

Mecânica B

[Prof. Dr. Quesle da Silva Martins](#)

20 de julho de 2022

Conteúdo do curso

Trabalho ✓

Energia ✓

Conservação da energia ✓

Momento ✓

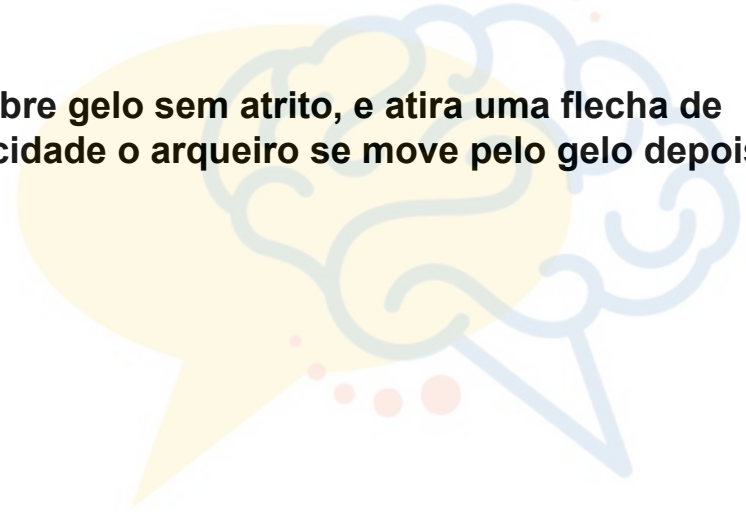
Impulso ✓

Colisões ✓

Centro de Massa ✓



1. Um arqueiro de 60 kg está em pé, em repouso, sobre gelo sem atrito, e atira uma flecha de 0,030 kg horizontalmente a 85 m/s. Com que velocidade o arqueiro se move pelo gelo depois de lançar a flecha?



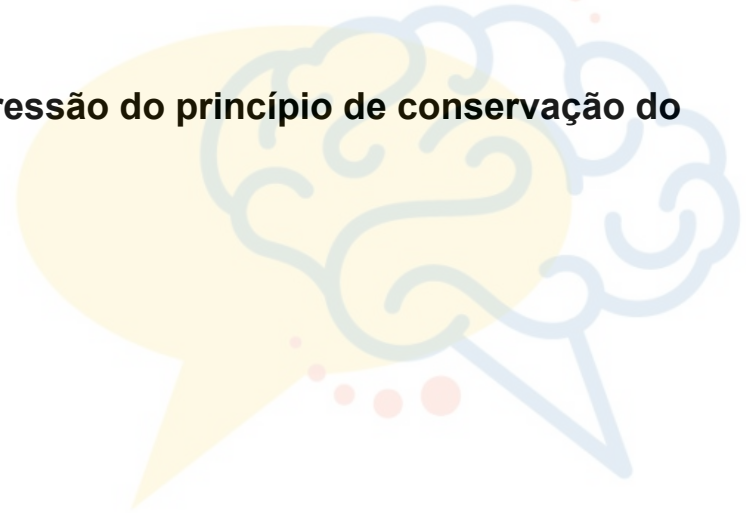
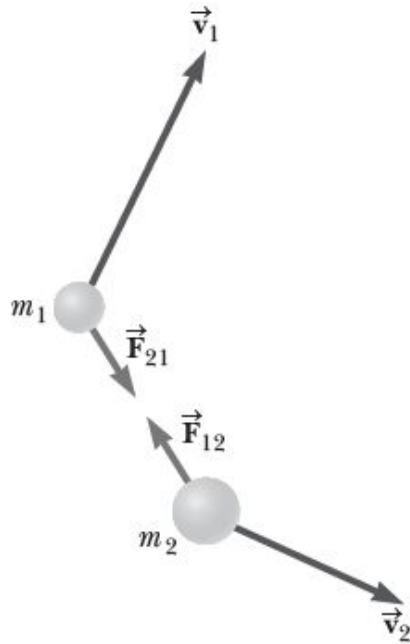
1. Um arqueiro de 60 kg está em pé, em repouso, sobre gelo sem atrito, e atira uma flecha de 0,030 kg horizontalmente a 85 m/s. Com que velocidade o arqueiro se move pelo gelo depois de lançar a flecha?



