



Universidade de São Paulo Instituto de Física

4323201 Física Experimental A

- 1)..... N°. USP Turma:.....
 2)..... N°. USP Data:.....
 3)..... N°. USP Professor:.....

E3- Colisão Bidimensional Guia de trabalho

Objetivo. Estudar (1) a conservação da energia mecânica de uma esfera metálica descendo em uma rampa; (2) conservação do momento linear e da energia cinética em uma colisão entre duas esferas metálicas.

1. Tomada de dados

(1) Meça a massa e o diâmetro da esfera incidente 1 (m_1 , D_1) e da esfera alvo 2 (m_2 , D_2), usando a balança digital e o paquímetro, respectivamente. Indique os resultados abaixo:

$$m_1 = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \times 10^{\text{expoente}} \text{ kg} \quad D_1 = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \text{ mm}$$

$$m_2 = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \times 10^{\text{expoente}} \text{ kg} \quad D_2 = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \text{ mm}$$

(2) Monte o arranjo experimental* como mostra a figura 1(a) ao lado.

(3) Meça a altura do ponto de partida da esfera 1 no topo do trilho, onde um ímã segura a esfera inicialmente através da placa plástica, e outra do ponto de arremesso da esfera no fim do trilho, em relação à base plana (H_t) e (H), respectivamente. Anote abaixo esses valores:

$$H_t = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \times 10^{\text{expoente}} \text{ m}$$

$$H = \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \times 10^{\text{expoente}} \text{ m}$$

(4) Calcule a altura do ponto de partida em relação ao ponto de arremesso h :

$$h = H_t - H,$$

$$\text{Atenção: } \sigma_h^2 = \sigma_{H_t}^2 + \sigma_H^2$$

$$= \left(\frac{\text{valor medido}}{\text{valor medido}} \pm \frac{\text{incerteza}}{\text{incerteza}} \right) \times 10^{\text{expoente}} \text{ m}$$

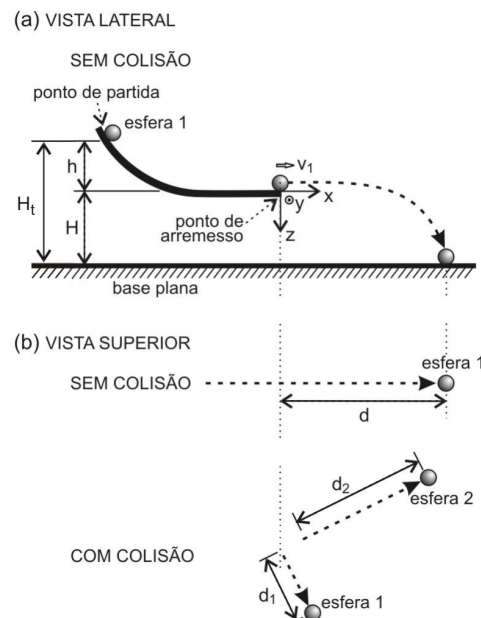


Figura 1. Queda de esfera e colisão. (a) Vista lateral de queda de esfera; (b) Vista superior sem e com colisão.

* O equipamento foi elaborado por M.Sc. Cláudio Hiroyuki Furukawa, do Laboratório Didático do IFUSP.

- (5) No ponto de partida, afaste o ímã da esfera 1 para ela cair livremente e observe a posição em que a esfera atinge a mesa. Posicione a esfera 2 no furo da parte horizontal do trilho e solte novamente a esfera 1. Observe as posições em que as esferas atingem a mesa. Fixe na mesa, usando um pedaço de fita crepe, uma folha de papel milimetrado. A folha deve ser fixada de maneira a cobrir a posição em que as esferas atingem a mesa nas duas situações de lançamento. Além disso, a folha deve cobrir as posições do ponto de arremesso (veja Fig. 1(a)) e do furo na parte horizontal do trilho, em que a esfera 2 será colocada posteriormente.
- (6) Coloque o papel carbono, com a face fosca (tinta) voltada para baixo, sobre a folha de papel. Com o auxílio de um prumo, marque na folha as posições do ponto de arremesso e do furo no qual a esfera 2 será colocada.
- (7) Solte a esfera 1 do ponto de partida para marcar sua posição de alcance na folha sem colisão.
- (8) Agora, posicione a esfera 2 no furo no trilho e solte a esfera 1 do ponto de partida para provocar uma colisão entre as duas esferas. Marque as posições em que cada esfera atinge a base plana.

