

Laboratório de Mecânica
4300254
7^a Aula

Nemitala Added

nemitala@if.usp.br

Prédio novo do Linac, sala 204, r. 6824

Experimento 5

Colisões Elásticas

Leis de conservação

Momento Linear

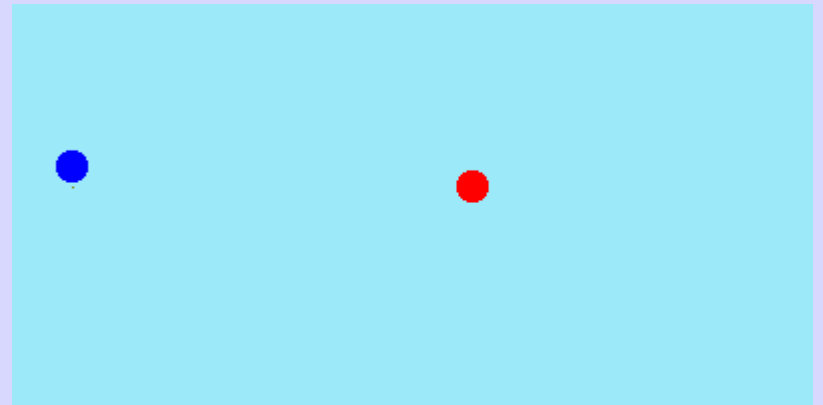
Antes e depois da colisão

Sistema laboratório e CM

Energia mecânica

Cinética

Sistema laboratório e CM

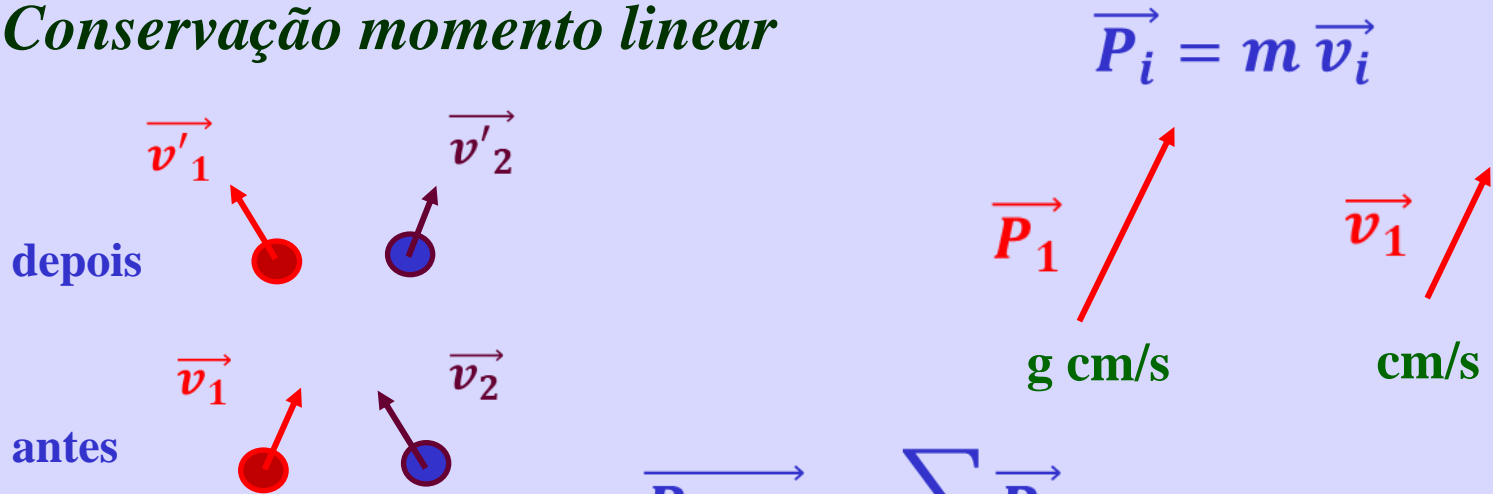


Arranjo experimental sem perdas?
Informações dependem do referencial?

