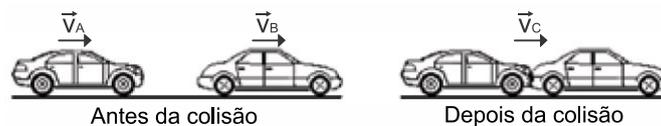


1. Se você usa redes sociais já deve ter assistido a alguns *memes*. Alguns desses *memes* nos fazem dar muitas risadas e, em algumas situações, ficar um pouco apavorados, principalmente quando os vídeos tratam de disparos de armas de fogo. Os vídeos em questão, na maioria das vezes, mostram uma pessoa atirando com um rifle ou pistola e sendo “empurrada” para trás, por vezes chegando a sofrer uma queda. Em outros vídeos ainda, a arma “salta” de suas mãos sem a pessoa ter tempo de reação. Isso acontece por um processo chamado “recuo”. A arma que possui o maior recuo do mundo é o rifle .577 TYRANOSAUR, desenvolvido no ano de 1993 pela empresa americana A-SQUARE COMPANY, para ser usado por guias profissionais em safáris. O rifle pesa cerca de 4 kg e usa um cartucho de 0,049 kg que quando disparado horizontalmente viaja a uma velocidade de 2.700 km/h. Considerando os dados do rifle TYRANOSAUR, calcule aproximadamente em metros por segundos a velocidade de seu recuo.

(Texto adaptado de <https://1911armasdefogo.com/2012/12/08/fuzil-577-tyrannosaur/#more>. Acesso em: 30 out. 2019).

- 15,6 m/s.
- 18,3 m/s.
- 196 m/s.
- 9,1 m/s.
- 6,7 m/s.

2. Um automóvel trafegava com velocidade constante por uma avenida plana e horizontal quando foi atingido na traseira por outro automóvel, que trafegava na mesma direção e sentido, também com velocidade constante. Após a colisão, os automóveis ficaram unidos e passaram a se mover com a mesma velocidade.



Sendo  $E_{INICIAL}$  e  $E_{FINAL}$ , respectivamente, a soma das energias cinéticas dos automóveis imediatamente antes e imediatamente depois da colisão, e  $Q_{INICIAL}$  e  $Q_{FINAL}$ , respectivamente, a soma dos módulos das quantidades de movimento dos automóveis imediatamente antes e imediatamente depois da colisão, pode-se afirmar que:

- $E_{INICIAL} > E_{FINAL}$  e  $Q_{INICIAL} < Q_{FINAL}$
- $E_{INICIAL} > E_{FINAL}$  e  $Q_{INICIAL} > Q_{FINAL}$
- $E_{INICIAL} > E_{FINAL}$  e  $Q_{INICIAL} = Q_{FINAL}$
- $E_{INICIAL} = E_{FINAL}$  e  $Q_{INICIAL} > Q_{FINAL}$
- $E_{INICIAL} = E_{FINAL}$  e  $Q_{INICIAL} = Q_{FINAL}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

As agências espaciais NASA (norte-americana) e ESA (europeia) desenvolvem um projeto para desviar a trajetória de um asteroide através da colisão com uma sonda especialmente enviada para esse fim. A previsão é que a sonda DART (do inglês, “Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos”) será lançada com a finalidade de se chocar, em 2022, com Didymoon, um pequeno asteroide que orbita um asteroide maior chamado Didymos.

3. Numa **colisão inelástica** da sonda DART com o asteroide Didymoon,
  - a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **é conservada** e o momento linear do conjunto também **é conservado**.
  - a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **não é conservada**; já o momento linear do conjunto **é conservado**.
  - a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **é conservada**; já o momento linear do conjunto **não é conservado**.
  - a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **não é conservada** e o momento linear do conjunto também **não é conservado**.

