

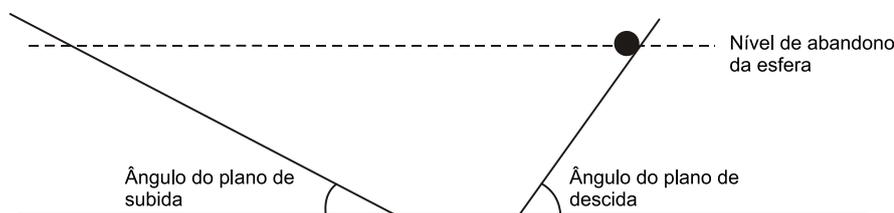
## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

1. (Enem 2019) Em qualquer obra de construção civil é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa  $2,5 \text{ kg}$  de uma altura de  $5 \text{ m}$ , cujo impacto contra um capacete pode durar até  $0,5 \text{ s}$ , resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja  $10 \text{ m s}^{-2}$  e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

- a) 2
- b) 5
- c) 10
- d) 20
- e) 50

2. (Enem 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.

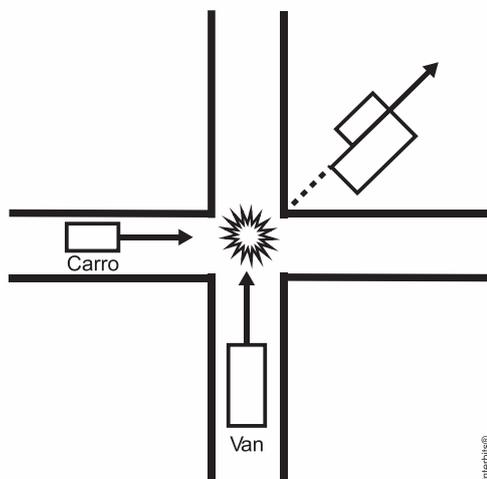


*Galileu e o plano inclinado. Disponível em: [www.fisica.ufpb.br](http://www.fisica.ufpb.br). Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).*

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- a) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- b) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- c) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- d) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- e) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

3. (Enem PPL 2021) Foi realizada uma perícia técnica de um acidente de trânsito em que um carro colidiu com uma van em um cruzamento a  $90^\circ$ , como esquematizado na figura. A van tem massa duas vezes maior que o carro. Depois da colisão, os dois veículos permaneceram "grudados" um ao outro e deslocaram-se a um ângulo de  $45^\circ$  com a direção de suas velocidades iniciais. Um radar mediu o módulo da velocidade da van, imediatamente antes da colisão, encontrando  $40 \text{ km/h}$ .



Qual o valor do módulo da velocidade do carro, em quilômetro por hora (km/h), imediatamente antes da colisão?

- a) 20

## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

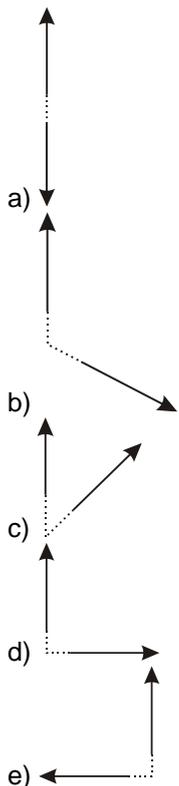
- b)  $20\sqrt{2}$
- c) 40
- d)  $40\sqrt{2}$
- e) 80

4. (Enem PPL 2014) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90kg, substitui 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

5. (Fuvest 2010) A partícula neutra conhecida como méson  $K^0$  é instável e decai, emitindo duas partículas, com massas iguais, uma positiva e outra negativa, chamadas, respectivamente, méson  $\pi^+$  e méson  $\pi^-$ . Em um experimento, foi observado o decaimento de um  $K^0$ , em repouso, com emissão do par  $\pi^+$  e  $\pi^-$ . Das figuras a seguir, qual poderia representar as direções e sentidos das velocidades das partículas  $\pi^+$  e  $\pi^-$  no sistema de referência em que o  $K^0$  estava em repouso?



6. (Pucgo Medicina 2022) Considere as informações apresentadas no fragmento de texto a seguir:

### **Toyota Yaris decepciona em teste de colisão do Latin NCap; sedã e hatch têm apenas uma estrela**

Nova rodada de crash test da entidade rebaixa de quatro para uma estrela ambas as versões do carro. Modelo da Suzuki, que não é vendido no Brasil, zerou na avaliação.

Desta vez, o hatch e sedã vendidos no Brasil obtiveram apenas uma das cinco estrelas disponíveis. Na avaliação feita, há dois anos, o Toyota havia recebido quatro estrelas. No teste de colisão frontal com o veículo a 64 km/h, a Latin NCap afirma que a estrutura do habitáculo, especificamente na área dos pés, foi considerada instável. [...].

## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

(Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/servicos/noticia/2021/10/toyota-yaris-decepciona-em-teste-de-colisao-do-latin-ncap-seda-e-hatch-tem-apenas-uma-estrela.ghtml>. Acesso em: 28 out. 2021. Adaptado.)

Suponha que o carro na versão hatch, no fragmento de texto mencionado, possua uma massa de 1100 kg e que, no teste de colisão frontal que foi realizado, atinja um obstáculo, em um choque perfeitamente elástico, permanecendo em contato com o obstáculo por 0,1 s.

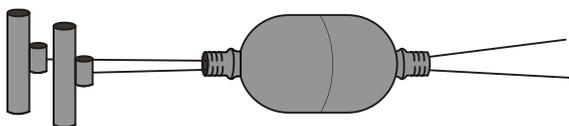
Marque a única alternativa que dá corretamente a força aproximada aplicada pelo carro no obstáculo, durante a colisão:

- a) 88000 N.
- b) 392000 N.
- c) 704000 N.
- d) 923600 N.

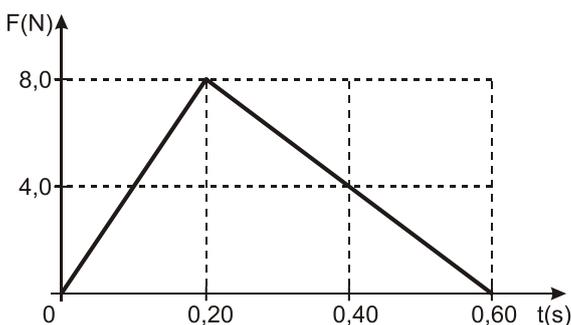
7. (Fgv 2014) Na loja de um supermercado, uma cliente lança seu carrinho com compras, de massa total 30 kg, em outro carrinho vazio, parado e de massa 20 kg. Ocorre o engate entre ambos e, como consequência do engate, o conjunto dos carrinhos percorre 6,0 m em 4,0 s, perdendo velocidade de modo uniforme até parar. O sistema de carrinhos é considerado isolado durante o engate. A velocidade do carrinho com compras imediatamente antes do engate era, em m/s, de

- a) 5,0.
- b) 5,5.
- c) 6,0.
- d) 6,5.
- e) 7,0.

8. (Fgv 2010) Um brinquedo muito simples de construir, e que vai ao encontro dos ideais de redução, reutilização e reciclagem de lixo, é retratado na figura.



A brincadeira, em dupla, consiste em mandar o bôlido de 100 g, feito de garrafas plásticas, um para o outro. Quem recebe o bôlido, mantém suas mãos juntas, tornando os fios paralelos, enquanto que, aquele que o manda, abre com vigor os braços, imprimindo uma força variável, conforme o gráfico.



Considere que:

- a resistência ao movimento causada pelo ar e o atrito entre as garrafas com os fios sejam desprezíveis;
- o tempo que o bôlido necessita para deslocar-se de um extremo ao outro do brinquedo seja igual ou superior a 0,60 s.

Dessa forma, iniciando a brincadeira com o bôlido em um dos extremos do brinquedo, com velocidade nula, a velocidade de chegada do bôlido ao outro extremo, em m/s, é de

- a) 16.
- b) 20.
- c) 24.
- d) 28.

## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

e) 32.

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.

9. (Unicamp 2020) Numa **colisão inelástica** da sonda DART com o asteroide Didymoon,

- a) a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **é conservada** e o momento linear do conjunto também **é conservado**.
- b) a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **não é conservada**; já o momento linear do conjunto **é conservado**.
- c) a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **é conservada**; já o momento linear do conjunto **não é conservado**.
- d) a energia cinética do conjunto sonda + asteroide **não é conservada** e o momento linear do conjunto também **não é conservado**.

10. (Esc. Naval 2020) Em uma pedreira, uma carga de dinamite é inserida em uma fissura de uma rocha de 950 kg e então detonada. Como resultado dessa explosão, a rocha se divide em três pedaços: um pedaço de 200 kg que parte com velocidade de 5 m/s paralelamente ao solo; e um segundo pedaço de 500 kg, que sai perpendicularmente ao primeiro pedaço com velocidade de 1,5 m/s. Sendo assim, é correto afirmar que a velocidade do terceiro pedaço é:

- a) 2,0 m/s
- b) 3,0 m/s
- c) 4,0 m/s
- d) 5,0 m/s
- e) 6,0 m/s

### Gabarito:

#### Resposta da questão 1:

[A]

Por conservação da energia mecânica, podemos determinar o módulo da velocidade com a qual o tijolo atinge o capacete:

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{cin}}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

Pelo teorema do impulso, temos:

$$I = \Delta Q$$

$$F\Delta t = mv_f - mv_i$$

$$F \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 0 - 2,5 \cdot (-10)$$

$$F = 50 \text{ N}$$

$$\therefore F = 2P$$

Obs: A rigor, levando-se em consideração a força resultante sobre o tijolo, um cálculo mais correto seria:

## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

$$(F - P)\Delta t = mv_f - mv_i$$

$$(F - 25) \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 0 - 2,5 \cdot (-10)$$

$$F = 75 \text{ N}$$

$$\therefore F = 3P$$

Nesse caso, a questão ficaria sem alternativa correta.