Colisões Elásticas

Referencial do Laboratório

Conservação momento linear

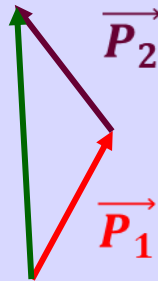


$$\vec{P}_{total} = \sum \vec{P}_i$$

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

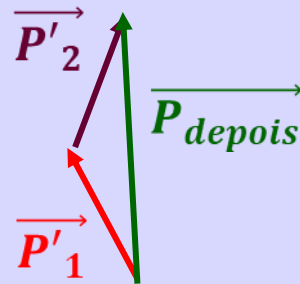
$$\vec{P}_{antes} \quad \vec{P}_1 \quad \vec{P}_2$$

$$\vec{P}_{antes}$$



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

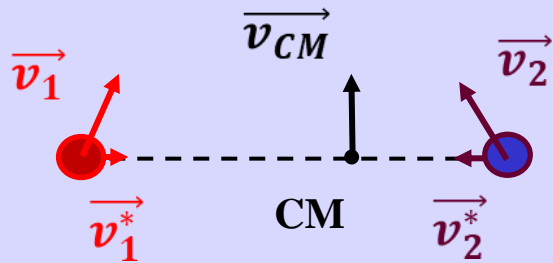
$$\vec{P}_{depois} \quad \vec{P}'_1 \quad \vec{P}'_2$$



Comparar módulo, direção e sentido

Colisões Elásticas

Referencial do Centro de massa (antes ou depois da colisão)



Velocidade partículas no laboratório \vec{v}_1 \vec{v}_2

Velocidade do centro de massa \vec{v}_{CM}

Velocidade partículas no CM \vec{v}_1^* \vec{v}_2^*

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

Posição do centro de massa

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

$$x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

$$y_{cm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2}$$

Momento linear no CM

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

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

Colisões Elásticas

Referencial lab

Cálculo do momento total

Momento lineares de cada partícula

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

Referencial CM

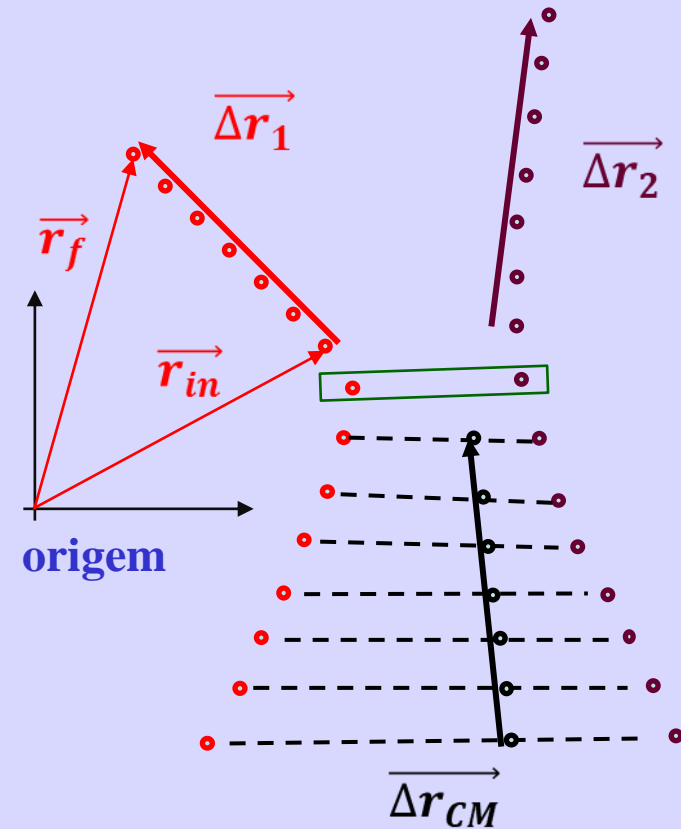
Definir CM

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

$$x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad y_{cm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2}$$

