

# AVISO

Este material é parte dos recursos didáticos da disciplina *Física Básica I*, do curso de Bacharelado em Ciências da Computação e Informática Biomédica, oferecida pelo Departamento de Física da Universidade de São Paulo, campus de Ribeirão Preto.

As reproduções de imagens e outros materiais têm o único propósito de uso como recurso didático. Desta forma, nenhuma informação, imagem, totalidade ou partes do conteúdo devem ser utilizados para outros fins.

---

Departamento de Física  
Física Básica 1

# CENTRO DE MASSA E MOMENTO LINEAR PARTE 2

PATRÍCIA NICOLUCCI

# RECAPITULANDO...

O **centro de massa** de um sistema de partículas é o ponto que se move:

1. Como se toda a massa estivesse concentrada nesse ponto
2. Como se todas as forças fossem aplicadas a esse ponto

Para um sistema em três dimensões:

$$x_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i$$

$$y_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i y_i$$

$$z_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_i$$



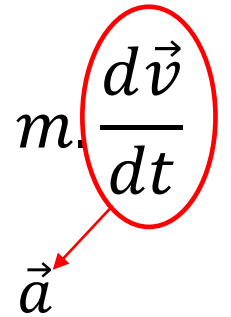
# MOMENTO LINEAR

O **momento linear** de uma partícula é dado por:

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

(kg.m/s no S.I.)

Podemos reescrever a 2ª Lei de Newton em função do momento linear:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$


Assim, o momento linear de uma partícula só se altera pela ação de uma força resultante.

# MOMENTO LINEAR PARA UM SISTEMA DE PARTÍCULAS

O momento linear de um sistema de partículas é dado por:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i \quad \text{ou} \quad \boxed{\vec{P} = M \cdot \vec{v}_{CM}}$$

Assim, para o sistema de partículas:  $\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{P}}{dt}$

Força externa resultante  
sobre as partículas do  
sistema



O momento do sistema  
só muda se houver uma  
força externa sobre ele

# COLISÃO E IMPULSO

Em uma colisão há uma força de curta duração e grande intensidade sobre um corpo.

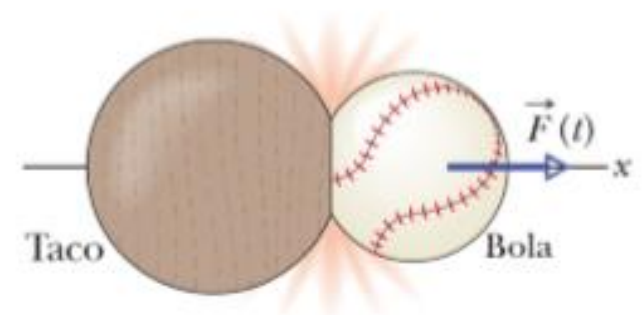
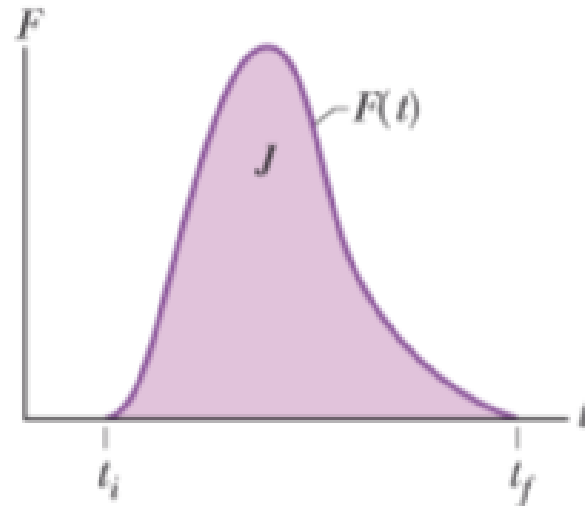
A força  $F(t)$  sobre a bola varia durante a colisão, sendo:

$$d\vec{p} = \vec{F}(t) \cdot dt$$

Integrando dos dois lados:

$$\int_{t_1}^{t_2} d\vec{p} = \underbrace{\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t) \cdot dt}_{\vec{J}}$$

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



# CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR

---

Se um sistema é isolado (não há forças externas atuando sobre ele) e fechado (não ganha nem perde massa), então  $\vec{P} = \text{constante}$



Lei de conservação do momento linear

Para um sistema fechado sob ação de uma força externa, a componente do momento na direção da força varia.