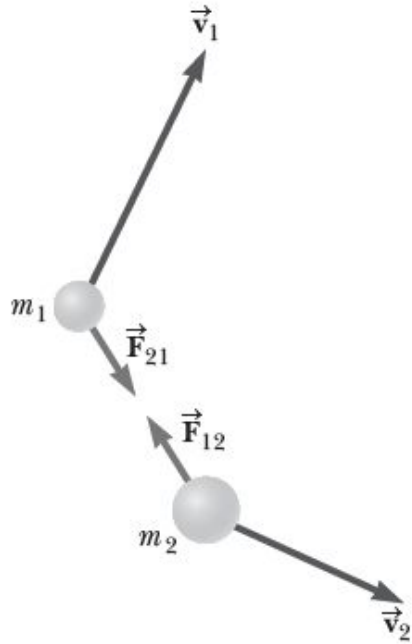
$$m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f} = 0$$

$$\vec{v}_{1f} = -\frac{m_2}{m_1} \vec{v}_{2f} = -\left(\frac{0,030 \text{ kg}}{60 \text{ kg}}\right)(85\hat{i} \text{ m/s}) = -0,042\hat{i} \text{ m/s}$$

2. Para um sistema de duas partículas, qual é a expressão do princípio de conservação do momento?



2. Para um sistema de duas partículas, obtenha a expressão do princípio de conservação do momento?



$$\vec{F}_{21} + \vec{F}_{12} = 0$$

$$m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 = 0$$

$$m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} + m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt} = 0$$

-

$$\frac{d(m_1 \vec{v}_1)}{dt} + \frac{d(m_2 \vec{v}_2)}{dt} = 0$$

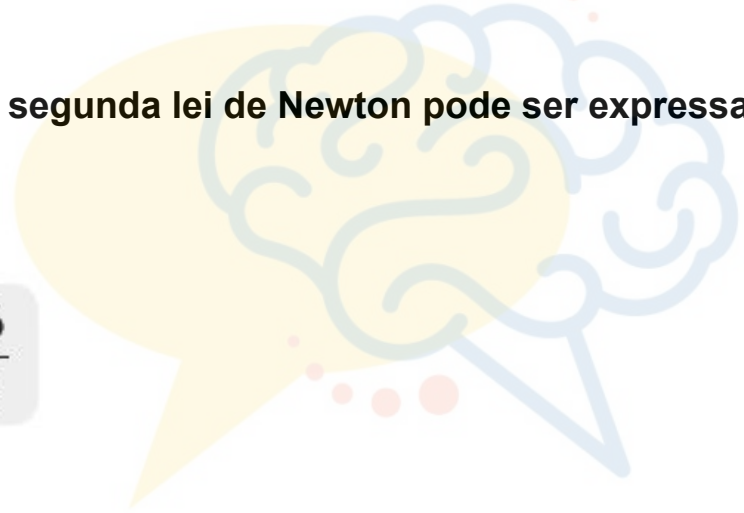
$$\frac{d}{dt}(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = 0$$

$$\frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = 0$$

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

3. A partir da definição de momento, demonstre que segunda lei de Newton pode ser expressa na forma:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



3. A partir da definição de momento, demonstre que segunda lei de Newton pode ser expressa na forma:

$$\sum \vec{\mathbf{F}} = \frac{d\vec{\mathbf{p}}}{dt}$$

$$\sum \vec{\mathbf{F}} = \frac{d\vec{\mathbf{p}}}{dt} = \frac{d(m\vec{\mathbf{v}})}{dt} = m \frac{d\vec{\mathbf{v}}}{dt} = m\vec{\mathbf{a}}$$

4. Em um teste de colisão, um carro de massa 1 500 kg colide contra o muro, como mostrado na Figura 8.6. As velocidades inicial e final do carro são $v_i = -15,0 \text{ i m/s}$ e $v_f = 2,60 \text{ i m/s}$, respectivamente. Se a colisão dura 0,150 s, encontre o impulso causado pela colisão e a força resultante média exercida sobre o carro.