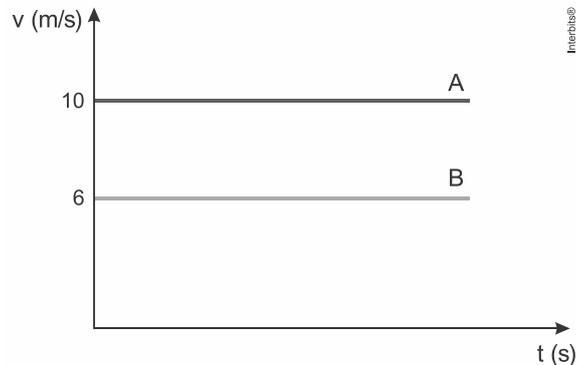
**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



4. Em uma mesa de sinuca, as bolas A e B, ambas com massa igual a 140 g, deslocam-se com velocidades  $V_A$  e  $V_B$ , na mesma direção e sentido. O gráfico abaixo representa essas velocidades ao longo do tempo.



Após uma colisão entre as bolas, a quantidade de movimento total, em  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ , é igual a:

- a) 0,56
- b) 0,84
- c) 1,60
- d) 2,24

5. Na Copa do Mundo de 2018, observou-se que, para a maioria dos torcedores, um dos fatores que encantou foi o jogo bem jogado, ao passo que o desencanto ficou por conta de partidas com colisões violentas. Muitas dessas colisões travavam as jogadas e, não raramente, causavam lesões nos atletas. A charge a seguir ilustra a narração de um suposto jogo da Copa, feita por físicos:

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



@PROF.CATALDO

**E SE UM JOGO DE FUTEBOL FOSSE  
NARRADO POR FÍSICOS?**

UMA FORTE COLISÃO  
PARCIALMENTE INELÁSTICA  
ACABA DE LEVAR A  
ZERO A ACELERAÇÃO  
DO JOGADOR, CONFERE,  
GALILEU?



CORRETO, ALBERT. OS JOGADORES  
J1 E J2 NÃO CALCULARAM  
CORRETAMENTE A ENERGIA  
CINÉTICA EMPREGADA  
E ACABARAM EM UMA COLISÃO  
NEM UM POUCO IDEAL.



NOSSO REPÓRTER DE CAMPO,  
NEWTON, TEM MAIS DETALHES  
SOBRE A GRAVIDADE DA SITUAÇÃO.



ELA FOI DE 9,8m/s²,  
ALBERT.



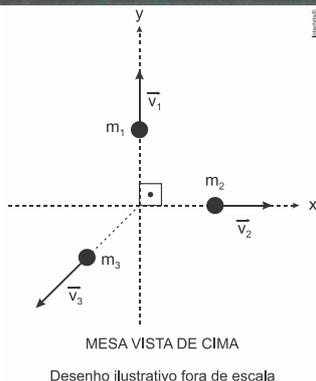
umsabadoqualquer.com

Com base na charge e nos conhecimentos sobre colisões e supondo que, em um jogo de futebol, os jogadores se comportam como um sistema de partículas ideais, é correto afirmar que, em uma colisão

- a) elástica, a energia cinética total final é menor que a energia cinética total inicial.
- b) elástica, a quantidade de movimento total final é menor que a quantidade de movimento total inicial.
- c) parcialmente inelástica, a energia cinética total final é menor que a energia cinética total inicial.
- d) perfeitamente inelástica, a quantidade de movimento total inicial é maior que a quantidade de movimento total final.
- e) parcialmente inelástica, a quantidade de movimento total final é menor que a quantidade de movimento total inicial.

6. Uma granada de mão, inicialmente em repouso, explode sobre uma mesa indestrutível, de superfície horizontal e sem atrito, e fragmenta-se em três pedaços de massas  $m_1$ ,  $m_2$  e  $m_3$  que adquirem velocidades coplanares entre si e paralelas ao plano da mesa.

Os valores das massas são  $m_1 = m_2 = m$  e  $m_3 = \frac{m}{2}$ . Imediatamente após a explosão, as massas  $m_1$  e  $m_2$  adquirem as velocidades  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$ , respectivamente, cujos módulos são iguais a  $v$ , conforme o desenho abaixo.