# COLISÕES

## Colisão elástica

A energia cinética total antes e depois da colisão é igual



a energia cinética total é conservada



## Colisão inelástica

A energia cinética total antes e depois da colisão não é igual



a energia cinética total não é conservada



parte da energia cinética é transformada em  
outro tipo de energia (térmica, sonora, etc)



Colisão perfeitamente inelástica



# COLISÃO INELÁSTICA

Da conservação de momento, tem-se:

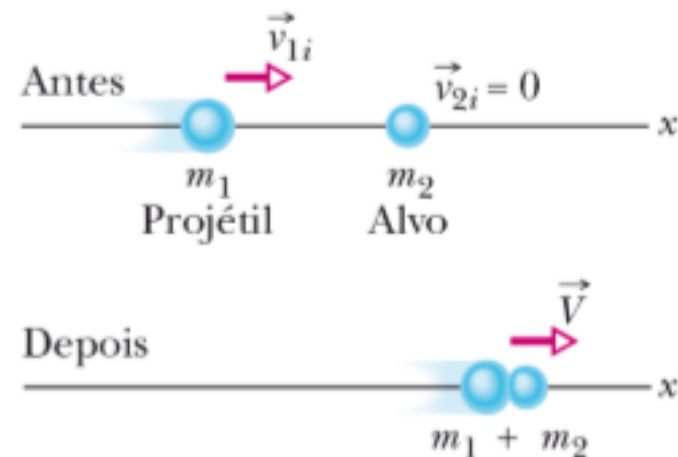
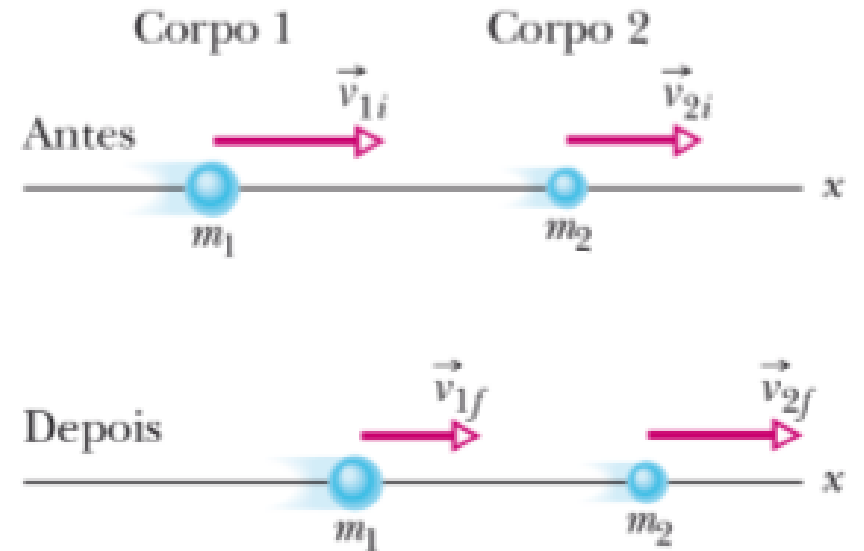
$$\underbrace{\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}}_{\text{Momento inicial}} = \underbrace{\vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}}_{\text{Momento final}}$$

ou

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

Se a colisão for perfeitamente inelástica:

$$m_1 v_{1i} = (m_1 + m_2) \cdot V$$



# COLISÃO INELÁSTICA

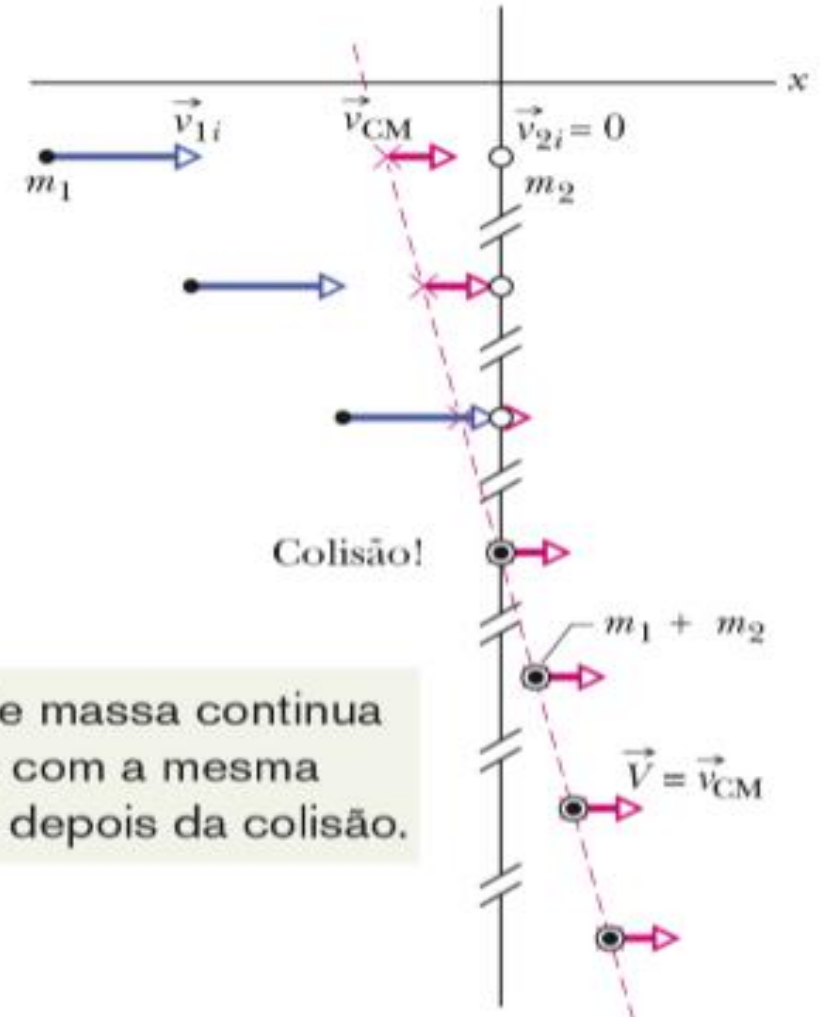
Se a colisão for perfeitamente inelástica:

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

Como o momento é conservado:

$$\vec{P} = \underbrace{\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}}_{\text{Momento inicial}} = \underbrace{\vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}}_{\text{Momento final}}$$

O centro de massa dos dois corpos está entre eles e se move com velocidade constante.



O centro de massa continua a se mover com a mesma velocidade depois da colisão.

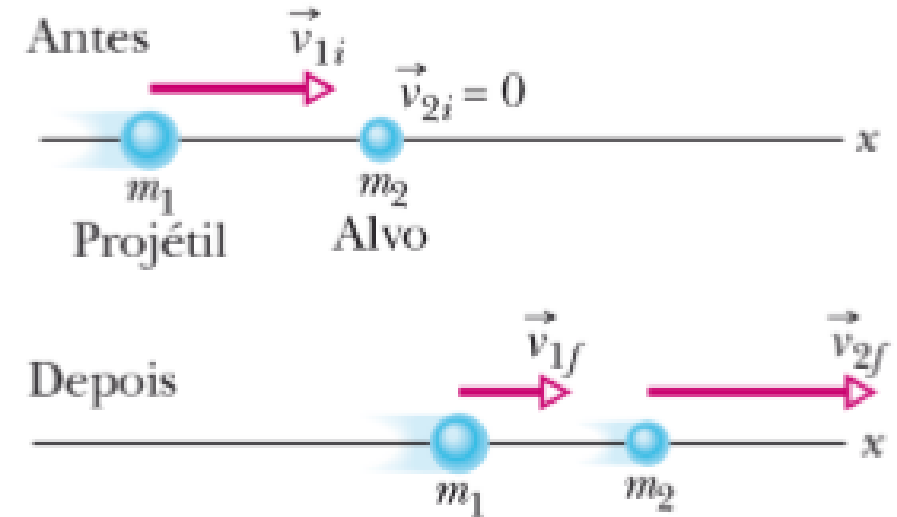
# COLISÃO ELÁSTICA

Da conservação de momento, tem-se:

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

Da conservação de energia cinética, tem-se:

