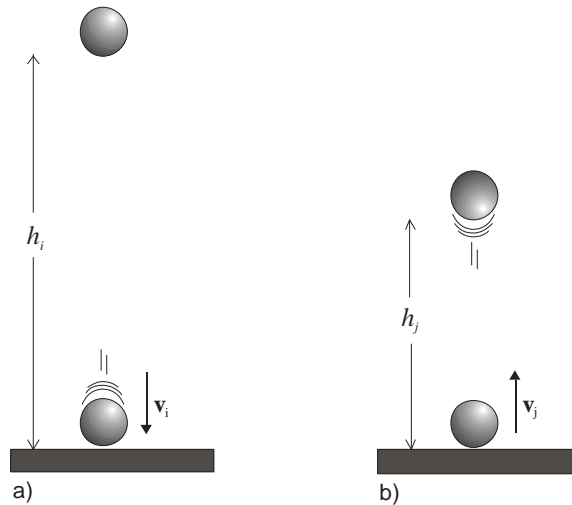


## COLISÃO INELÁSTICA

### INTRODUÇÃO

Uma colisão entre dois objetos pode ser classificada considerando-se a energia cinética do sistema antes e depois da colisão. Quando a energia cinética se conserva, a colisão é elástica; caso contrário, ela é inelástica. Quando os dois objetos permanecem unidos após a colisão, esta é perfeitamente inelástica.

Considere uma bola de borracha que, ao ser solta de uma altura  $h_i$ , chega ao chão com velocidade  $v_i$ , como representado na Fig. 1a. Durante o contato com o chão, a bola comprime-se e perde parte de sua energia cinética; em seguida, salta, com velocidade  $v_j$ , atingindo uma altura  $h_j$ , como representado na Fig. 1b.



**Figura 1** – Em (a) uma bola de borracha, solta de uma altura  $h_i$ , chega ao solo com velocidade  $v_i$ . Em (b), após a colisão, ela salta com velocidade  $v_j$ , atingindo uma altura  $h_j$ .

Na colisão com o chão, a perda de energia cinética da bola é

$$\Delta E = \frac{1}{2} m (v_i^2 - v_j^2) = \frac{1}{2} m v_i^2 (1 - r^2),$$

em que  $r = \frac{v_j}{v_i}$  é chamado de coeficiente de restituição.

Em uma colisão elástica,  $\Delta E = 0$  e, conseqüentemente,  $r = 1$ . Em uma colisão inelástica, parte da energia cinética é dissipada e, portanto,  $r < 1$ .

Em cada colisão com o chão, a bola perde parte de sua energia cinética e atinge, sucessivamente, alturas cada vez menores. É possível determinar-se o coeficiente de restituição

medindo-se as alturas  $h_i$  e  $h_j$ . Considerando-se que há conservação de energia mecânica nos intervalos antes e após cada colisão, então,

$$\frac{1}{2}mV_i^2 = mgh_i \quad \text{e}$$

$$\frac{1}{2}mV_j^2 = mgh_j \quad .$$

Portanto o coeficiente de restituição é dado por

$$r = \frac{V_j}{V_i} = \sqrt{\frac{h_j}{h_i}} \quad \text{ou} \quad r^2 = \frac{h_j}{h_i} .$$

Dessa forma, a altura que a bola atinge após colidir com o chão será sempre uma fração fixa da altura inicial de que ela caiu.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Objetivo**

- Determinar o coeficiente de restituição na colisão de uma bola de borracha com o chão.

### **Material utilizado**

- Fita métrica fixada na parede da sala e bola de borracha com alto coeficiente de restituição.

### **Procedimentos**

- Solte a bola de uma altura inicial  $h_0 \approx 2$  m e anote a altura  $h_1$  que ela atinge após a primeira colisão. Repita essa operação, pelo menos, cinco vezes e determine o valor médio de  $h_1$  e o desvio  $\Delta h_1$ . Sugestão: Treine esse procedimento algumas vezes antes de começar a fazer as medidas.
- Em seguida, solte a bola da altura  $h_1$  e determine a altura  $h_2$ ; essa altura é a mesma que a bola atingiria após duas colisões com o chão, quando solta da altura  $h_0$ . Repita esse procedimento até, pelo menos, a altura  $h_6$  e anote os resultados em uma tabela. Faça o gráfico de  $h_n$  em função de  $n$ .
- Utilizando a relação 
$$r^2 = \frac{h_1}{h_0} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{h_3}{h_2} = \dots = \frac{h_n}{h_{n-1}} ,$$

demonstre que

$$h_n = h_0 r^{2n} \quad (1).$$

- Linearize o gráfico obtido e, em seguida, com base na equação 1, faça uma regressão linear para determinar o coeficiente de restituição e seu respectivo erro. Compare o valor de  $h_0$  encontrado a partir do gráfico com o valor medido.
- Utilizando o valor do coeficiente de restituição encontrado, determine a fração percentual da energia cinética dissipada em cada colisão da bola com o chão.