

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
JOINVILLE



Roteiro da Experiência 7

Colisão inelástica

FÍSICA EXPERIMENTAL I – FEX1001

Joinville/SC, julho de 2022

1. Objetivo

Determinar experimentalmente o coeficiente de restituição r entre uma bola e a superfície da bancada.

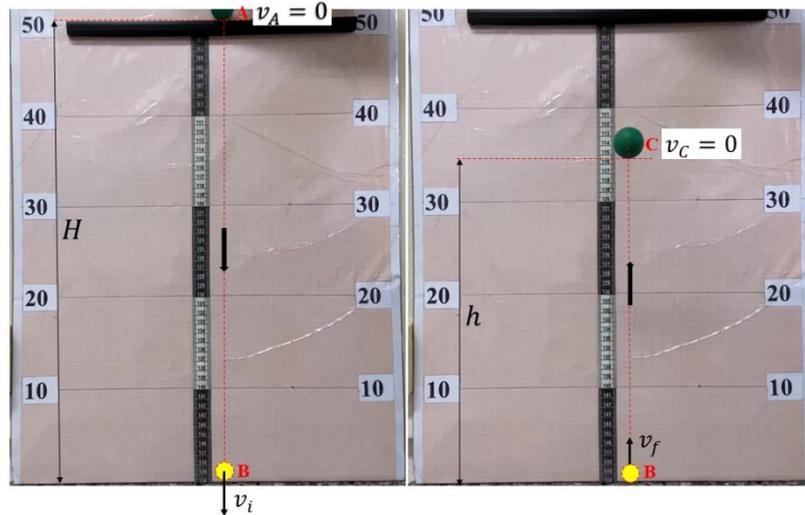


Figura 1: Colisão inelástica da bola com a superfície da bancada.

2. Teoria

Na Figura 1, ao soltar uma bola do repouso do ponto **A**, a uma altura H de uma superfície, a bola cai e colide com o ponto **B** com velocidade v_i , quica e sai com velocidade v_f , e sobe uma altura h até o ponto **C**. O coeficiente de restituição r de uma colisão entre uma bola e a superfície é definido como o módulo da razão entre as velocidades depois da colisão v_f e antes da colisão v_i ,

$$r = \frac{|v_f|}{|v_i|}. \quad (1)$$

A velocidade v_i em termos da altura H em que a bola foi largada antes da colisão é $v_i = \sqrt{2gH}$ e velocidade v_f em termos da altura h em que a bola atinge depois da colisão é $v_f = \sqrt{2gh}$ [1], e a equação (1) pode ser escrita como

$$r^2 = \frac{v_f^2}{v_i^2} = \frac{h}{H}. \quad (2)$$

Assim, obtemos a relação da altura h atingida após a colisão de uma bola largada de uma altura H

$$h = r^2 H. \quad (3)$$

Caso a bola sofra um número n de colisões inelásticas sucessivas [2], quicando n vezes, a relação das alturas h_n após n colisões, a equação (2) pode ser escrita como:

$$r^2 = \frac{h_1}{H} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{h_3}{h_2} = \dots = \frac{h_n}{h_{n-1}}, \quad (4)$$

e assim obtemos:

$$h_n = Hr^{2n} \quad (5).$$

3. Descrição da Experiência

O experimento consiste em deixar uma bola cair de uma altura H da superfície da bancada, escolhida de forma arbitrária, e medir a altura h que ela sobe após a colisão.

4. Equipamento/Material

- 1 bola, 1 anteparo escala milimetrada e filmadora do celular.

5. Procedimento Experimental

- Coloque o anteparo na parede e apoie a origem da escala (0 cm, não visível) na superfície da bancada.
- Para cada altura H de referência na Tabela 1, largue a bola dessa altura na superfície da bancada para uma colisão. Meça o as alturas envolvidas (H, h) e anote os valores na tabela. Escolha uma das alternativas para medida.
 - No olho:** Observe o momento que a bola atinge a altura máxima e meça a altura no anteparo. Realize diversas vezes até encontrar três valores próximos.
 - Vídeo-análise:** Posicione a filmadora frontalmente a meia altura de uma distância que apareça a bola e a superfície da bancada. Grave três vídeos de uma colisão até a bola atingir a altura máxima, faça vídeo-análise e obtenha as alturas envolvidas. A resolução do vídeo pode ser diferente da resolução do anteparo.

6. Resultados

I. Identificação das variáveis físicas e os instrumentos utilizados para medida direta ou medida indireta.

Identifique as variáveis das quantidades físicas (veja a **3. Descrição da Experiência**) e o erro de escala dos instrumentos de medida (veja o **4. Equipamento/Material**) utilizados ou o erro propagado da medida indireta.

| Quantidade Física | Variável | Instrumento de medida/medida indireta | Erro de escala/propagado |
|-------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|
| Altura H | | Anteparo/vídeo-análise | $\Delta H =$ |
| Altura h | | Anteparo/vídeo-análise | $\Delta h =$ |

II. Tabelas.

| Tabela 1 (* valor de referência) | | | | | | Tabela 2 | | Tabela 3 | |
|----------------------------------|----------|------------|------------|------------|----------------|----------|---------------|-------------|-------------------------|
| H (cm)* | H (cm) | h_1 (cm) | h_2 (cm) | h_3 (cm) | \bar{h} (cm) | H (m) | \bar{h} (m) | r | Δr |
| 0 | 0 | | | | 0 | 0 | 0 | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | $\bar{r} =$ | $\overline{\Delta r} =$ |

- Calcule a altura média alcançada após a colisão e complete a **Tabela 1**.
- Complete a **Tabela 2** nas unidades indicadas.
- Determine pela equação (3) a equação para coeficiente de restituição r . Calcule utilizando o valor da altura média obtido anteriormente e complete a **Tabela 3**. Calcule o valor médio do coeficiente de restituição.
- Determine a equação do erro propagado do coeficiente de restituição e utilizando o valor do coeficiente de restituição obtido anteriormente, calcule e complete a **Tabela 3**. Calcule o valor médio do erro propagado do coeficiente de restituição.

III. Construção de gráfico linear e determinação dos coeficientes a' e b' da equação da reta $y'(x') = a'x' + b'$.

- A partir da **Tabela 2**, faça um gráfico linear.
- Indique na reta obtida no gráfico, os pontos P_1 , P_2 e P_3 . Apresente os valores lidos com suas respectivas unidades.
- A partir dos valores dos pontos P_1 , P_2 e P_3 , calcule os coeficientes o valor de a' e b' com suas respectivas unidades.
- Linearize a equação (3) para o gráfico construído e obtenha as equações para a' e b' .

IV. Determinação Experimental de r e Erro.

- Determine o valor experimental de r a partir dos valores de a' e b' da **6.III.(c)** e das equações obtidas na linearização da **6.III.(d)**.
- Determine o erro percentual de r . Considere como valor de referência o resultado obtido na **6.II.(c)**. Quais são as possíveis fontes de erro?

Referências

[1] HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WALKER, J. – Fundamentos de Física – Volume 1 – Mecânica – Livros Técnicos e Científicos Editora – 8ª Edição.

[2] Experiência 2 – Construção de gráficos e linearização, FEX1001, UDESC/CCT, Joinville, 2022.