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_{2f}^2$$

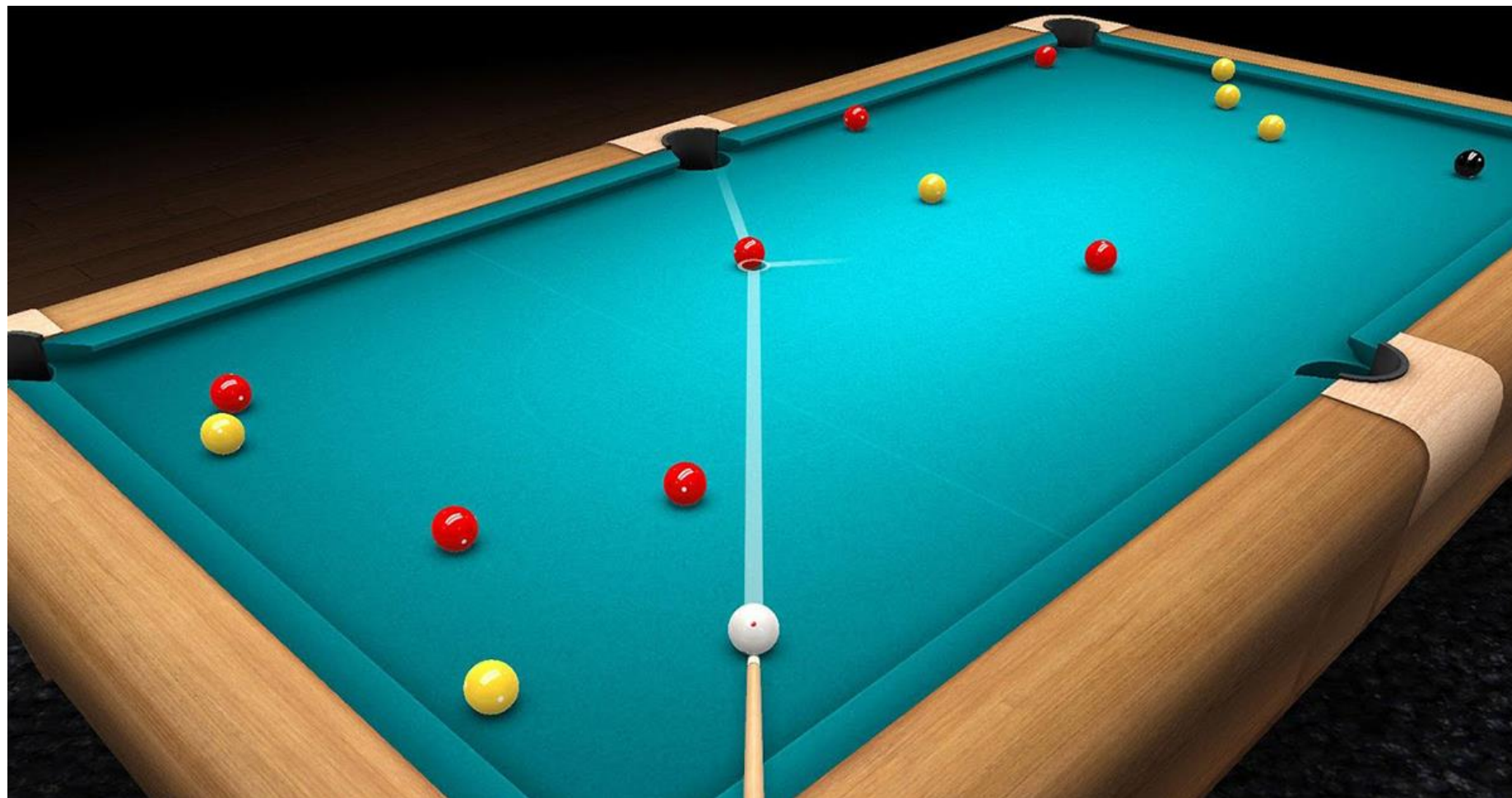


$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

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

# COLISÃO ELÁSTICA

---



# DESTAQUES

---

- O momento linear de um corpo é dado por  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
- O momento de um sistema de partículas não pode mudar se não houver uma força externa atuando sobre as partículas
- O impulso é igual a variação do momento
- O momento linear se conserva em um sistema isolado
- Em uma colisão elástica, a energia cinética total se conserva, ao contrário de uma colisão inelástica



Jearl Walker  
Fundamentos de  
**Física**  
  
Mecânica

