits®

Dos vetores \vec{p}_f abaixo, o único que poderia representar a direção e sentido da quantidade de movimento do fóton, após a colisão, é:

(Note e adote: O princípio da conservação da quantidade de movimento é válido também para a interação entre fótons e elétrons.)



10. Um disco de 0,03 kg de massa move-se sobre um colchão de ar com velocidade de 4 m/s na direção i . Um jogador, com auxílio de um taco, bate o disco imprimindo-lhe um impulso de 0,09 kg m/s na direção j .

Desta forma, é correto dizer que o módulo da velocidade final do disco será:

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

11. Duas bolas de mesma massa, uma feita de borracha e a outra feita de massa de modelar, são largadas de uma mesma altura. A bola de borracha bate no solo e retorna a uma fração da sua altura inicial, enquanto a bola feita de massa de modelar bate e fica grudada no solo.

Assinale a opção que descreve as relações entre as intensidades dos impulsos I_b e I_m exercidos, respectivamente, pelas bolas de borracha e de massa de modelar sobre o solo, e entre as respectivas variações de energias cinéticas ΔE^b_c e ΔE^m_c das bolas de borracha e de massa de modelar devido às colisões.

- a) $I_b < I_m$ e $\Delta E^b_c > \Delta E^m_c$
- b) $I_b < I_m$ e $\Delta E^b_c < \Delta E^m_c$
- c) $I_b > I_m$ e $\Delta E^b_c > \Delta E^m_c$
- d) $I_b > I_m$ e $\Delta E^b_c < \Delta E^m_c$
- e) $I_b = I_m$ e $\Delta E^b_c < \Delta E^m_c$

12. Nas grandes cidades é muito comum a colisão entre veículos nos cruzamentos de ruas e avenidas.

Considere uma colisão inelástica entre dois veículos, ocorrida num cruzamento de duas avenidas largas e perpendiculares. Calcule a velocidade dos veículos, em m/s, após a colisão.

Considere os seguintes dados dos veículos antes da colisão:

Veículo 1: $m_1 = 800\text{kg}$

$v_1 = 90\text{km/h}$

Veículo 2: $m_2 = 450\text{kg}$

$v_2 = 120\text{km/h}$



- a) 30
- b) 20
- c) 28
- d) 25
- e) 15

Gabarito:

Resposta da **questão** **1:**
[A]

Adotando o sentido positivo para baixo e trabalhando algebricamente, temos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Lançamento: } Q_L = -m V \\ \text{Retorno: } Q_R = m V \end{array} \right\} \Rightarrow |\Delta Q| = |Q_R - Q_L| = |m V - (-m V)| \Rightarrow$$

$$|\Delta Q| = 2 m v.$$

Resposta da **questão** **2:**
[D]

Supondo que a mencionada força seja a resultante, aplicando o teorema do impulso, vem:

$$I_F = \Delta Q \Rightarrow F \Delta t = \Delta Q \Rightarrow F = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{20}{0,01} \Rightarrow F = 2 \times 10^3 \text{ N.}$$

Resposta da **questão** **3:**
[D]

Dados: $M = 180\text{g} = 18 \times 10^{-2}\text{kg}$; $m = 20\text{g} = 2 \times 10^{-2}\text{kg}$; $k = 2 \times 10^{-3}\text{N/m}$; $v = 200\text{m/s}$.

Pela conservação da quantidade de movimento calculamos a velocidade do sistema (v_s) depois da colisão:

$$Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} = Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} \Rightarrow (M+m)v_s = m v \Rightarrow 200 v_s = 20 \cdot 200 \Rightarrow v_s = 20 \text{ m/s.}$$

Depois da colisão, o sistema é conservativo. Pela conservação da energia mecânica calculamos a máxima deformação (x) sofrida pela mola.

$$E_{\text{Mec}}^{\text{inicial}} = E_{\text{Mec}}^{\text{final}} \Rightarrow \frac{(M+m)v_s^2}{2} = \frac{k x^2}{2} \Rightarrow x = v_s \sqrt{\frac{M+m}{k}} \Rightarrow$$

$$x = 20 \cdot \sqrt{\frac{(18+2) \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}}} = 20 \cdot \sqrt{10^{-4}} \Rightarrow x = 20 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow$$

$$x = 20 \text{ cm.}$$

Resposta da **questão** **4:**
[E]

[I] **Falsa**. O sistema não é mecanicamente isolado, portanto não conservação da Quantidade de Movimento do conjunto projétil + disco.

[II] **Falsa**. O choque é inelástico, havendo dissipação de energia mecânica.

[III] **Verdadeira**. Após o choque o sistema é conservativo, mantendo-se constante a energia mecânica do sistema.

Resposta da **questão** **5:**
[D]

De acordo com o enunciado, houve troca de velocidades no choque. Isso somente ocorre em colisão **perfeitamente elástica**, frontal de duas massas iguais. Como as forças trocadas na colisão formam um par ação-reação, e o tempo de interação é o mesmo, o módulo do impulso sobre o bloco 2 foi **o mesmo** que o módulo do impulso sobre o bloco 1.

Resposta da **questão** **6:**
[A]

Utilizando o teorema do impulso temos:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{V}$$

De forma escalar temos:

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Analisando esta última expressão, podemos concluir que para a frenagem do veículo a força é inversamente proporcional ao tempo da colisão. A colisão direta da cabeça do motorista no volante ocorre em um intervalo de tempo muito pequeno, o que resulta em uma grande força de impacto. Entretanto, o airbag aumenta o tempo de colisão (frenagem da cabeça do motorista), o que diminui a força do impacto.

Resposta da **questão** **7:**
[E]

Como o choque é perfeitamente elástico, a energia cinética se conserva.

Então:

$$E_{\text{Cin}}^{\text{antes}} = E_{\text{Cin}}^{\text{depois}} \Rightarrow E_A = E'_A + E'_B \Rightarrow \frac{m \cdot 2^2}{2} = \frac{m \cdot 1^2}{2} + E'_B \Rightarrow E'_B = \frac{3 \cdot m}{2}$$

$$\text{Como: } E_A = \frac{m \cdot 2^2}{2} \Rightarrow E_A = \frac{4 \cdot m}{2}$$

Então:

$$\frac{E'_B}{E_A} = \frac{3 \cdot m / 2}{4 \cdot m / 2} \Rightarrow \frac{E'_B}{E_A} = \frac{3}{4}$$

Resposta da **questão** **8:**
[B]

Como o sistema é isolado de forças o momento linear total se conserva.

$$\vec{Q} = \vec{Q}_0 \rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$$

$$3m_2 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0 \rightarrow 3\vec{v}_1 = -\vec{v}_2 \rightarrow \vec{v}_1 = -\frac{\vec{v}_2}{3}$$

Resposta da **questão** **9:**
[A]

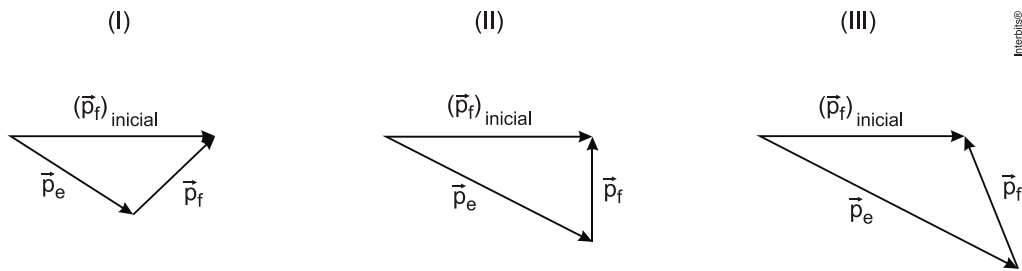
Pela conservação da quantidade de movimento:

$$(\vec{p}_e + \vec{p}_f)_{\text{final}} = (\vec{p}_e + \vec{p}_f)_{\text{inicial}}$$

Mas, antes da colisão, apenas o fóton apresenta quantidade de movimento, que tem direção e sentido do eixo x. Então:

$$(\vec{p}_e + \vec{p}_f)_{\text{final}} = (\vec{p}_f)_{\text{inicial}}$$

A figura mostra três possibilidades.



Nota-se que a figura (II) está de acordo com a opção [A].

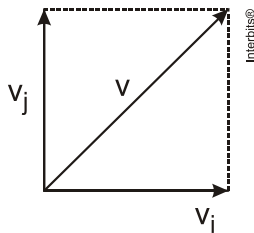
Resposta da **questão** **10:**
[D]

Dados: $m = 0,03 \text{ kg}$; $v_j = 4 \text{ m/s}$; $Q_j = 0,09 \text{ kg.m/s}$.