Calcular velocidade e momento total no CM

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



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

Incertezas

Conservação momento linear

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

Regras gerais

$$f = ax + by$$

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

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

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

Atividades

Etapa 1

Obter as trajetórias dos dois puques

Usar imagem dos quadros disponível no site

[http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/translacao/colisoes2D/filmesequadr
os.php](http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/translacao/colisoes2D/filmesequadr
os.php)

Etapa 2

Analisar dados das trajetórias

Obter vetores de velocidade

Partículas (nos dois referenciais) e do CM

Verificar conservação de momento linear

Laboratório e CM

Página com vídeos do experimento

MECÂNICA EXPERIMENTAL COM IMAGENS

LABORATÓRIO VIRTUAL DE MECÂNICA

Homepage Experimentos de Translação Experimentos de Rotação Guias Auxiliares

Apresentação Filmagens Materiais **Filmes e Quadros** Vídeos Quadros

COLISÕES BIDIMENSIONAIS: PARÂMETROS DAS SITUAÇÕES

A seguir, estão dispostas informações a respeito do arranjo experimental utilizado nas diferentes situações de colisão.

Velcro	Disco	Massa ($\pm 10^{-4}$ g)	Situações			
			A	B	C	D
Sem	1	11,9904 g				
	2	11,9879 g	✓			✓
	3	23,6247 g				
	4	23,5851 g	✓		✓	
	5	36,7762 g		✓	✓	
	6	36,7658 g				
	7	13,3528 g		✓		✓

Com a precisão de 4 casas decimais, seria necessário corrigir o valor da massa, considerando o empuxo do ar. Para não precisarmos proceder com a correção, considere o valor da massa apenas até a terceira casa decimal!

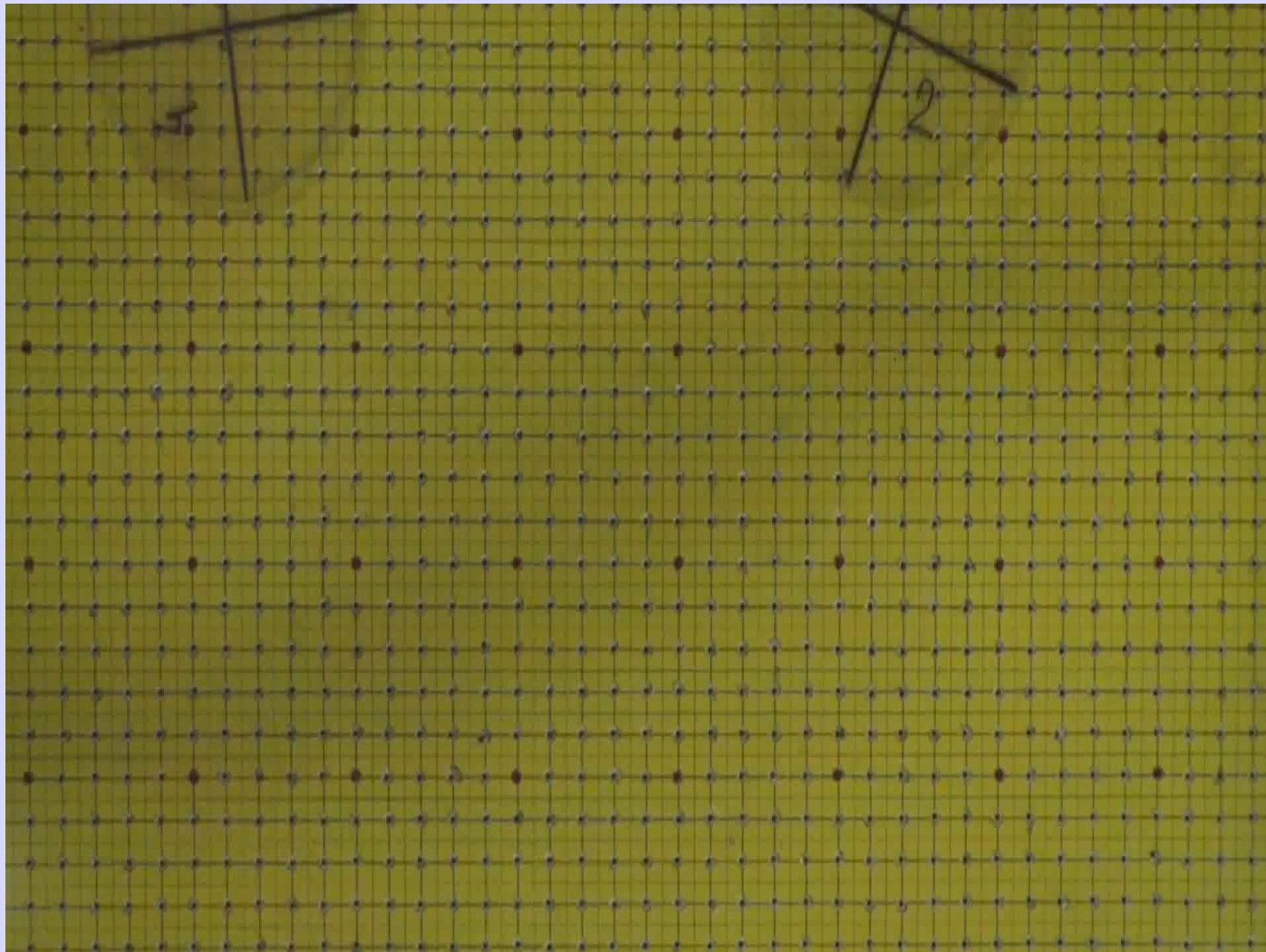
Equipe Agradecimentos Divulgação Contato