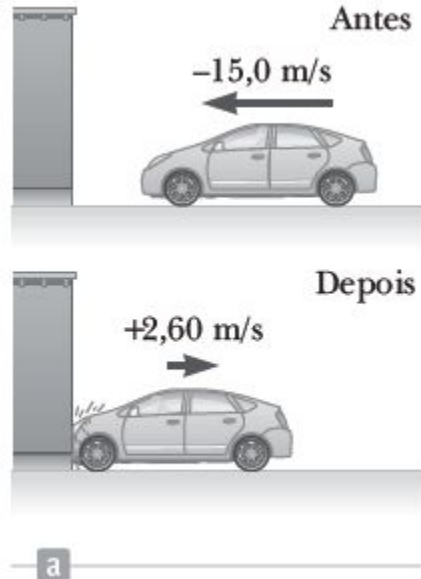


Figura 8.6 (Exemplo 8.4) (a) O momento desse carro muda por causa do choque contra o muro. (b) Em um teste de colisão, a maior parte da energia cinética inicial do carro é transformada em energia associada ao dano no carro.

4. Em um teste de colisão, um carro de massa 1500 kg colide contra o muro, como mostrado na Figura 8.6. As velocidades inicial e final do carro são $v_i = -15,0 \hat{i} \text{ m/s}$ e $v_f = 2,60 \hat{i} \text{ m/s}$, respectivamente. Se a colisão dura 0,150 s, encontre o impulso causado pela colisão e a força resultante média exercida sobre o carro.

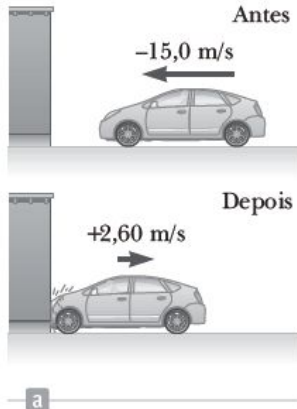


Figura 8.6 (Exemplo 8.4) (a) O momento desse carro muda por causa do choque contra o muro. (b) Em um teste de colisão, a maior parte da energia cinética inicial do carro é transformada em energia associada ao dano no carro.

$$\vec{p}_i = m\vec{v}_i = (1\,500 \text{ kg})(-15,0\hat{i} \text{ m/s}) = -2,25 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\vec{p}_f = m\vec{v}_f = (1\,500 \text{ kg})(2,60\hat{i} \text{ m/s}) = 0,39 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\begin{aligned} \vec{I} = \Delta\vec{p} &= \vec{p}_f - \vec{p}_i = 0,39 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s} - (-2,25 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}) \\ &= 2,64 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

$$\left(\sum \vec{F}\right)_{\text{méd}} = \frac{\vec{I}}{\Delta t} = \frac{2,64 \times 10^4 \hat{i} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0,150 \text{ s}} = 1,76 \times 10^5 \hat{i} \text{ N}$$

5. E se o carro não retornasse depois de bater no muro? Suponha que a velocidade final do carro seja zero e que o intervalo de tempo da colisão permaneça 0,150 s. Isto representaria uma força resultante maior ou menor sobre o carro?

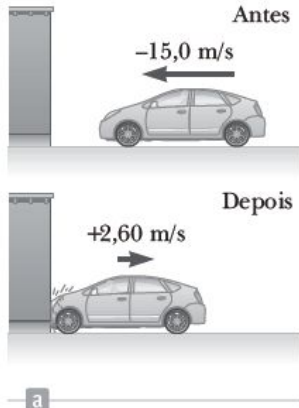


Figura 8.6 (Exemplo 8.4) (a) O momento desse carro muda por causa do choque contra o muro. (b) Em um teste de colisão, a maior parte da energia cinética inicial do carro é transformada em energia associada ao dano no carro.

$$I = \Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

$$I = \Delta \vec{p} = m(0) - [1500\text{kg}(-15,0\hat{i}\text{m/s})]$$

$$I = \Delta \vec{p} = 22,5 \times 10^3 \text{kg}\cdot\text{m/s}$$

$$F_{med} = \frac{I}{\Delta t} = 150,0 \times 10^3 \text{N}$$

6. Num jogo de betes uma bola de $0,150\text{ kg}$ é arremessada com velocidade escalar de $40,0\text{m/s}$. Bate-se nela com um taco a uma velocidade escalar de 50 m/s . a) Qual o impulso fornecido à bola? b) Qual a força média exercida pelo taco sobre a bola no momento do impacto num intervalo que durou $2,00 \times 10^{-3}\text{ s}$.



