



ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE BOLIVIA (ANCB)
SOCIEDAD BOLIVIANA DE FÍSICA (SOBOFI)
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS (UMSA)

VI OLIMPIADA IBERO-AMERICANA DE FÍSICA
Prova Experimental – Sorata, La Paz (Bolívia) 25 de Outubro de 2001

Coefficiente de Restituição¹

1. Objetivo/Objectivo – Determinar o coeficiente de restituição de uma bola que ressalta (choca) no solo.

2. Teoria – Na colisão de uma bola com a Terra, esta pode ser considerada com massa infinita. Se a colisão é inelástica a energia cinética não se conserva. Seja V a velocidade imediatamente antes do choque no solo e v a velocidade imediatamente após a colisão, de modo que

$$\frac{1}{2}mV^2 \geq \frac{1}{2}mv^2$$

O sinal de igual nesta inequação corresponde ao choque elástico. Logo

$$V^2 \geq v^2 \\ \Rightarrow \left(\frac{v}{V}\right)^2 = \varepsilon^2 \leq 1.$$

O coeficiente de restituição é a razão entre a velocidade depois do choque e a velocidade antes do choque:

$$\varepsilon = \frac{v}{V} \leq 1.$$

Se se largar a bola da altura H , o tempo que ela demora a cair até chocar com o solo pela primeira vez é

$$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

A velocidade com que a bola chega ao solo imediatamente antes do primeiro choque é

$$v_0 = gt_0.$$

A velocidade com que sai imediatamente após o primeiro choque é

$$v_1 = \varepsilon v_0.$$

¹ Experiência proposta por Lic. Ricardo Forno, UMSA.

Sejam t_1, t_2, \dots, t_{n-1} , os instantes em que se dão o segundo, o terceiro, ..., o n -ésimo choque, respectivamente. O intervalo de tempo entre o primeiro e o segundo choque é

$$\Delta t_1 = t_1 - t_0 = \frac{2v_1}{g} = \varepsilon \frac{2v_0}{g} = 2t_0 \varepsilon .$$

A velocidade com que a bola sai imediatamente após o segundo choque é

$$v_2 = \varepsilon v_1 = \varepsilon^2 v_0 .$$

O intervalo de tempo entre o segundo e o terceiro choque é

$$\Delta t_2 = t_2 - t_1 = \frac{2v_2}{g} = \frac{2v_0}{g} \varepsilon^2 = 2t_0 \varepsilon^2$$

e assim sucessivamente, obtendo-se

$$\Delta t_n = t_n - t_{n-1} = 2t_0 \varepsilon^n .$$

Assim, teoricamente, o intervalo de tempo entre dois choques consecutivos é proporcional à potência n do coeficiente de restituição ε , onde n é o número de choques depois do primeiro.

Nota: Deixe cair a bola sempre do mesmo ponto e que este seja o mais alto possível, esticando o braço. Procedendo desta forma, a incerteza na altura resultará num erro relativo cometido no tempo em cada queda da bola, inferior ao erro relativo que se comete na utilização do cronômetro/cronómetro e, portanto, pode ser desprezado.