### Resposta da questão 2:

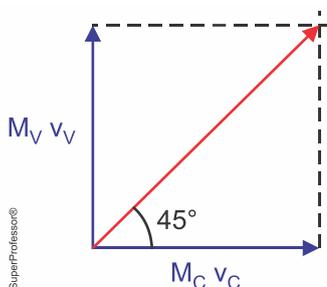
[A]

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido à zero, a esfera passa a se deslocar num plano horizontal. Sendo desprezíveis as forças dissipativas, a resultante das forças sobre ela é nula, portanto o impulso da resultante também é nulo, ocorrendo conservação da quantidade de movimento. Então, por inércia, a velocidade se mantém constante.

### Resposta da questão 3:

[E]

A figura ilustra a quantidade de movimento de cada veículo antes da colisão, bem como a quantidade de movimento resultante do sistema, considerado como um sistema isolado.



Sendo  $M_V = 2M_C$ , da figura:

$$\operatorname{tg} 45^\circ = \frac{M_V v_V}{M_C v_C} \Rightarrow 1 = \frac{2 \cancel{M_C} v_V}{\cancel{M_C} v_C} \Rightarrow v_C = 2v_V = 2 \times 40 \Rightarrow v_C = 80 \text{ km/h}$$

### Resposta da questão 4:

[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 5:

[A]

Trata-se de um sistema mecanicamente isolado, pois apenas forças internas provocam variações de velocidades. Assim, ocorre conservação da quantidade de movimento do sistema. Como se trata de uma grandeza vetorial, as partículas  $\pi^+$  e  $\pi^-$  devem ter velocidades de sentidos e de mesmo módulo, uma vez que as massas são iguais.

### Resposta da questão 6:

[B]

Como o choque é perfeitamente elástico, temos:

## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

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

$$F \cdot 0,1 = 1100 \cdot \left( -\frac{64}{3,6} - \frac{64}{3,6} \right)$$

$$\therefore |F| \cong 392000 \text{ N}$$

### Resposta da questão 7:

[A]

Como o conjunto de carrinhos percorre 6 m em 4 s, parando no final, através da velocidade média podemos determinar a velocidade do conjunto imediatamente após a colisão:

$$v_m = \frac{v_c + v_f}{2} \Rightarrow \frac{6}{4} = \frac{v_c + 0}{2} \Rightarrow v_c = 3 \text{ m/s}$$

Sendo  $v$  a velocidade do carrinho de 30 kg, por conservação da quantidade de movimento:

$$30 \cdot v + 20 \cdot 0 = (30 + 20) \cdot 3 \Rightarrow 30v = 150$$

$$\therefore v = 5 \text{ m/s}$$

### Resposta da questão 8:

[C]

No gráfico da força pelo tempo apresentado no enunciado, o impulso é numericamente igual a área do gráfico.

$$I = \frac{0,6 \cdot (8)}{2} = 2,4 \text{ N}\cdot\text{s}$$

Pelo Teorema do Impulso: o impulso da força resultante é igual à variação da quantidade de movimento ( $\Delta Q$ )

$$I = \Delta Q = m \Delta v \Rightarrow 2,4 = 0,1 (v - 0) \Rightarrow v = 24 \text{ m/s.}$$

### Resposta da questão 9:

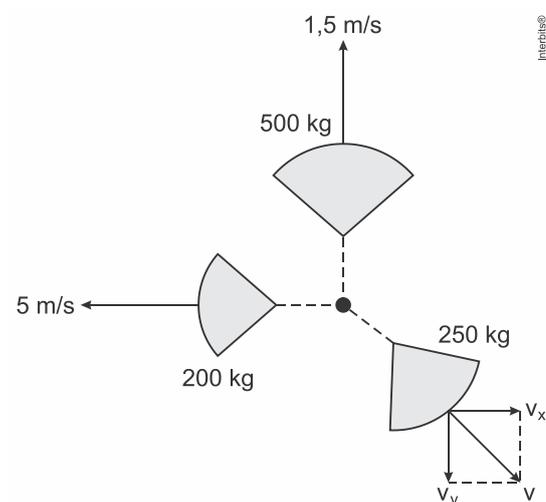
[B]

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 10:

[D]

Temos a seguinte situação:



## IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Por conservação da quantidade de movimento, temos:

Em x :

$$0 = 200 \cdot (-5) + 250 \cdot v_x$$

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

Em y :

$$0 = 500 \cdot 1,5 + 250 \cdot v_y$$

$$v_y = -3 \text{ m/s}$$

Portanto:

$$|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$|v| = \sqrt{4^2 + (-3)^2}$$

$$\therefore |v| = 5 \text{ m/s}$$