6. Num jogo de betes uma bola de 0,150 kg é arremessada com velocidade escalar de 40,0m/s. Bate-se nela com um taco a uma velocidade escalar de 50 m/s.
 a) Qual o impulso fornecido à bola? b) Qual a força média exercida pelo taco sobre a bola no momento do impacto num intervalo de tempo $2,00 \times 10^{-3}$ s.



$$I = \Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

$$I = \Delta \vec{p} = (0,150\text{kg} \cdot 50,0\text{m/s}) - (-0,150\text{kg} \cdot 40,0\text{m/s})$$

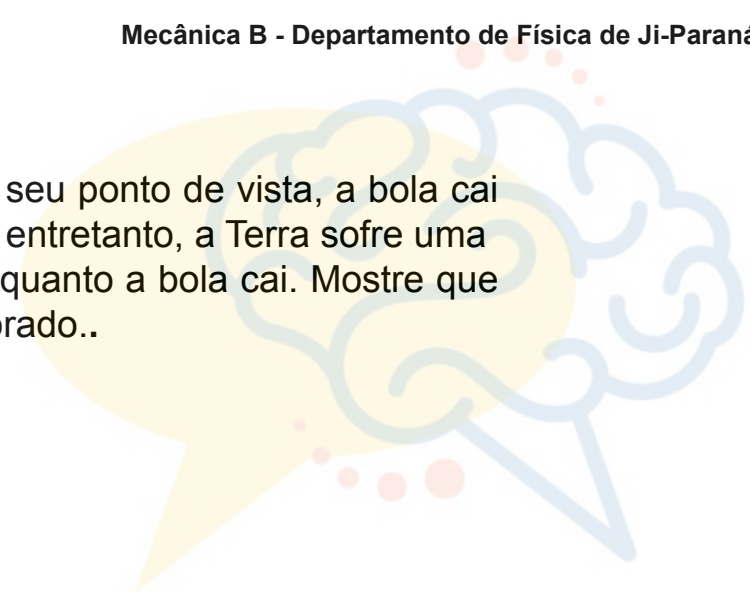
$$I = \Delta \vec{p} = 13,5\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$F_{med} = \frac{13,5\text{kg} \cdot \text{m/s}}{2,00 \times 10^{-3}} = 6,75 \times 10^3 \text{N}$$

“Há sistemas nos quais um corpo tem tanta massa que ele pode ser considerado parado e sua energia cinética pode ser desprezada. Por exemplo, se considerarmos um sistema bola-Terra, quando uma bola cai na Terra, a energia cinética do sistema pode ser considerada como apenas a energia cinética da bola. A Terra se move tão lentamente nesse processo que podemos ignorar sua energia cinética. Por outro lado, a energia cinética de um sistema de dois elétrons deve incluir as energias cinéticas de ambas as partículas”.



7. Imagine uma bola caindo na superfície terrestre. Do seu ponto de vista, a bola cai e a Terra permanece parada. Pela Terceira Lei de Newton, entretanto, a Terra sofre uma força para cima e, portanto, uma aceleração para cima enquanto a bola cai. Mostre que esse movimento é extremamente pequeno e pode ser ignorado..



7. Imagine uma bola de 1 kg caindo na superfície terrestre ($\sim 10^{25}$ kg). Do seu ponto de vista, a bola cai e a Terra permanece parada. Pela Terceira Lei de Newton, entretanto, a Terra sofre uma força para cima e, portanto, uma aceleração para cima enquanto a bola cai. Mostre que esse movimento é extremamente pequeno e pode ser ignorado.



$$(1) \frac{K_E}{K_b} = \frac{\frac{1}{2} m_E v_E^2}{\frac{1}{2} m_b v_b^2} = \left(\frac{m_E}{m_b} \right) \left(\frac{v_E}{v_b} \right)^2$$