2. Análise

2.1 Velocidade v_1 antes da colisão

- (1) Calcule a velocidade da esfera 1 esperada teoricamente, $v_{1,teo}$, quando chega ao ponto de arremesso, usando a equação (5.8) do guia de estudo e $g = 9,7864 \text{ m/s}^2$.

$$v_{1,teo} = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = (\quad \pm \quad) \text{ m/s}$$

$$\left(\frac{\sigma_{v_{1,teo}}}{v_{1,teo}} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_h}{h} \right)^2$$

- (2) Usando o papel milimetrado, trace uma linha reta ligando o ponto de arremesso e a posição da esfera 1 (situação sem colisão). Meça e anote a distância de alcance da esfera 1 conforme indicado na figura 1(b):

$$d = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — m}$$

- (3) Calcule o tempo de queda livre Δt da esfera na altura de H , e a velocidade v_1 quando a esfera chega ao ponto de arremesso:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = (\quad \pm \quad) \text{ s}$$

$$v_1 = \frac{d}{\Delta t} = (\quad \pm \quad) \text{ m/s}$$

$$\left(\frac{\sigma_{\Delta t}}{\Delta t} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_H}{H} \right)^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{v_1}}{v_1} \right)^2 = \left(\frac{\sigma_d}{d} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\Delta t}}{\Delta t} \right)^2$$

(4) O valor de $v_{1,teo}$ é equivalente ao valor de v_1 dentro de $1\sigma_{v_1}$?

() Sim () Não

Caso escolhido “Não”, especifique as possíveis causas. _____

2.2 Velocidades v'_1 e v'_2 depois da colisão

(1) Trace duas retas d_1 e d_2 correspondentes as distâncias de alcance para as esferas 1 e 2, conforme indicado na figura 1(b). Anote abaixo os valores:

$$d_1 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ m}$$

$$d_2 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ m}$$

(2) Calcule a velocidade da esfera 1, v'_1 , e a da esfera 2, v'_2 , depois da colisão:

$$v'_1 = \frac{d_1}{\Delta t} = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ m/s}$$

$$v'_2 = \frac{d_2}{\Delta t} = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ m/s}$$

2.3 Energia cinética

(1) Calcule a energia cinética de translação antes da colisão K :

$$\left(\frac{\sigma_K}{K}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{m_1}}{m_1}\right)^2 + \left(2\frac{\sigma_{v_1}}{v_1}\right)^2$$

$$K = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ _____} .$$

valor calculado incerteza expoente unidade

(2) Calcule a energia cinética total depois da colisão K' :

$$K'_1 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ _____} ,$$

$$K'_2 = \frac{1}{2} m_2 v'^2_2 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ _____} ,$$

$$K' = K'_1 + K'_2 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \times 10^{\text{---}} \text{ _____} .$$

(3) É possível concluir que houve conservação da energia cinética na colisão? Por qual razão?

() Sim () Não

2.4 Momento linear

(1) Calcule $P = m_1 v_1$ e anote o valor abaixo:

$$P = m_1 v_1 = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — } \quad .$$

(2) Projete os vetores $\vec{d}_1$ e $\vec{d}_2$ nas direções x e y , sendo x a direção de movimento da esfera 1 sem a colisão, e y perpendicular a x .

(3) Calcule $m_1 v'_{1x}$ e $m_1 v'_{1y}$. Calcule também $m_2 v'_{2x}$ e $m_2 v'_{2y}$. Anote seus valores abaixo.

$$m_1 v'_{1x} = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — } \quad ,$$

$$m_1 v'_{1y} = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — } \quad ,$$

$$m_2 v'_{2x} = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — } \quad ,$$

$$m_2 v'_{2y} = (\quad \pm \quad) \times 10 \text{ — } \quad .$$

(4) É possível concluir que houve conservação do momento linear total na colisão?

() Sim () Não

Justifique abaixo sua resposta:

Atenção: Verifique cuidadosamente se todos os campos foram preenchidos. Anexe ao guia o papel milimetrado utilizado na realização do experimento.