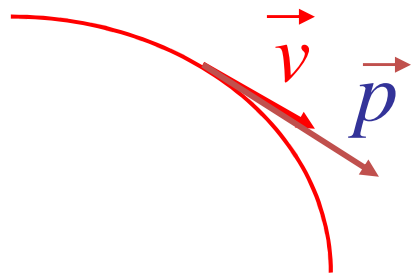


Cantidade de Movemento ou Momento lineal dunha partícula

$\vec{p}$

É unha magnitude que describe moi ben o estado dinámico dun corpo.

Defínese como o produto da masa pola velocidade da partícula.



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

[kg m/s]

Ten carácter vectorial, e como m é un
escalar, entón $\vec{p} \parallel \vec{v}$

XERALIZACIÓN DAS LEIS DE NEWTON DA DINÁMICA DE TRASLACIÓN:

2ª LEI DE NEWTON: a resultante das forzas aplicadas sobre un corpo é igual á derivada respecto do tempo da súa cantidade de movemento (ou momento lineal).

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

Efectivamente:

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

Si $m = \text{cte}$

IMPULSO MECÁNICO: é un vector que se define como produto da forza aplicada polo tempo que esta dura aplicándose.

Vexamos: Sexa $\vec{F}$ unha forza constante aplicada a un cuerpo.

Entón como: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F} \Delta t = \Delta\vec{p}$

$\vec{F} = \text{cte}$

Impulso mecánico:

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

Como vemos, o **impulso mecánico** é igual á **variación da cantidade de movemento, ou momento lineal**, que experimenta o corpo.

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t = \Delta\vec{p}$$

1ª LEI DE NEWTON: Si sobre un corpo non existen forzas ou a resultante é nula, a cantidade de movemento ou momento lineal dun corpo libre mantense constante.

$$\text{Si } \Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{cte}$$

Cando as forzas aplicadas a un corpo se anulan, o momento lineal do corpo mantense constante. Este é o **Principio de conservación da cantidade de movemento ou momento lineal**.

3ª LEI DE NEWTON: a cantidade de movemento total dun sistema illado (de forzas exteriores) mantense constante.

Vexamos o caso dun sistema formado por dous corpos que interaccionan entre sí. Vimos que as forzas aparecen por parellas, de forma que:

$$\begin{aligned} \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} &\Rightarrow \frac{d\vec{p}_2}{dt} = -\frac{d\vec{p}_1}{dt} \Rightarrow \frac{d\vec{p}_2}{dt} + \frac{d\vec{p}_1}{dt} = 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{d(\vec{p}_2 + \vec{p}_1)}{dt} &= 0 \Rightarrow \boxed{\vec{p}_2 + \vec{p}_1 = \text{cte}} \quad \text{Si non hai forzas} \\ & \quad \text{exteriores ao sistema} \end{aligned}$$

Este resultado é xeralizable no seguinte teorema, que se pode demostrar:

TEOREMA DE CONSERVACIÓN DA CANTIDADE DE MOVEMENTO:

A cantidade de movemento total (ou momento lineal total) dun sistema de n corpos illados, é dicir, non sometido a forzas exteriores, permanece constante:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_n = \text{cte} \Rightarrow \boxed{\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{cte}}$$

CONSECUENCIA: CHOQUES OU EXPLOSIÓNS

Este resultado é moi útil para estudar os choques (elásticos e inelásticos) ou as explosións.

Nos choques e/ou explosións, as forzas externas que existan pueden despreciarse respecto das forzas internas que sofren as partículas do sistema que interacciona.

