

Conservação da quantidade de movimento

Resumo

Quantidade de movimento

Em diversos fenômenos físicos, é necessário agrupar os conceitos de massa e de velocidade vetorial. Isso ocorre nas colisões mecânicas e nas explosões, por exemplo. Nesses casos, torna-se conveniente a definição de **quantidade de movimento** (ou momento linear), que é uma das grandezas fundamentais da Física.

Considere uma partícula de massa m que, em certo instante, tem velocidade vetorial igual a v .

Por definição, a quantidade de movimento da partícula nesse instante é a grandeza vetorial Q , expressa por:

$$Q = mv$$

Obs.:

- A quantidade de movimento é uma grandeza instantânea, já que a sua definição envolve o conceito de velocidade vetorial instantânea.
- Sendo m um escalar positivo, Q tem sempre a mesma direção e o mesmo sentido de v , isto é, em cada instante é tangente à trajetória e dirigida no sentido do movimento.
- A energia cinética E_c pode ser relacionada com o módulo da quantidade de movimento:
 $E_c = Q^2 / 2m$
- A unidade da quantidade de movimento no SI é o kg.m/s (ou N.s).

Sistema Isolado

Um sistema isolado é aquele em que a resultante das forças externas é nula. Assim o impulso total é nulo.

$$\vec{I} = \Delta t \cdot \vec{F} = \vec{0}$$

A quantidade de movimento de um sistema isolado se mantém constante.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q} = \vec{Q}_{\text{final}} - \vec{Q}_{\text{inicial}} = \vec{0}$$

$$\vec{Q}_{\text{final}} = \vec{Q}_{\text{inicial}}$$

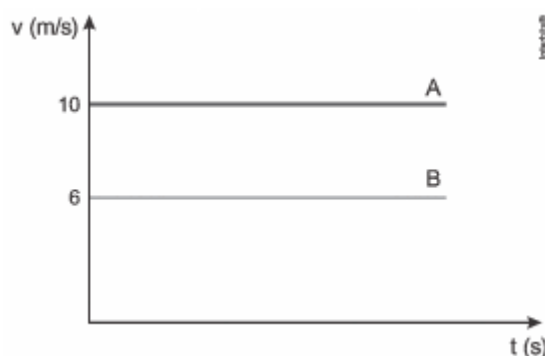
A relação anterior é conhecida como **Princípio da Conservação do Momento Linear ou da Quantidade de Movimento**.

$$\vec{Q}_{\text{INICIAL}} = \vec{Q}_{\text{FINAL}}$$

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

Exercícios

1. 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 kg.m/s, é igual a

- a) 0,56
 - b) 0,84
 - c) 1,60
 - d) 2,24
 - e) 3,60
2. Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90 kg, substitui uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360 kg, 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 0,2 m/s em relação à estação.
- Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?
- a) 0,05 m/s.
 - b) 0,20 m/s.
 - c) 0,40 m/s.
 - d) 0,50 m/s.
 - e) 0,80 m/s.

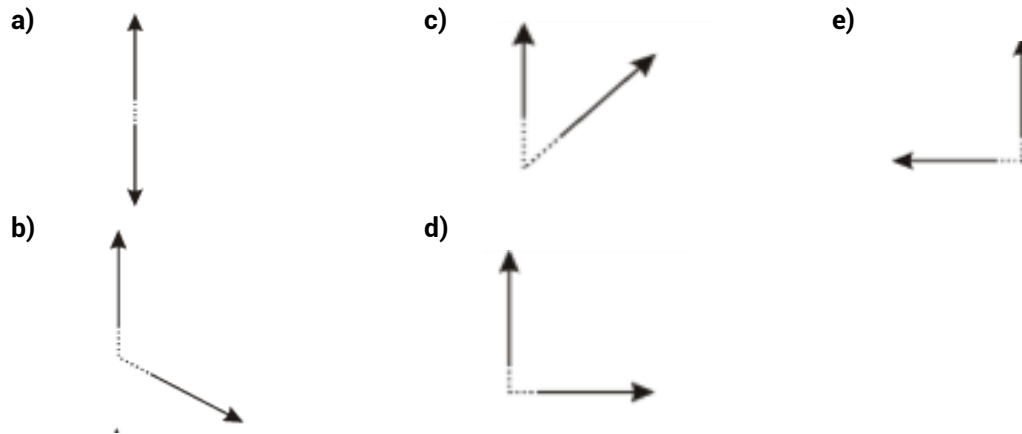
3. Observe a tira abaixo:



O princípio físico ilustrado na tira acima, deve-se...