Departamento de Física Experimental
Instituto de Física
Universidade de São Paulo

Quatro colisões distintas

Colisão entre puques 2 e 4

Video da colisão A - 480 frames/seg



Separação de frames

6 conjuntos de frames diferentes do mesmo vídeo – colisão A

The image shows a screenshot of a web-based virtual laboratory interface. At the top, a large banner reads "MECÂNICA EXPERIMENTAL COM IMAGENS" and "LABORATÓRIO VIRTUAL DE MECÂNICA". Below this are four orange buttons: "Homepage", "Experimentos de Translação", "Experimentos de Rotação", and "Guias Auxiliares". A navigation bar contains tabs for "Apresentação", "Filmes e Quadros", "vídeos", and "quadros". The main content area is titled "COLISÕES BIDIMENSIONAIS: QUADROS DAS SITUAÇÕES". It prompts the user to "Escolha abaixo a situação cujos quadros você deseja analisar:". Under the heading "SITUAÇÕES A", there is a list of radio buttons for options A1 through A6. To the right of this list is a large, empty rectangular box with a blue border, intended for displaying the selected frames.

MECÂNICA EXPERIMENTAL COM IMAGENS
LABORATÓRIO VIRTUAL DE MECÂNICA

Homepage Experimentos de Translação Experimentos de Rotação Guias Auxiliares

Apresentação Filmes e Quadros vídeos quadros

COLISÕES BIDIMENSIONAIS: QUADROS DAS SITUAÇÕES

Escolha abaixo a situação cujos quadros você deseja analisar:

SITUAÇÕES A

- A1
- A2
- A3
- A4
- A5
- A6

[Empty rectangular box for frame display]