Desprezando todas as forças externas, o módulo da velocidade  $\vec{v}_3$ , imediatamente após a explosão é

- a)  $\frac{\sqrt{2}}{4}v$
- b)  $\frac{\sqrt{2}}{2}v$
- c)  $\sqrt{2}v$
- d)  $\frac{3}{2} \cdot \sqrt{2}v$
- e)  $2 \cdot \sqrt{2}v$

7. A lei de conservação do momento linear está associada às relações de simetrias espaciais.

Nesse contexto, considere uma colisão inelástica entre uma partícula de massa  $M$  e velocidade  $V$  e um corpo, inicialmente em repouso, de massa igual a  $10M$ .

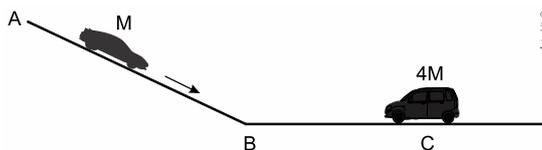
Logo após a colisão, a velocidade do sistema composto pela partícula e pelo corpo equivale a:

- a)  $\frac{V}{10}$
- b)  $10V$
- c)  $\frac{V}{11}$
- d)  $11V$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O texto e a figura a seguir refere(m)-se à(s) questão(ões) a seguir:

Têm sido corriqueiras as notícias relatando acidentes envolvendo veículos de todos os tipos nas ruas e estradas brasileiras. A maioria dos acidentes são causados por falhas humanas, nas quais os condutores negligenciam as normas de boa conduta. A situação seguinte é uma simulação de um evento desse tipo.



O motorista de um automóvel, de massa  $m$ , perdeu o controle do veículo ao passar pelo ponto A, deslizando, sem atrito, pela ladeira retilínea AB, de 200 m de extensão; o ponto A está situado 25 m acima da pista seguinte BC retilínea e horizontal. Ao passar pelo ponto B, a velocidade do carro era de 108 km/h. O trecho BC, sendo mais rugoso que o anterior, fez com que o atrito reduzisse a velocidade do carro para 72 km/h, quando, então, ocorreu a colisão com outro veículo, de massa  $4M$ , que estava parado no ponto C, a 100 m de B. A colisão frontal foi totalmente inelástica. Considere a aceleração da gravidade com o valor  $10 \text{ m/s}^2$  e os veículos como pontos materiais.

8. A energia mecânica dissipada na colisão, em função de  $M$ , foi

- 160 M.
- 145 M.
- 142,5 M.
- 137,5 M.
- 125 M.

9. Considere um patinador X que colide elasticamente com a parede P de uma sala. Os diagramas abaixo mostram segmentos orientados indicando as possíveis forças que agem no patinador e na parede, durante e após a colisão. Note que segmento nulo indica força nula.

Diagrama	Forças	
	durante a colisão	após a colisão
I	X • ←                      → • P	X                      P •                      •
II	X                      P • ←                      → •	X                      P • ←                      → •
III	X                      P • ←                      •	X                      P • ←                      •
IV	X                      P •                      •	X                      P • ←                      → •

Supondo desprezível qualquer atrito, o diagrama que melhor representa essas forças é designado por:

- I
- II
- III
- IV

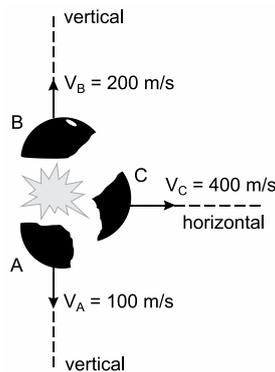
10. Tempestades solares são causadas por um fluxo intenso de partículas de altas energias ejetadas pelo Sol durante erupções solares. Esses jatos de partículas podem transportar bilhões de toneladas de gás eletrizado em altas velocidades, que podem trazer riscos de danos aos satélites em torno da Terra.