- ao Princípio de Bernoulli: o aumento da velocidade de um fluido está associado à diminuição da sua pressão, assim o aumento da velocidade nas bolas ocorre com a diminuição da sua pressão fazendo ela subir.
 - à Lei de Boyle-Mariotte: a temperatura constante, a pressão e volume são constantes para uma massa gasosa, assim, a pressão de uma bola é transferida para outra integralmente, sendo que a massa das bolas é constante.
 - à Lei da Conservação da Quantidade de Movimento: em um sistema isolado, a quantidade de movimento total se conserva. Assim a quantidade de movimento de uma bolinha é transferida integralmente à outra, descontados os efeitos térmicos, sonoros oriundos da colisão.
 - à Lei de Joule: a corrente elétrica gera um aquecimento que repele a bola adjacente.
 - à Lei de Joule: a corrente elétrica gera um aquecimento que repele a bola adjacente.
4. O estresse pode fazer com que o cérebro funcione aquém de sua capacidade. Atividades esportivas ou atividades lúdicas podem ajudar o cérebro a normalizar suas funções.
- Num certo esporte, corpos cilíndricos idênticos, com massa de 4 kg, deslizam sem atrito sobre uma superfície plana. Numa jogada, um corpo A movimenta-se sobre uma linha reta, considerada o eixo x do referencial, com velocidade de módulo 2 m/s e colide com outro corpo, B, em repouso sobre a mesma reta. Por efeito da colisão, o corpo A permanece em repouso, e o corpo B passa a se movimentar sobre a reta. A energia cinética do corpo B, em J, é
- 2
 - 4
 - 6
 - 8
 - 16

5. 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 π^+ e méson π^- . Em um experimento, foi observado o decaimento de um K^0 , em repouso, com emissão do par π^+ e π^- . Das figuras abaixo, qual poderia representar as direções e sentidos das velocidades das partículas π^+ e π^- no sistema de referência em que o K^0 estava em repouso?



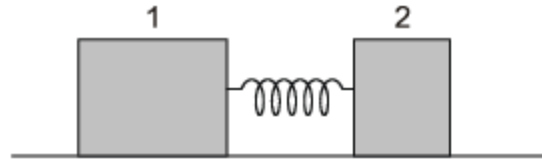
6. "A força agressiva da bomba atômica que literalmente implodiu a sociedade foi lembrada na poesia de Vinícius de Moraes que, combinada com a melodia de Gerson Conrad, se transformou no grande sucesso "Rosa de Hiroshima", gravada pelo grupo musical Secos & Molhados em 1973."

Fonte: Ciência na música popular brasileira, de Ildeu de Castro Moreira e Luisa Massarani. Publicado na revista pré-Univesp – Número 25 – Aprendizagem lúdica – Outubro de 2012.

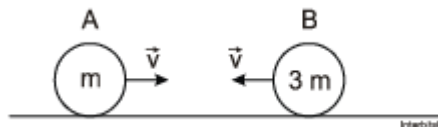
Considerando-se que um artefato está em repouso sobre uma mesa e explode em dois pedaços. Um dos pedaços que possui um terço do total da massa do artefato foi lançado para o norte com velocidade de 300 m/s. Dessa maneira, é CORRETO afirmar que o segundo pedaço, com 2/3 da massa total do artefato, foi lançado para:

- o sul com velocidade de 150 m/s.
- o sul com velocidade de 600 m/s.
- o sudeste com velocidade de 150 m/s.
- o sudeste com velocidade de 600 m/s.
- uma direção desconhecida com velocidade de 600 m/s.

7. 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?



- a) $v_1 = -v_2/4$
 - b) $v_1 = -v_2/3$
 - c) $v_1 = v_2$
 - d) $v_1 = 3v_2$
 - e) $v_1 = 4v_2$
8. Duas esferas A e B, cujas massas e velocidades estão representadas na figura a seguir, sofrem um choque frontal e passam a se movimentar com velocidades opostas, cujos módulos são, respectivamente, iguais a 8 m/s e 1 m/s.



A velocidade relativa das esferas antes da colisão é

- a) 4 m/s.
 - b) 5 m/s.
 - c) 7 m/s.
 - d) 9 m/s.
 - e) 11 m/s.
9. Leonardo, de 75 kg, e sua filha Beatriz, de 25 kg, estavam patinando em uma pista horizontal de gelo, na mesma direção e em sentidos opostos, ambos com velocidade de módulo $v = 1,5$ m/s. Por estarem distraídos, colidiram frontalmente, e Beatriz passou a se mover com velocidade de módulo $u = 3,0$ m/s, na mesma direção, mas em sentido contrário ao de seu movimento inicial. Após a colisão, a velocidade de Leonardo é
- a) nula.
 - b) 1,5 m/s no mesmo sentido de seu movimento inicial.
 - c) 1,5 m/s em sentido oposto ao de seu movimento inicial.
 - d) 3,0 m/s no mesmo sentido de seu movimento inicial.
 - e) 3,0 m/s em sentido oposto ao de seu movimento inicial.