$$p_i = p_f \rightarrow 0 = m_b v_b + m_E v_E$$

$$\frac{v_E}{v_b} = -\frac{m_b}{m_E}$$

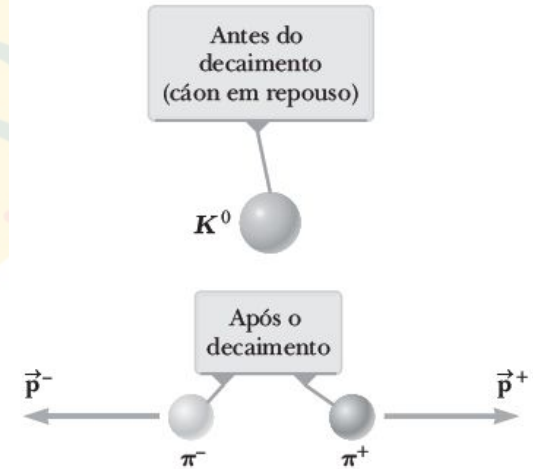
$$\frac{K_E}{K_b} = \left(\frac{m_E}{m_b} \right) \left(-\frac{m_b}{m_E} \right)^2 = \frac{m_b}{m_E}$$

$$\frac{K_E}{K_b} = \frac{m_b}{m_E} \sim \frac{1 \text{ kg}}{10^{25} \text{ kg}} \sim 10^{-25}$$

8. Um carrinho de massa $m_{ci} = 3,0$ kg move-se em linha reta sobre um piso horizontal sem atrito com velocidade $\mathbf{v}_c = 9,0 \mathbf{i} \text{ m/s}$. Sobre o carrinho encontra-se fixada na posição horizontal, uma mola que é comprimida por um bloco de massa $m_B = 1,0$ kg. Inicialmente, o bloco se encontra preso ao carrinho por um fio comprimindo a mola. Em certo instante, o fio se rompe e a mola empurra o bloco para fora do carrinho, projetando-o com uma velocidade de $\mathbf{v}_{Bf} = -6,0 \mathbf{i} \text{ m/s}$ em relação ao piso. Uma vez livre do bloco, qual a nova velocidade (\mathbf{v}_{cf}) do carrinho?

R: $\mathbf{v}_{cf} = 14,0 \mathbf{i} \text{ m/s}$.

9. Um tipo de partícula nuclear, chamada cáon neutro (K^0), decai em um par de outras partículas chamadas píons (π^+ e π^-), que são carregadas de modo oposto, mas iguais em massa (Figura ao lado). Supondo que o cáon esteja inicialmente em repouso, mostre que os dois píons devem ter movimentos que sejam iguais em módulo, mesma direção e sentidos opostos.



R: $\mathbf{p}^+ = \mathbf{p}^-$

10. Você está em pé sobre uma camada de gelo de um estádio de futebol em um país frio: despreze o atrito entre seus pés e o gelo. Um amigo joga para você uma bola de 0,400 kg que se desloca horizontalmente com velocidade de 10,0 m/s. Sua massa é igual a 70,0 Kg. a) Se você agarra a bola, com que velocidade você e a bola se deslocarão logo a seguir? b) Se a bola colide com você e rebate em seu peito, passando a adquirir uma velocidade horizontal de 8,0 m/s em sentido oposto ao inicial, com que velocidade você se desloca após a colisão?



R: a) $\sim 0,057$ m/s; b) $\sim 0,103$ m/s

11. Considere um choque frontal entre duas bolinhas, como esquematizado na figura abaixo ($m_1 = 1 \text{ kg}$; $m_2 = 2 \text{ kg}$; $v_1 = 4 \text{ m/s}$; $v_2 = 2 \text{ m/s}$)



Supondo que a colisão seja elástica (a energia mecânica se conserva), calcule as velocidades após o choque.

R: $v_{1f} \sim 1,33 \text{ m/s}$; $v_{2f} \sim 3,33 \text{ m/s}$

12. Considere um sistema isolado formado por duas partículas. Suas massas e suas velocidades são ($m_1 = 3 \text{ kg}$; $m_2 = 1 \text{ kg}$; $v_1 = 2 \mathbf{i} \text{ m/s}$; $v_2 = 4 \mathbf{j} \text{ m/s}$), respectivamente. Após uma colisão inelástica, qual a energia cinética do sistema?

R: $K = 6,5 \text{ J}$

Bibliografia

Halliday, D., Resnick, R. e Walker, J.. Fundamentos de Física. Volume 2 - Gravitação, Ondas, Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica. Volume 2 – Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

Tipler, P. A.; Mosca, G. Física para Cientistas e Engenheiros. Volume 1 – Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

A large, light purple watermark of the UNIR logo is centered on the page. It features a stylized star or snowflake shape above the word "UNIR" in a bold, sans-serif font.

UNIR