Considere que, em uma erupção solar em particular, um conjunto de partículas de massa total  $m_p = 5 \text{ kg}$ ,

deslocando-se com velocidade de módulo  $v_p = 2 \times 10^5 \text{ m/s}$ , choca-se com um satélite de massa  $M_s = 95 \text{ kg}$  que se desloca com velocidade de módulo igual a  $V_s = 4 \times 10^3 \text{ m/s}$  na mesma direção e em sentido contrário ao das partículas. Se a massa de partículas adere ao satélite após a colisão, o módulo da velocidade final do conjunto será de

- a) 102.000 m / s.
- b) 14.000 m / s.
- c) 6.200 m / s.
- d) 3.900 m / s.

11. Enquanto movia-se por uma trajetória parabólica depois de ter sido lançada obliquamente e livre de resistência do ar, uma bomba de 400 g explodiu em três partes, A, B e C, de massas  $m_A = 200$  g e  $m_B = m_C = 100$  g. A figura representa as três partes da bomba e suas respectivas velocidades em relação ao solo, imediatamente depois da explosão.



Analisando a figura, é correto afirmar que a bomba, imediatamente antes de explodir, tinha velocidade de módulo igual a

- a) 100 m / s e explodiu antes de atingir a altura máxima de sua trajetória.
- b) 100 m / s e explodiu exatamente na altura máxima de sua trajetória.
- c) 200 m / s e explodiu depois de atingir a altura máxima de sua trajetória.
- d) 400 m / s e explodiu exatamente na altura máxima de sua trajetória.
- e) 400 m / s e explodiu depois de atingir a altura máxima de sua trajetória.

12. Admita uma colisão frontal totalmente inelástica entre um objeto que se move com velocidade inicial  $v_0$  e outro objeto inicialmente em repouso, ambos com mesma massa.

Nessa situação, a velocidade com a qual os dois objetos se movem após a colisão equivale a:

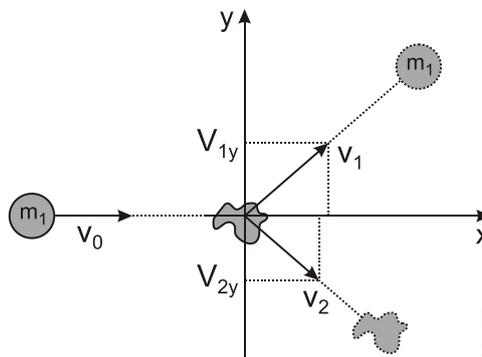
- a)  $\frac{v_0}{2}$
- b)  $\frac{v_0}{4}$
- c)  $2v_0$
- d)  $4v_0$

13. Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90kg, substituiu uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360kg, que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2m/s em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- a) 0,05m/s
- b) 0,20m/s
- c) 0,40m/s
- d) 0,50m/s
- e) 0,80m/s

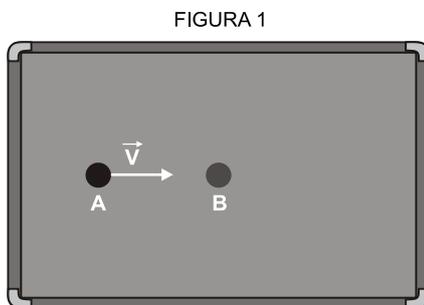
14. Uma experiência comum utilizando um acelerador de partículas consiste em incidir uma partícula conhecida sobre um alvo desconhecido e, a partir da análise dos resultados do processo de colisão, obter informações acerca do alvo. Um professor, para ilustrar de forma simplificada como esse processo ocorre, propôs a seguinte situação em que uma partícula de massa  $m_1 = 0,2 \text{ kg}$  colide com um alvo que inicialmente estava em repouso, conforme a figura.



