

## Conservação do Momento e Colisões

### Material de apoio para as LIVES:

Entendendo a CONSERVAÇÃO DO MOMENTO e COLISÕES:

[http://www.resp.ai/momento\\_e\\_colisoes](http://www.resp.ai/momento_e_colisoes)

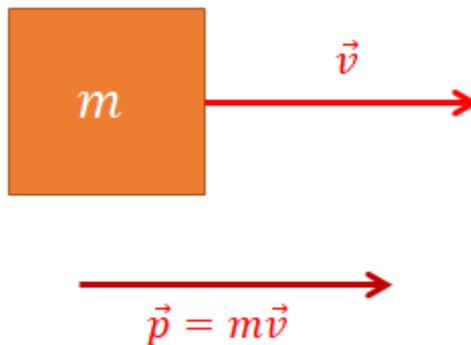
### Parte I: Momento Linear e Conservação do Momento Linear

O momento linear de um corpo, ou sistema, é calculado como:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Portanto, o momento é um vetor que possui a mesma direção e sentido que a velocidade, e seu módulo é calculado como a multiplicação entre a massa e a velocidade:

$$p = mv$$



O momento será conservado quando não houver uma força externa resultante atuando sobre o corpo ou sistema.

$$\vec{F}_{ext} = 0$$

$$\Delta\vec{p} = 0$$

Também podemos conservar o momento em um eixo, se naquele eixo não houver força externa resultante. Por exemplo, no eixo  $x$ , ficaria:

$$F_{x\ ext} = 0$$

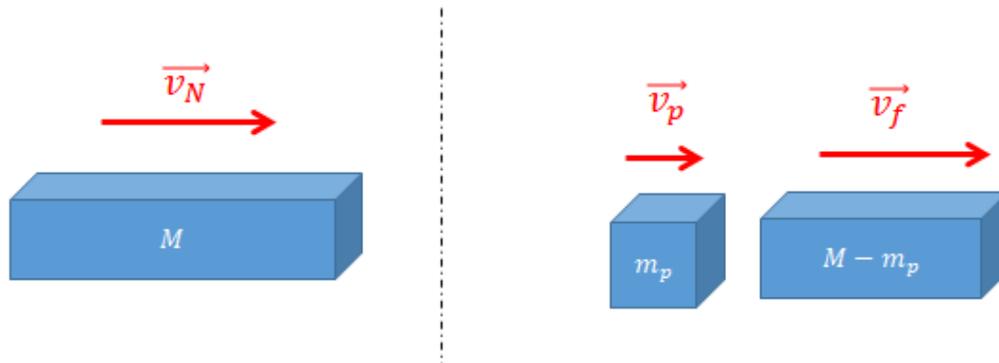
$$\Delta p_x = 0$$

(Obs.: Tome cuidado com os sinais! Se for conservar o momento no eixo  $x$ , por exemplo, ele será positivo se o corpo tem velocidade pra direita, e negativo se o corpo tem velocidade pra esquerda.)



**Exemplo 1:**

Uma nave viaja no espaço com vetor velocidade  $\vec{V}_N$  relativa a um observador, contendo uma carga. A massa total do sistema é  $M$ . Em certo momento a nave libera a carga (massa  $m_p$ ) com vetor velocidade  $\vec{V}_p$  relativa ao mesmo observador. Encontre uma expressão para o novo vetor velocidade da nave  $\vec{V}_f$  se  $\Sigma F_{ext} = 0$  durante a liberação da carga.



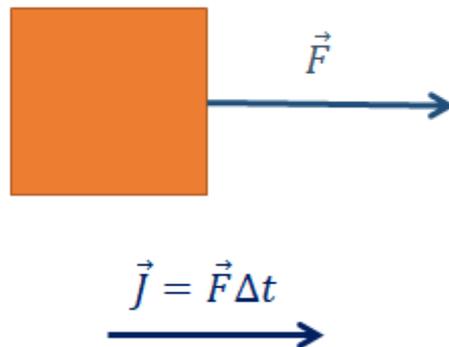
## Parte II – Impulso e Teorema Impulso-Momento

O impulso realizado por uma força é calculado como a multiplicação dessa força pelo intervalo de tempo em que ela atua.

$$\vec{J} = \vec{F}\Delta t$$

Portanto, o impulso tem a mesma direção e sentido que a força e seu módulo é calculado como a multiplicação da força pelo tempo.

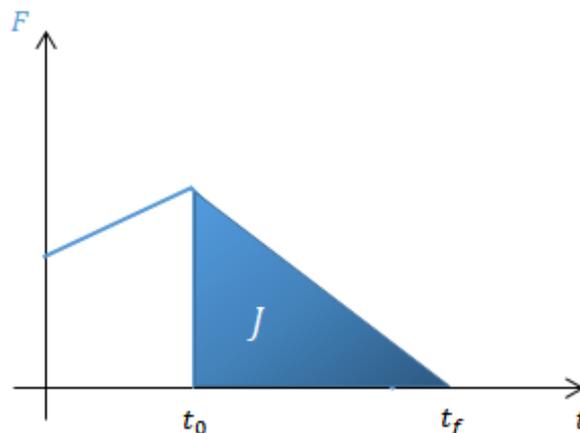
$$J = F\Delta t$$



Se a força não for constante, iremos usar a fórmula de que o impulso é dado pela integral:

$$\vec{J} = \int_{t_0}^{t_f} \vec{F} dt$$

Como o impulso é dado por uma integral, ele também pode ser visto como a área do gráfico  $Fxt$ :



