

Experimento 07 ó Lançamento horizontal

1. Objetivos:

- Verificar a conservação da energia mecânica através do estudo do lançamento horizontal de uma esfera;
- Comparar dois modelos de descrição desse fenômeno e estudar a limitação de cada um;

2. Estudo do modelo teórico 1:

Primeiramente, considere a esfera como sendo uma partícula pontual, com o que podemos considerar que a energia mecânica ao final da rampa (ver figura do arranjo experimental) é a energia cinética de translação do centro de massa da esfera. Com isso, escrevemos:

$$E_i = mgh \text{ (energia mecânica inicial)} \quad (1)$$

$$E_f = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (energia mecânica final)} \quad (2)$$

onde m é a massa da esfera, h a altura da rampa, g aceleração da gravidade e v a velocidade final. Considerando, por hipótese, que a energia mecânica seja conservada, temos $E_i = E_f$

3. Estudo do modelo teórico 2:

O modelo acima despreza o fato que, devido à força de atrito, a esfera rola ao descer a rampa.

Neste caso, devemos levar em conta a energia cinética de rotação da esfera. Com isso, a energia mecânica da esfera ao final da rampa será a soma da energia de translação do centro de massa e a energia de rotação da esfera, ou seja:

$$E_f = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad (3)$$

onde I é o momento de inércia da esfera e ω a velocidade angular de rotação da esfera em torno de seu centro. Sabendo que o momento de inércia de uma esfera de massa m e raio r que gira em torno de seu eixo é dado por:

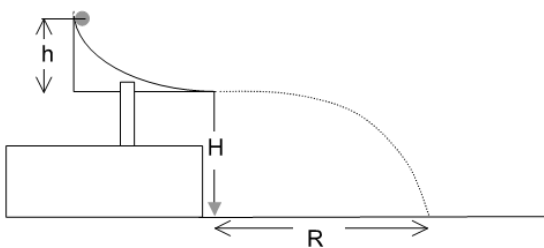
$$I = \frac{2}{5}mr^2 \quad (4)$$

E lembrando que:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (5)$$

Podemos estudar a conservação da energia mecânica para esse segundo modelo.

4. Estudo do arranjo experimental:



Nos modelos acima utilizamos a hipótese da energia mecânica ser conservada ao longo do movimento da esfera sobre a rampa.

Para verificarmos a imprecisão desta hipótese, podemos trabalhar com o arranjo experimental aqui esquematizado em que a esfera é lançada horizontalmente em sua saída da rampa. Conhecendo os valores da altura H e do alcance R , podemos estudar a cinemática do movimento do projétil (esfera) e determinar experimentalmente a velocidade da esfera ao final da rampa. Para tanto, vale lembrar que, nesse caso, a componente horizontal da velocidade é constante

(MRU) e a componente vertical varia uniformemente (MRUV).

5. Procedimento Experimental:

1. Determine a expressão matemática para o cálculo da velocidade teórica, v_{teorI} , prevista pelo modelo 1.
2. Determine a expressão matemática para o cálculo da velocidade teórica, v_{teorII} , prevista pelo modelo 2.
3. Determine a expressão matemática para o cálculo da velocidade, v_{exp} , a ser encontrada com o arranjo experimental proposto.
4. Verifique o nivelamento horizontal da base da rampa para garantir que realmente o lançamento seja horizontal (componente y da velocidade nula).

5. Fixe uma folha de papel branco na mesa estimando o ponto em que o projétil a tocará. Sobre a folha em branco fixe uma folha de papel carbono. O objetivo dos papéis será o de fazer o projétil tocá-los ao cair e assim marcar o ponto exato de queda. A esfera deverá fazer apenas uma marca na folha branca.
6. Com a trena, meça a altura do pé da rampa à mesa H.
7. Posicione a esfera no ponto de onde partirá e a solte.
8. Meça o alcance com a trena, medindo a distância entre o ponto x_0 e a marca que a esfera fez no papel.
9. Realize quatro medidas do alcance R e determine o seu valor médio, R_m .
10. Determine o valor experimental da velocidade da esfera ao final da rampa, v_{exp} , a partir da expressão encontrada no item 3 (utilize os valores encontrados para R_m e H e considere $g = 9,78 \text{ m/s}^2$).
11. Meça o valor da altura da rampa, h, e determine o valor de v teórico previsto pelo modelo 1, v_{teoI} , através da equação encontrada no item 1 e compare com o valor experimental. Calcule o %.
12. Com o mesmo valor de h, determine o valor de v teórico previsto pelo modelo 2, v_{teoII} , através da equação encontrada no item 2 e compare com o valor experimental. Calcule o %.

$$\Delta\% = \left| \frac{v_{teo} - v_{exp}}{v_{teo}} \right| \cdot 100$$

13. Discuta a adequação e as limitações de cada um dos modelos, comparando-os.

6. **Forma de entrega:**

Postagem no *fisicaemrede.com*, até 28/04, de arquivo texto¹ do relatório completo contendo introdução teórica², objetivos, materiais e métodos³, resultados (exposição de medidas, tabelas, cálculos e pertinentes análises), conclusão e referências bibliográficas.

¹ Arquivo *Word*, preferencialmente salvo como ".doc", que contenha todo o texto a ser avaliado;

² Por introdução teórica não se deve entender a apresentação de um texto que exponha todo o conteúdo sobre lançamento horizontal, coisa já existente em diversos manuais didáticos. Trata-se, isso sim, de elaborar um texto de autoria do grupo discente que, baseando-se na análise da conservação da energia em cada modelo e do movimento de projéteis, analise os pressupostos teóricos envolvidos e demonstre as equações em cada caso.

³ Descreva o experimento com detalhe, eventualmente incluindo fotos, desenhos e esquemas do problema a ser estudado.