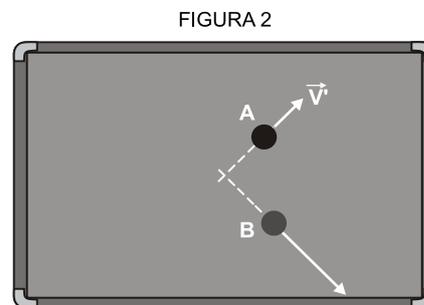
Após a colisão, obteve-se como resultado que as componentes  $y$  das velocidades são respectivamente  $v_{1y} = 5 \text{ m/s}$  e  $v_{2y} = -2 \text{ m/s}$ . Neste caso, a massa do alvo em kg é:

- a) 0,08
- b) 0,2
- c) 0,5
- d) 0,8
- e) 1,25

15. Em um jogo de sinuca, a bola A é lançada com velocidade  $\vec{V}$  de módulo constante e igual a  $2 \text{ m/s}$  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.



fora de escala



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  $1 \text{ m/s}$ . 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)  $\frac{3}{4}$

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



[WWW.PROFCATALDO.COM.BR](http://WWW.PROFCATALDO.COM.BR)



**@PROF.CATALDO**

## Gabarito

### Resposta da questão 1:

[D]

Por conservação da quantidade de movimento, temos:

$$Q_{\text{início}} = Q_{\text{fim}}$$

$$(M_{\text{rifle}} + M_{\text{cartucho}}) \cdot 0 = M_{\text{rifle}} \cdot V_{\text{reco}} + M_{\text{cartucho}} \cdot V_{\text{bala}}$$

$$0 = 4V_{\text{reco}} + 0,049 \cdot \frac{2700}{3,6}$$

$$-4V_{\text{reco}} = 36,75$$

$$\therefore |V_{\text{reco}}| = 9,1 \text{ m/s}$$

### Resposta da questão 2:

[C]

Em uma colisão perfeitamente inelástica, há perda de energia cinética, mas a quantidade de movimento se conserva, portanto, a resposta correta é letra [C].

### Resposta da questão 3:

[B]

Como a colisão é inelástica, há perda de energia devido à deformação entre os corpos, e também é possível que haja perdas por transformação na energia cinética em térmica, sonora, etc. E por se constituir em um sistema isolado, há conservação do momento linear do conjunto.

### Resposta da questão 4:

[D]

$$Q_{\text{início}} = m_A v_A + m_B v_B = 0,14(10 + 6)$$

$$Q_{\text{início}} = 2,24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Com a conservação da quantidade de movimento, devemos ter que:

$$Q_{\text{fim}} = Q_{\text{início}} = 2,24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

### Resposta da questão 5:

[C]

Nas colisões **elásticas**, os móveis após o choque conservam suas energias cinéticas e também suas quantidades de movimento, portanto as alternativas [A] e [B] estão erradas. As colisões **perfeitamente inelásticas** ocorrem com conservação da quantidade de movimento e perda máxima da energia cinética dos móveis, sendo que, após a colisão, os mesmos seguem unidos como se fossem um corpo único, com a mesma velocidade final, assim a alternativa [D] está equivocada. Para as colisões **parcialmente inelásticas**, as energias cinéticas totais finais após o choque são menores que as iniciais, com a conservação da quantidade de movimento. Assim, descartamos a alternativa [E], sendo a alternativa correta [C].

### Resposta da questão 6:

[E]

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



@PROF.CATALDO

Para a conservação da quantidade de movimento, devemos ter:

$$Q_3 = \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2} \Rightarrow Q_3^2 = Q_1^2 + Q_2^2$$

Logo:

$$\left(\frac{m}{2} \cdot v_3\right)^2 = (m \cdot v)^2 + (m \cdot v)^2 \Rightarrow \frac{v_3^2}{4} = v^2 + v^2 \Rightarrow v_3 = \sqrt{8v^2}$$

$$\therefore v_3 = 2\sqrt{2}v$$

**Resposta da questão 7:**

[C]

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, pela conservação do momento linear, têm-se:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \Rightarrow MV = (10M + M)V' \Rightarrow V' = \frac{V}{11}$$

**Resposta da questão 8:**

[A]

Por conservação da quantidade de movimento, temos:

$$Q_{\text{início}} = Q_{\text{fim}}$$

$$Mv_C + 4M \cdot 0 = 5Mv_f$$

$$20 = 5v_f$$

$$v_f = 4 \text{ m/s}$$

Portanto:

$$E_{\text{dis}} = \frac{Mv_C^2}{2} - \frac{5Mv_f^2}{2} = \frac{M}{2}(20^2 - 5 \cdot 4^2)$$

$$\therefore E_{\text{dis}} = 160M$$

**Resposta da questão 9:**

[A]

Conforme descrito no enunciado, o patinador colide elasticamente com a parede. Disto, podemos dizer que o patinador estará exercendo uma força na parede durante um certo intervalo de tempo (ou um Impulso). Devido a isto, pelo Princípio da Ação e Reação, a parede irá exercer uma força sobre o patinador de mesma intensidade, mesma direção e com o sentido contrário.