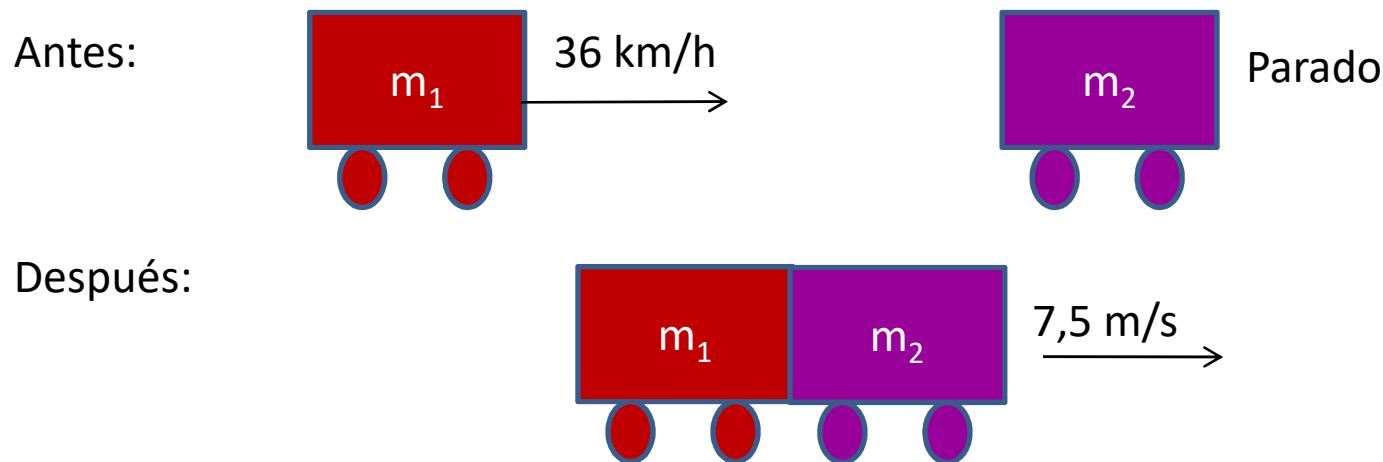
Polo tanto, en todo choque ou explosión, o teorema anterior podemos expresalo así:

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{antes}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{después}}$$

EXEMPLO 1. EXERCICIO DE CHOQUE:

Unha locomotora de 75 toneladas móvese por una vía recta cunha velocidade de $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, cando choca cun vagón en repouso e acóplase a el. Calcula a masa do vagón si, tralo choque, o sistema móvese cunha velocidade de $7,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

SOLUCIÓN:



Datos:

$m_1 = 75000 \text{ kg}$ Antes. $\vec{v}_1 = 10 \vec{i} \text{ m/s}$; $\vec{v}_2 = 0 \vec{i} \text{ m/s}$

$m_2 = ? \text{ kg}$ Después. $\vec{v}'_1 = \vec{v}'_2 = \vec{v}' = 7,5 \vec{i} \text{ m/s}$

Tendo em conta o Teorema de conservação da quantidade de movimento para um instante anterior e outro posterior ao choque:

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{antes}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{después}} \Rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \cancel{\vec{v}_2} = (m_1 + m_2) \vec{v}' \Rightarrow m_1 + m_2 = \frac{m_1 \vec{v}_1}{\vec{v}'}$$

$$\Rightarrow 75000 + m_2 = \frac{75000 \cdot 10 \cancel{\text{m/s}}}{7,5 \cancel{\text{m/s}}} = 100000 \Rightarrow$$

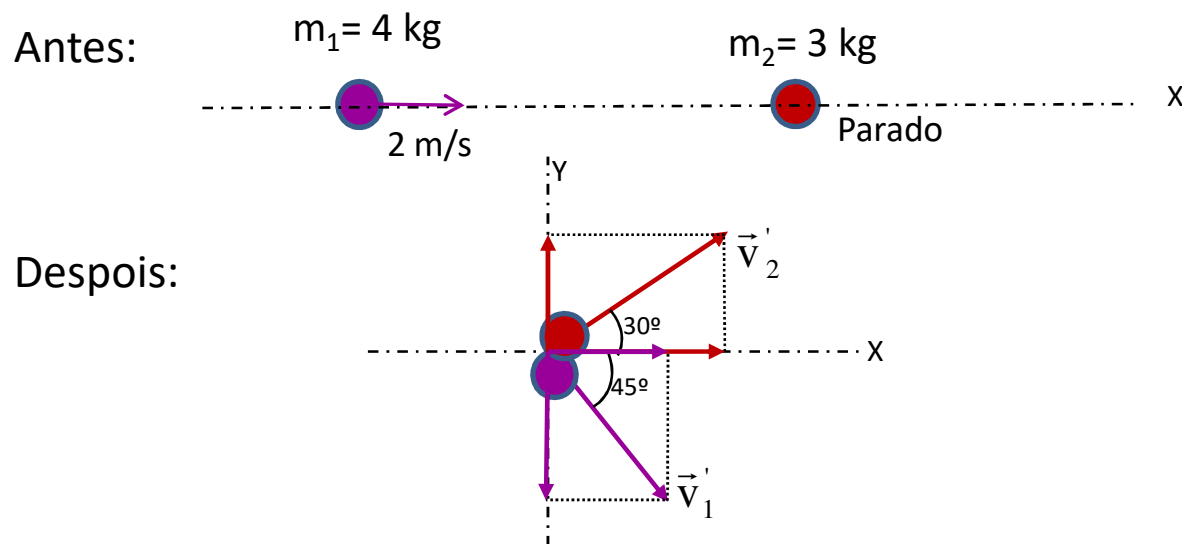
Pelo tanto a masa da segunda locomotora será:

$$m_2 = 100000 - 75000 = 25000 \text{ kg} = 25 \text{ t}$$

EXEMPLO 2. EXERCICIO DE CHOQUE:

Unha partícula de masa 4 kg e velocidade 2 m/s choca contra outra de 3 kg que está en repouso. A primeira desvíase -45° respecto da dirección inicial e a segunda 30° . Calcular as velocidades de ambas partículas despois do choque.

SOLUCIÓN:



$$\text{Antes.} \quad \vec{v}_1 = 2 \vec{i} \text{ m/s} \quad ; \quad \vec{v}_2 = 0 \vec{i} \text{ m/s}$$

$$\text{Después.} \quad \vec{v}'_1 = v'_{1x} \vec{i} + v'_{1y} (-\vec{j}) = v'_1 \cos 45^\circ \vec{i} - v'_1 \sin 45^\circ \vec{j}$$

$$\vec{v}'_2 = v'_{2x} \vec{i} + v'_{2y} \vec{j} = v'_2 \cos 30^\circ \vec{i} + v'_2 \sin 30^\circ \vec{j}$$

Aplicamos o Teorema de conservación da cantidade de movemento para un instante anterior e outro posterior ao choque:

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{antes}} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_{\text{después}} \Rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \Rightarrow 4 \cdot 2 \vec{i} = 4 \vec{v}'_1 + 3 \vec{v}'_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 \vec{i} = 4(v'_1 \cos 45^\circ \vec{i} - v'_1 \sin 45^\circ \vec{j}) + 3(v'_2 \cos 30^\circ \vec{i} + v'_2 \sin 30^\circ \vec{j}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 \vec{i} = (4v'_1 \cos 45^\circ + 3v'_2 \cos 30^\circ) \vec{i} + (-4v'_1 \sin 45^\circ + 3v'_2 \sin 30^\circ) \vec{j}$$

Polo tanto debe cumprirse que:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Eixo X: } 8 = 4v'_1 \cos 45^\circ + 3v'_2 \cos 30^\circ \\ \text{Eixo Y: } 0 = -4v'_1 \sin 45^\circ + 3v'_2 \sin 30^\circ \end{array} \right\} \text{ Só queda resolver o sistema:}$$

$$\left. \begin{array}{l} 8 = 4v'_1 \frac{\sqrt{2}}{2} + 3v'_2 \frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 = -4v'_1 \frac{\sqrt{2}}{2} + 3v'_2 \frac{1}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 16 = 4\sqrt{2}v'_1 + 3\sqrt{3}v'_2 \quad \text{(I)} \\ 0 = -4\sqrt{2}v'_1 + 3v'_2 \quad \text{(II)} \end{array} \right\} \text{ Sumando ambas ecuaciones:}$$

$$16 = (3\sqrt{3} + 3) v_2' \quad \Rightarrow \quad v_2' = \frac{16}{3\sqrt{3} + 3} = 1,95 \text{ m/s}$$

Substituindo em (II) e despxando:

$$v_1' = \frac{3v_2'}{4\sqrt{2}} = \frac{3 \cdot 1,95}{4\sqrt{2}} = 1,03 \text{ m/s}$$