



### 3ª Atividade Prática:

## Colisão Unidimensional Conservação do Momento Linear

Professor(a): \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_

nome: \_\_\_\_\_  $n^{\circ}$  USP: \_\_\_\_\_

Data da realização do experimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Data da entrega do relatório: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**O relatório deve ser entregue no prazo de 1 semana para o professor, em sala de aula.**

Os cálculos devem ser feitos de forma clara e anexados ao relatório. Cada resultado apresentado deverá ser seguido da indicação do anexo onde os cálculos, que levaram à obtenção daquele resultado, foram feitos.

### Objetivo

O objetivo do experimento é observar a conservação do momento linear total de um sistema através de colisões unidimensionais entre dois corpos, em condições nas quais a resultante das forças externas aplicadas sobre o sistema é desprezível. A análise do movimento, através dos dados experimentais, deverá comprovar o aprendizado teórico visto em aula.

# Introdução

Quando a soma vetorial das forças externas que atuam sobre um sistema é nula, o momento linear total do sistema permanece constante, independentemente da natureza das forças internas:

$$\sum \vec{F}_e = \frac{d\vec{P}}{dt} = 0 \quad \implies \quad \vec{P} = \text{constante} \quad (1)$$

onde  $\vec{F}_e \equiv$  força externa, e  $\vec{P} \equiv$  momento linear total do sistema. Caso a resultante das forças externas não seja nula e a ação delas não possa ser desprezada, então ocorrerá variação do momento linear total do sistema. Numa colisão, quando as forças internas forem muito maiores que as forças externas, podemos desprezar completamente as forças externas e considerar o sistema como isolado. E quando estas forças (internas) forem conservativas, a energia cinética total do sistema também se conservará, caracterizando uma colisão elástica. Porém, quando a energia cinética total do sistema não se conserva, teremos então uma colisão inelástica.

## Arranjo Experimental

Neste experimento, utilizaremos uma montagem padrão do Laboratório Didático do IFUSP que permite marcar a posição de um “carrinho” que se move sobre um trilho de ar (figura 1).

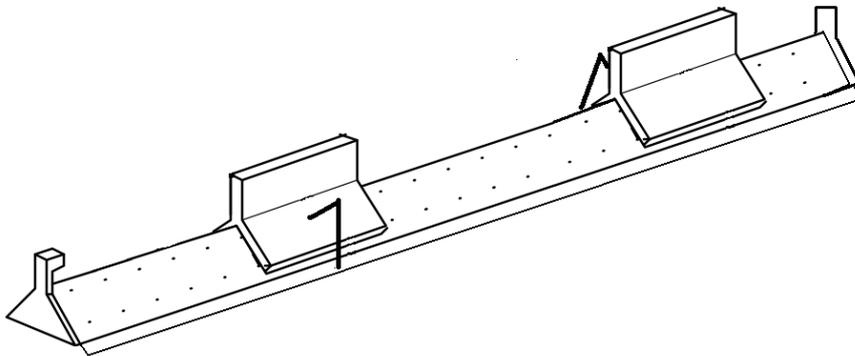


Figura 1: Representação esquemática do arranjo experimental.

O trilho consiste numa base metálica perfurada por onde o ar é injetado através de uma bomba de ar. Isto faz com que o carrinho flutue sobre o trilho, diminuindo assim

consideravelmente o atrito entre ele e a base. Acoplado ao carrinho, um faiscador, sincronizado com a rede elétrica (pulsando a intervalos constantes de  $\Delta t = \frac{1}{60} s$ ), marca a posição do corpo em uma fita de papel encerado (têrmico) que deve ser esticada ao longo dos lados da base do trilho. O faiscador é acionado por um botão de contato que deve permanecer apertado durante todo o movimento que se deseja registrar. Como a posição do corpo será marcada por um único faiscador sobre as fitas de papel encerado fixadas sobre os lados do trilho, não será possível registrar colisões nas quais o mesmo corpo inverta seu sentido de movimento. Poderemos portanto apenas registrar colisões nas quais os corpos se movem em um único sentido.

### **Dicas para uma boa coleta de dados:**

- Antes de provocar a colisão, conferir se o trilho está bem alinhado horizontalmente (com nível de bolha, ajustando a altura regulável dos pés, se for preciso), de forma que os carrinhos (quase) não se movam quando são abandonados sobre o trilho.
- Evitar que os carrinhos se choquem com velocidades baixas ou elevadas de mais (por quê?).
- Na hora de retirar as fitas de papel encerado do trilho, anotar sobre elas o carrinho correspondente a cada fita (e sua massa), o sentido do movimento e o número do choque (1 ou 2).

## **Procedimento Experimental**

Descrevam as precauções tomadas para o bom desenvolvimento da experiência assim como os procedimentos realizados para a obtenção dos dados experimentais.

## Apresentação e Análise dos Dados

O registro do movimento no papel encerado permite a determinação das velocidades iniciais (antes da colisão) e finais (após a colisão) dos dois carrinhos. Escolham duas colisões de características diferentes para serem estudadas.

**DICA:** Estudem um movimento no qual os corpos se separam após a colisão (figura 2-(1)) e outro no qual os corpos permanecem unidos após a colisão (figura 2-(2)).

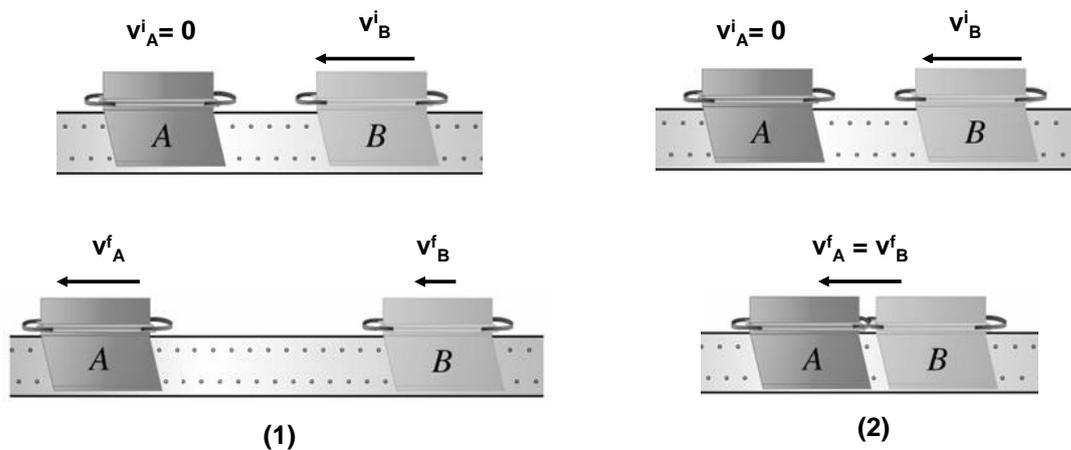


Figura 2: Dois exemplos de choques.

Através do registro do movimento no papel encerado, escolham uma sequência de pontos imediatamente anterior ao choque e sinalizem no papel encerado os pontos inicial e final da sequência escolhida.

**DICA:** Escolham uma sequência de pontos que corresponda a uma distância de aproximadamente 5 cm. Evitem distâncias muito grandes ou muito pequenas (por quê?).

Com base na sequência de pontos escolhida, apresentem a distância percorrida e o tempo gasto para percorrer tal distância, e calculem a velocidade inicial (anterior ao choque) do carrinho correspondente.

Na apresentação dos cálculos descrevam qual o instrumento utilizado para determinar  $\Delta x$ , e sua respectiva precisão. Desprezem a incerteza do tempo.

# Colisão 1

Apresentem a massa de cada carrinho e sua respectiva incerteza:

$$m_A = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$m_B = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

## Antes da colisão 1:

carrinho A

carrinho B

$$|\Delta x_{A_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|\Delta x_{B_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{A_1}^i = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{B_1}^i = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{A_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{B_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{A_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{B_1}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{A_1}^i = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{B_1}^i = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

Procedam da mesma forma, escolhendo uma sequência exatamente posterior ao choque e calculando a velocidade final dos carrinhos.

## Após a colisão 1:

carrinho A

carrinho B

$$|\Delta x_{A_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|\Delta x_{B_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{A_1}^f = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{B_1}^f = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{A_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{B_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{A_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{B_1}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{A_1}^f = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{B_1}^f = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

## Colisão 2

Apresentem a massa de cada carrinho e sua respectiva incerteza:

$$m_A = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$m_B = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

### Antes da colisão 2:

carrinho A

$$|\Delta x_{A_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{A_2}^i = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{A_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{A_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{A_2}^i = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

carrinho B

$$|\Delta x_{B_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{B_2}^i = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{B_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{B_2}^i| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{B_2}^i = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

### Após a colisão 2:

carrinho A

$$|\Delta x_{A_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{A_2}^f = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{A_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{A_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{A_2}^f = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

carrinho B

$$|\Delta x_{B_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$\Delta t_{B_2}^f = (\text{_____}) \text{_____}$$

$$|v_{B_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$|p_{B_2}^f| = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

$$E_{B_2}^f = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{_____}$$

1. Verifiquem a conservação do momento linear no referencial do laboratório para as duas colisões. Comentem.

2. Verifiquem se houve conservação da energia cinética e classifiquem as duas colisões estudadas. Comentem.

## Resultados e Discussão

1. Com base nos resultados obtidos, discutam a consideração de um “sistema isolado”. Comentem a interferência de forças externas, sua origem e sua importância na montagem experimental utilizada.