Calculando v_j :

$$Q_j = mv_j \Rightarrow 0,09 = 0,03v_j \Rightarrow v_j = 3 \text{ m/s}.$$

Como mostra a figura, essas velocidades são perpendiculares entre si:



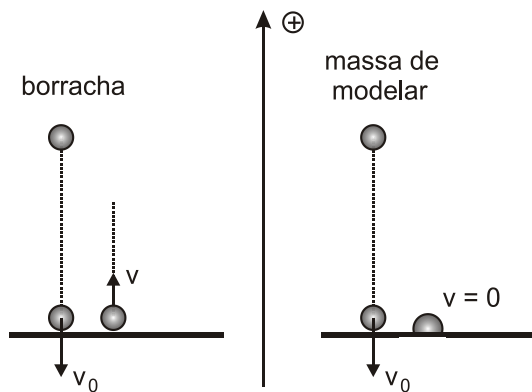
Aplicando Pitágoras:

$$v^2 = v_i^2 + v_j^2 \Rightarrow v^2 = 4^2 + 3^2 \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}.$$

Resposta da **questão** **11:**
[D]

As duas bolas têm mesma massa (m). Desprezando a resistência do ar, se elas são largadas da mesma altura, chegarão ao solo com mesma velocidade (v_0).

Orientando a trajetória para cima, como mostrado a seguir, e aplicando o teorema do impulso nos dois casos:



$$I_b = m |v - (-v_0)| \Rightarrow I_b = m |v + v_0|;$$

$$I_m = m |0 - (-v_0)| \Rightarrow I_m = m |v_0|.$$

Portanto: $I_b > I_m$.

Quanto à variação da energia cinética, faltou no enunciado a palavra **módulo**, pois nos dois casos a variação da energia cinética é negativa o que nos levaria à opção C como resposta certa (seria mais conveniente pedir a energia cinética dissipada).

Sejam sensatos e consideremos os módulos.

$$|\Delta E_c^b| = \left| \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \right|;$$

$$|\Delta E_c^m| = \left| 0 - \frac{mv_0^2}{2} \right| = \frac{mv_0^2}{2}.$$

Portanto: $|\Delta E_c^b| < |\Delta E_c^m|$.

Resposta da **questão** **12:**
[B]

Dados: $m_1 = 800 \text{ kg}$; $v_1 = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$; $m_2 = 450 \text{ kg}$ e $v_2 = 120 \text{ km/h} = \frac{120}{3,6} = \frac{1.200}{36} = \frac{100}{3}$

m/s. (Nunca se deve fazer uma divisão que dá dízima no meio da solução de um exercício. Carrega-se a fração. Se na resposta final a dízima persistir, aí sim, fazem-se as contas e os arredondamentos. Note-se que se fosse feita a divisão nessa questão, obtendo 33,3 m/s para v_2 , teríamos um tremendo trabalho e não chegaríamos a resposta exata.)

Calculemos os módulos das quantidades de movimento dos dois veículos antes da colisão:

$$Q_1 = m_1 v_1 = 800 (25) = 20 \times 10^3 \text{ kg.m/s}; Q_2 = m_2 v_2 = 450 \left(\frac{100}{3} \right) = 15 \times 10^3 \text{ kg.m/s}.$$

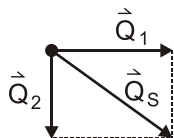
Sendo a colisão inelástica, os veículos seguem juntos com massa total:

$$M = m_1 + m_2 \Rightarrow M = 800 + 450 = 1250 \text{ kg}.$$

O módulo da quantidade de movimento do sistema após a colisão é, então:

$$Q_s = M v = 1250 v.$$

Como quantidade de movimento é uma grandeza vetorial, como mostra o esquema, vem:



$$Q_s^2 = Q_1^2 + Q_2^2 \Rightarrow (1.250 v)^2 = (20 \times 10^3)^2 + (15 \times 10^3)^2 \Rightarrow$$

$$(1.250 v)^2 = 400 \times 10^6 + 225 \times 10^6 \Rightarrow$$

$$(1.250 v)^2 = 625 \times 10^6.$$

Extraindo a raiz quadrada de ambos os membros, vem:

$$1.250 v = 25 \times 10^3 \Rightarrow v = \frac{25.000}{1.250} \Rightarrow$$

$$V = 20 \text{ m/s}.$$