De acordo com o **Teorema Impulso – Momento**, se houver uma força externa resultante sobre um corpo, ou sistema, haverá uma variação do momento linear igual ao impulso causado por essa força externa.



$$\vec{J} = \Delta\vec{p}$$

$$\vec{F}\Delta t = \vec{p}_f - \vec{p}_i$$

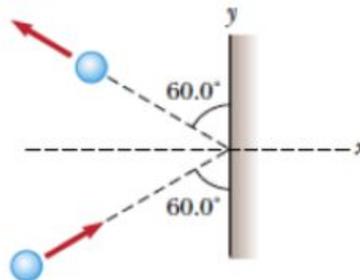
Também podemos olhar para essa fórmula apenas para um eixo, como por exemplo, no eixo  $x$ :

$$F_x\Delta t = p_{x_f} - p_{x_i}$$

(Aqui, novamente, é importante tomar cuidado com os sinais.)

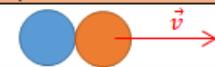
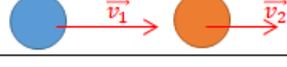
**Exemplo 2:**

Uma bola de aço de  $3,00 \text{ kg}$  bate em uma parede com a rapidez de  $10,0 \text{ m/s}$  a um ângulo  $\theta = 60^\circ$  com a superfície. Ela quica e recua com a mesma rapidez e mesmo ângulo, como apresentada na figura. Se a bola fica em contato com a parede por  $0,200 \text{ s}$ , qual é a intensidade da força média exercida pela parede sobre a bola?



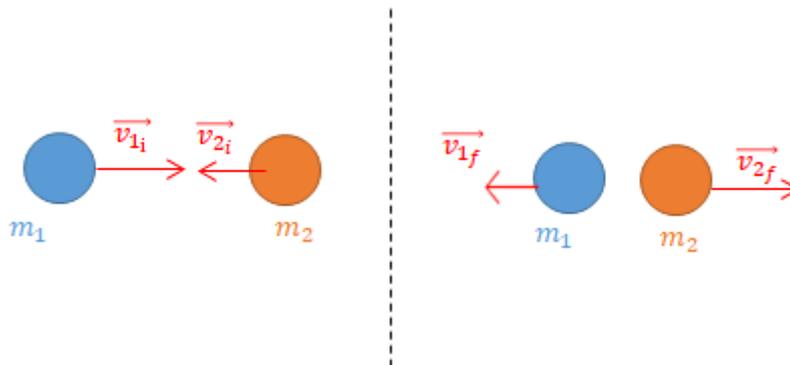
### Parte III: Colisões

Existem 3 tipos de colisões:

Tipos:	Momento Linear:	Energia Cinética:	Depois da Colisão:
Totalmente Inelástica	$\Delta \vec{p} = 0$	$\Delta K < 0$	
Parcialmente Inelástica	$\Delta \vec{p} = 0$	$\Delta K < 0$	
Elástica	$\Delta \vec{p} = 0$	$\Delta K = 0$	

- Em todas as colisões, o sistema conserva o momento linear (pois não há resultante de forças externas, durante a colisão haverá apenas as forças entre os corpos do sistema).
- Apenas a colisão elástica conserva a energia cinética, nas colisões inelásticas a energia cinética é perdida (e transformada em outras energias, como a sonora e a luminosa).
- Na colisão totalmente inelástica, os corpos saem juntos após a colisão.

Existe uma fórmula que pode ser usada no caso da **Colisão Elástica Frontal**:



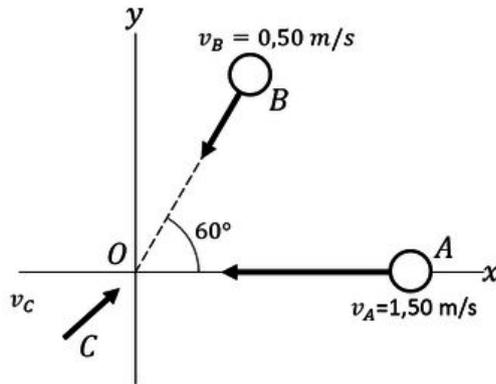
$$v_{1f} = \frac{v_{1i}(m_1 - m_2) + 2v_{2i}m_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_{2f} = \frac{v_{2i}(m_2 - m_1) + 2v_{1i}m_1}{m_1 + m_2}$$



**Exemplo 3:**

As esferas  $A$  (massa  $0,020 \text{ kg}$ ),  $B$  (massa  $0,030 \text{ kg}$ ) e  $C$  (massa  $0,050 \text{ kg}$ ) se aproximam da origem deslizando sobre uma mesa de ar sem atrito. As velocidades de  $A$  e  $B$  são indicadas na figura. Todas as três esferas atingem a origem ao mesmo instante e ficam coladas. (a) Quais devem ser os componentes  $x$  e  $y$  da velocidade inicial de  $C$  para que os três objetos unidos se desloquem a  $0,50 \text{ m/s}$  no sentido do eixo  $+OX$  após a colisão? (b) Se  $C$  possui velocidade encontrada no item (a), qual é a variação da energia cinética do sistema das três esferas ocasionada pela colisão?



**Respostas:**

**Ex. 1 –**

$$\vec{v}_f = \frac{M\vec{v}_N - m_p\vec{v}_P}{M - m_p}$$

**Ex. 2 –**

$$\vec{F} = -259,80\hat{i}N$$

**Ex. 3 –**

$$\vec{v}_{C_i} = (1,75\hat{i} + 0,15\sqrt{3}\hat{j}) \text{ m/s}$$

$$\Delta K = -0,092J$$