- 10.** Um jovem de massa 60 kg patina sobre uma superfície horizontal de gelo segurando uma pedra de 2,0 kg. Desloca-se em linha reta, mantendo uma velocidade com módulo de 3,0 m/s. Em certo momento, atira a pedra pra frente, na mesma direção e sentido do seu deslocamento, com módulo de velocidade de 9,0 m/s em relação ao solo. Desprezando-se a influência da resistência do ar sobre o sistema patinador-pedra, é correto concluir que a velocidade do patinador em relação ao solo, logo após o lançamento, é de
- a) 3,0 m/s, para trás.
 - b) 3,0 m/s, para frente.
 - c) 0,30 m/s, para trás.
 - d) 0,30 m/s, para frente.
 - e) 2,8 m/s, para frente.

Gabarito

1. 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:

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

2. E

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

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

3. C

O brinquedo mostrado na tira é conhecido como Pêndulo de Newton. Elevando-se a esfera de uma extremidade e a soltando, ocorrem sucessivos choques entre esferas adjacentes. Como se trata de um sistema mecanicamente isolado, em cada choque, uma esfera transmite quantidade de movimento para a esfera vizinha, até que a esfera da outra extremidade, ao receber essa quantidade de movimento, eleva-se, transformando energia cinética em energia potencial gravitacional.

4. D

Pela conservação da Quantidade de Movimento:

$$m v_A + m v_B = m v'_A + m v'_B \Rightarrow 2 + 0 = 0 + v'_B \Rightarrow v'_B = 2 \text{ m/s.}$$

$$E_{\text{Cin}}^B = \frac{m v_B'^2}{2} = \frac{4(2)^2}{2} \Rightarrow$$

$$E_{\text{Cin}}^B = 8 \text{ J.}$$

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 π^+ e π^- devem ter velocidades de sentidos e de mesmo módulo, uma vez que as massas são iguais.

6. A

Como se trata de sistema mecanicamente isolado, temos:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} 300 = -\frac{2}{2} v_2 \Rightarrow$$

$$v_2 = -150 \text{ m/s.}$$

O segundo pedaço é lançado com velocidade de 150 m/s, em sentido oposto ao do primeiro, ou seja, para o sul.

7. B

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

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

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

8. B

Como as esferas se deslocam em sentidos opostos, o módulo da velocidade relativa é igual à soma dos módulos das velocidades.

Então:

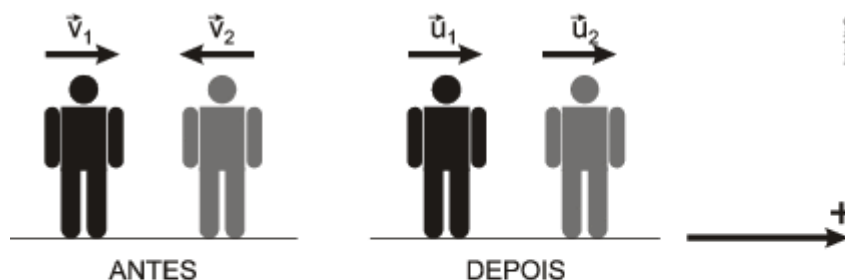
$$v_{\text{rel}} = v + v \Rightarrow v_{\text{rel}} = 2v.$$

Aplicando a conservação da Quantidade de Movimento ao choque, com sentido positivo orientado para a direita:

$$m v - 3 m v = m(-8) + 3 m(1) \Rightarrow -2v = -5 \Rightarrow 2v = 5.$$

$$v_{\text{rel}} = 2v = 5 \text{ m/s}.$$

9. A



Como o sistema é isolado de forças externas, podemos aplicar a conservação da quantidade de movimento:

$$\vec{Q}_{\text{TF}} = \vec{Q}_{\text{TI}} \rightarrow m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$75 \times 1,5 - 25 \times 1,5 = 75 u_1 + 25 \times 3 \rightarrow u_1 = 0$$

10. E

Antes do arremesso, o sistema possui massa total de 62 kg e velocidade de 3 m/s. Isto significa uma quantidade total de movimento igual a $Q = m \cdot v = 62 \cdot 3 = 186 \text{ kgm/s}$.

Após o arremesso, teremos a pedra e o jovem separados: $Q = Q_{(\text{jovem})} + Q_{(\text{pedra})}$.

Como a resultante das forças externas (atrito, resistência do ar, peso e normal) é nula, o sistema jovem-pedra é mecanicamente isolado, havendo conservação da quantidade de movimento.

$$Q_{(\text{antes})} = Q_{(\text{depois})}$$

$$186 = Q_{(\text{jovem})} + Q_{(\text{pedra})}$$

$$186 = 60 \cdot v + 2 \cdot 9$$

$$186 = 60 \cdot v + 18$$

$$186 - 18 = 60 \cdot v$$

$$168 = 60 \cdot v \rightarrow v = 168/60 = 2,8 \text{ m/s}.$$