Vale salientar que as duas forças só estarão atuando no patinador e na parede durante a colisão.

Desta forma, analisando as alternativas,

[I] CORRETA.

[II] INCORRETA. As intensidades das forças são iguais durante a colisão e após não existe forças atuando nos corpos.

[III] INCORRETA. Vai contra o Princípio da Ação e Reação.

[IV] INCORRETA. Alternativa contrária a situação que de fato ocorre. Ver explicação.

**Resposta da questão 10:**

[C]

Adotando como positivo o sentido do movimento do conjunto de partículas, temos os seguintes dados:

$$m_p = 5 \text{ kg}; v_p = 2 \times 10^5 \text{ m/s}; M_s = 95 \text{ kg}; V_s = -4 \times 10^3 \text{ m/s}.$$

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



@PROF.CATALDO

Como se trata de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento do sistema.  
Então:

$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \quad m_p v_p + M_s V_s = (m_p + M_s) V' \Rightarrow$$

$$5 \times 2 \times 10^5 + 95 \times (-4 \times 10)^3 = (100) V' \Rightarrow V' = \frac{100 \times 10^4 - 38 \times 10^4}{100} = 62 \times 10^2 \Rightarrow$$

$$V' = 6.200 \text{ m/s.}$$

**Resposta da questão 11:**

[B]

Dados:  $M = 400 \text{ g}$ ;  $m_A = 200 \text{ g}$ ;  $m_B = m_C = 100 \text{ g}$ ;  $v_A = 100 \text{ m/s}$ ;  $v_B = 200 \text{ m/s}$  e  $v_C = 400 \text{ m/s}$ .

Empregando a conservação da Quantidade de Movimento nas duas direções, para antes e depois da explosão:

Na vertical (y):

$$Q_y^{\text{antes}} = Q_y^{\text{depois}} \Rightarrow Q_y^{\text{antes}} = m_B v_B - m_A v_A = 100 \times 200 - 200 \times 100 \Rightarrow$$

$$Q_y^{\text{antes}} = 0 \Rightarrow \text{a bomba explodiu no ponto mais alto de sua trajetória.}$$

Na horizontal (x):

$$Q_x^{\text{antes}} = Q_x^{\text{depois}} \Rightarrow M v_0 = m_C v_C \Rightarrow 400 v_0 = 100 \times 400 \Rightarrow$$

$$v_0 = 100 \text{ m/s.}$$

**Resposta da questão 12:**

[A]

Pela conservação da quantidade de movimento:

$$m v_0 = 2 m v \Rightarrow v = \frac{v_0}{2}$$

**Resposta da questão 13:**

[E]

Tratando de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.  
Assim:

$$|Q|_c = |Q|_b \Rightarrow m_c v_c = m_b v_b \Rightarrow 90 v_c = 360(0,2) \Rightarrow v_c = 0,8 \text{ m/s.}$$

**Resposta da questão 14:**

[C]

Como o movimento antes da colisão era estritamente sobre o eixo x, a componente da quantidade de movimento no eixo y é nula. Pela conservação da quantidade de movimento tem-se, então:

$$Q_y^{\text{final}} = Q_y^{\text{inicial}} \Rightarrow m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} = 0 \Rightarrow 0,2 \times 5 + m_2 (-2) = 0 \Rightarrow m_2 = 0,5 \text{ kg.}$$

**Resposta da questão 15:**

[E]

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



@PROF.CATALDO

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

Então:

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

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

Então:

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

**NÃO SE ESQUEÇA  
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR

