

Laboratório de Mecânica
4300254
8ª Aula

Nemitala Added

nemitala@if.usp.br

Prédio novo do Linac, sala 204, r. 6824

Experimento 4

Colisões Elásticas

Leis de conservação

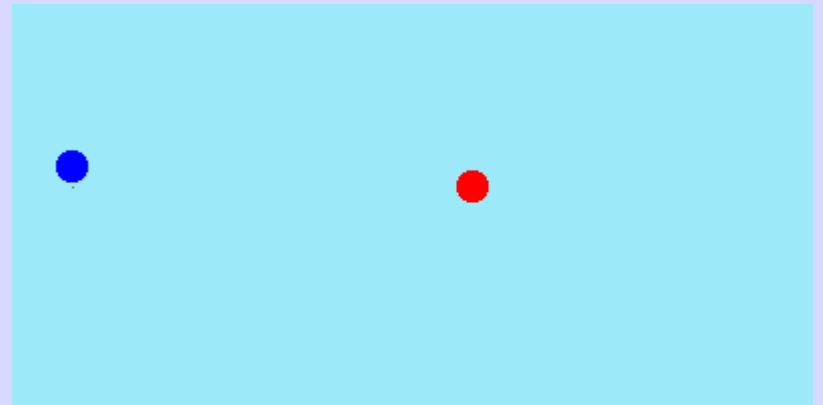
Momento Linear

Antes e depois da colisão

Energia mecânica

Cinética

Sistema laboratório e CM

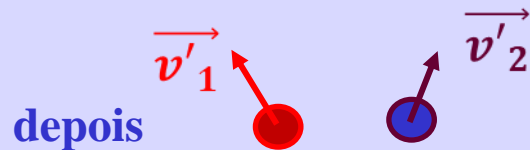


Arranjo experimental sem perdas?
Informações dependem do referencial?

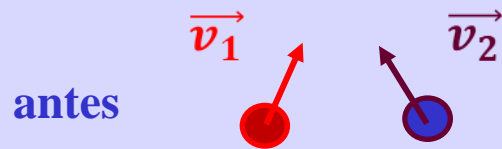
Colisões Elásticas

Referencial do Laboratório

Conservação momento linear

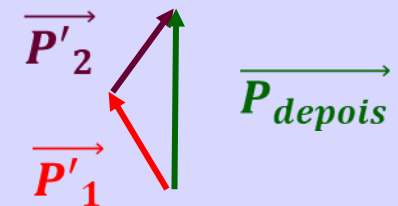
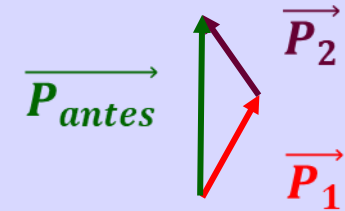


$$\vec{P}_{antes} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$



$$\vec{P}_{depois} = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

Comparar módulo, direção e sentido



Conservação energia

Sistema isolado

Cons energia mecânica

Energia cinética

$$E_{antes} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

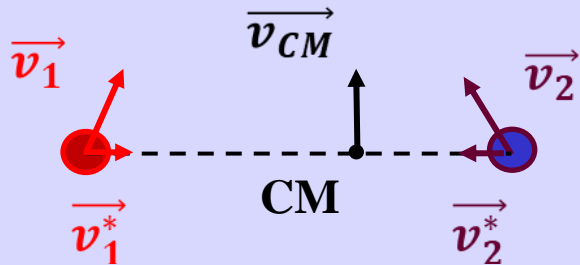
$$E_{depois} = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

Comparar módulo

Colisões Elásticas

Referencial do Centro de massa

$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$$



Velocidade partículas no laboratório

$$\vec{v}_1 \quad \vec{v}_2$$

Velocidade do centro de massa

$$\vec{v}_{CM}$$

Velocidade partículas no CM

$$\vec{v}_1^* \quad \vec{v}_2^*$$

Momento linear no CM

$$\vec{P}_{tot} = \vec{P}_{CM} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