Seleção situação A1

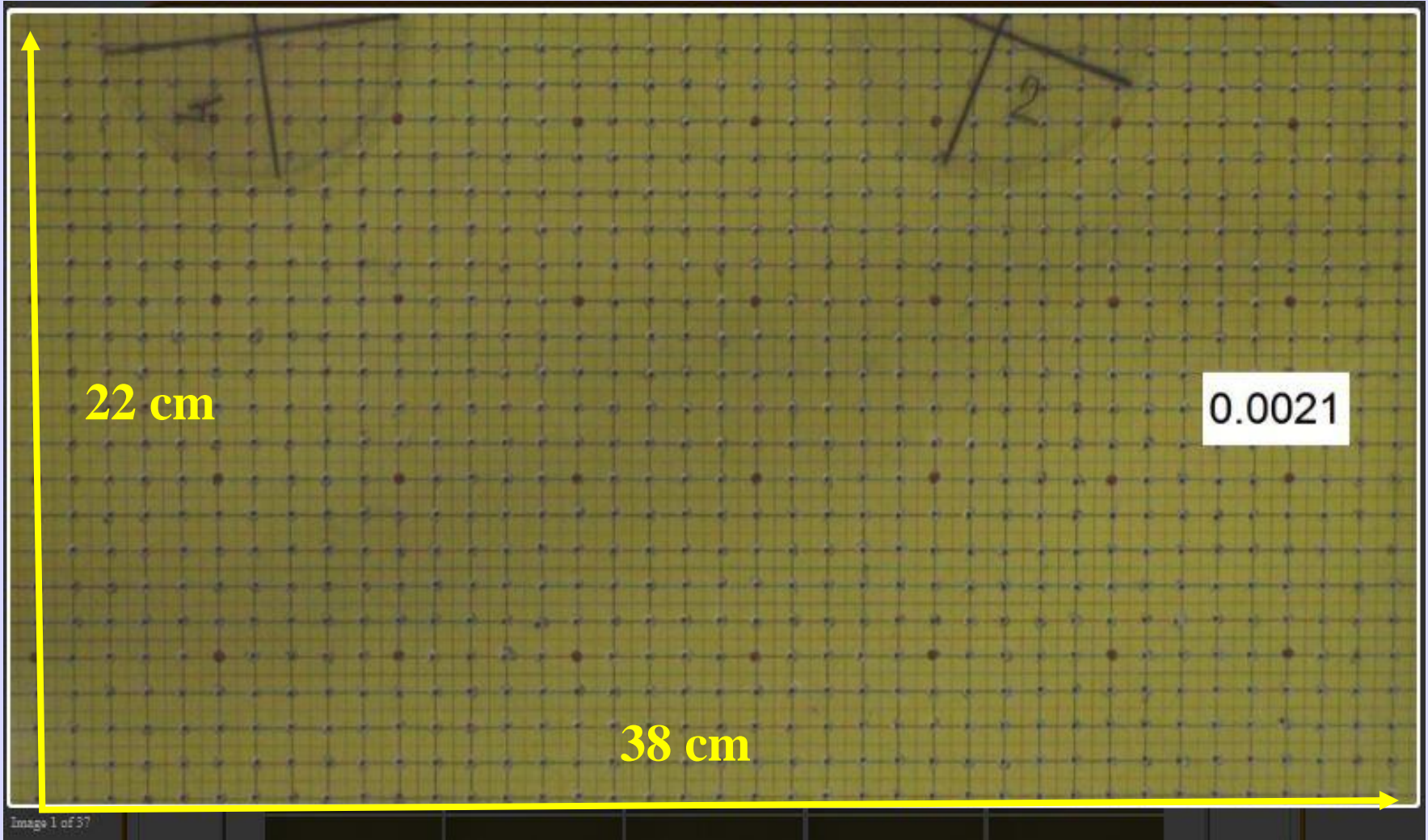
Apresentação Filmes e Quadros Vídeos quadros

<< Voltar às situações

COLISÕES: QUADROS DA SITUAÇÃO A1

The image displays a sequence of 35 small video frames arranged in a 7x5 grid. Each frame shows two objects, represented by small icons with 'x' marks, moving towards each other on a dark background. The objects are positioned in the center of the frame, and their relative positions change across the frames, indicating a collision. Below the main grid, there are two larger frames showing a close-up of the collision point, where the two objects are in direct contact.

Seleção primeiro frame



Separação do vídeo por grupos

Grupo	Situação
1	A1, A2, A3
2	A4, A5, A6
3	B1, B2, B3
4	B4, B5, B6
5	C1, C2, C3
6	C4, C5, C6
7	D1, D2, D3
8	D4, D5, D6