$$\vec{P}_{tot} = (m_1 + m_2) \vec{v}_{CM}$$

Energia cinética no CM

Para 1 partícula

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{CM} + \vec{v}_1^*$$

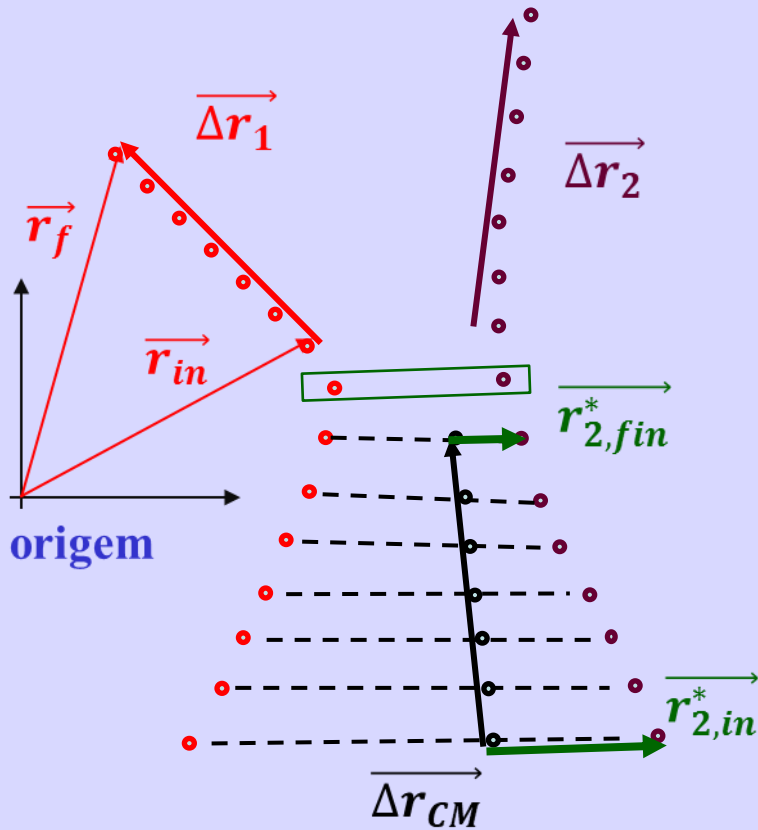
$$E_{cin} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{CM}^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^{*2} + m_1 \vec{v}_{CM} \cdot \vec{v}_1^*$$

$$E_{tot} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{CM}^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^{*2} + \frac{1}{2} m_2 v_2^{*2} + \vec{v}_{CM} \cdot (m_1 \vec{v}_1^* + m_2 \vec{v}_2^*)$$

Energia cinética do CM

Energia cinética no CM

Colisões Elásticas



Referencial lab

$$\vec{v}_i = \frac{\Delta \vec{r}_i}{\Delta t} \quad \vec{P}_i = m_i \vec{v}_i \quad \vec{P}_{tot} = \sum \vec{P}_i$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_{in}$$

Referencial CM

Definir CM
$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$$

Movimento do CM

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\Delta \vec{r}_{CM}}{\Delta t} \quad \vec{P}_{CM} = (m_1 + m_2) \vec{v}_{CM}$$

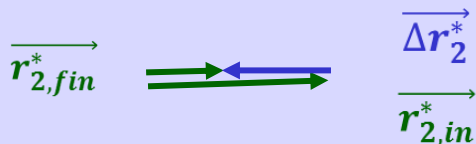
Movimento das partículas no ref de CM

$$\vec{v}_i^* = \frac{\Delta \vec{r}_i^*}{\Delta t} \quad \Delta \vec{r}_2^* = \vec{r}_{2,fin}^* - \vec{r}_{2,in}^*$$

$$\vec{P}_i^* = m_i \vec{v}_i^*$$

Diferença dos vetores em relação ao CM

Origem dos vetores no CM



Incertezas

Regras gerais

$$f = ax + by$$

$$\sigma f = \sqrt{(a \sigma x)^2 + (b \sigma y)^2}$$

$$f = k \frac{x^a y^b}{z^c}$$

$$\frac{\sigma f}{f} = \sqrt{\left(a \frac{\sigma x}{x}\right)^2 + \left(b \frac{\sigma y}{y}\right)^2 + \left(c \frac{\sigma z}{z}\right)^2}$$

Conservação momento linear

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t} \quad \frac{\sigma_v}{v} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\Delta r}}{\Delta r}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\Delta t}}{\Delta t}\right)^2}$$

$$P = m v \quad \frac{\sigma_P}{P} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_v}{v}\right)^2}$$

Conservação energia

$$E_{cin} = \frac{1}{2} m v^2 \quad \frac{\sigma_{E_{cin}}}{E_{cin}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2 + \left(2 \frac{\sigma_v}{v}\right)^2}$$

$$E_{tot} = E_1 + E_2 + E_3$$

$$\sigma_{E_{tot}} = \sqrt{\sigma_{E1}^2 + \sigma_{E2}^2 + \sigma_{E3}^2}$$

Atividades

Etapa 1

Obter as velocidades das massas no referencial de CM

Determinar momentos lineares no referencial de CM

Determinar variação das distâncias das massas em função do tempo

Etapa 2

Analisar propriedades de conservação

Verificar conservação do momento linear total

Laboratório e CM (vetores – módulo, direção e sentido)

Checar cancelamento dos momentos das massas no referencial de CM

Verificar conservação de energia cinética

Laboratório e CM