LEI DE HOOKE E MHS

LABORATÓRIO DE FÍSICA

Objetivo

Através do estudo dos movimentos oscilatórios determinar a constante elástica da mola pela análise gráfica e o período de oscilação do sistema massa-mola.

Introdução

O sistema de oscilação mais simples tem apenas um grau de liberdade, ou seja, são descritos por uma única coordenada. Tomando como referência a movimento de um corpo de massa m suspenso por uma mola que possui uma constante elástica k (Fig. 1). Uma oscilação ocorre somente quando existe uma força restauradora que obriga o sistema a voltar para a sua posição de equilíbrio. Sendo que a força restauradora (a força elástica da mola) obedece, aproximadamente, à lei de Hooke (Robert Hooke, 1635 – 1703) [1, 2]:

$$F_x = kx. \tag{1}$$

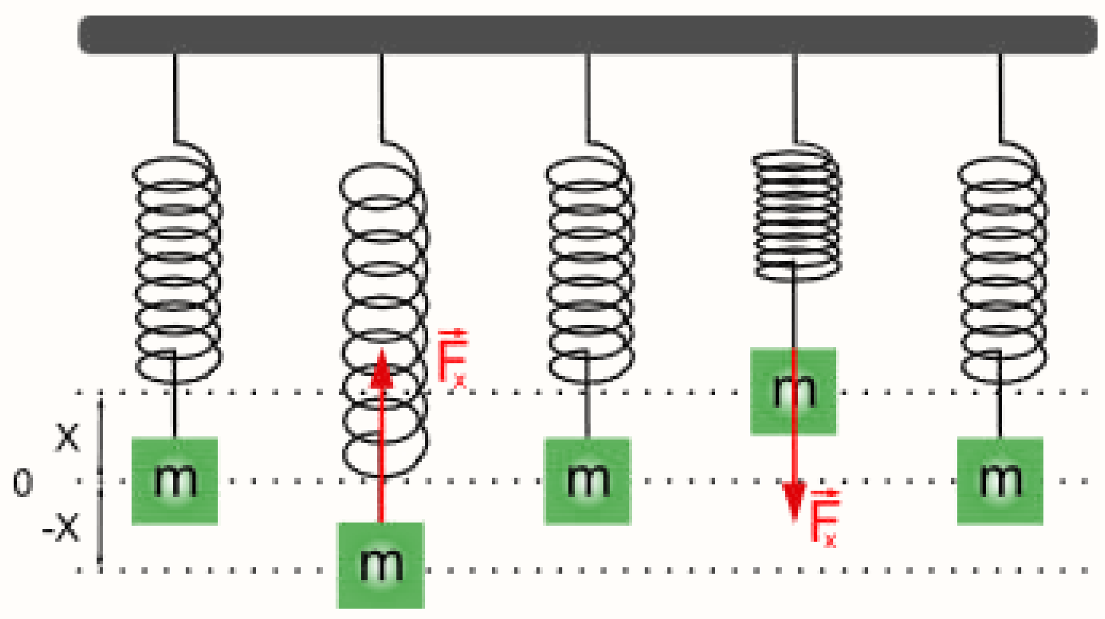

Figura 1: Diagrama de força em um sistema massa-mola.

A Eq. 1 não poderia ser classificada como 'lei', por ser uma relação específica e não ser um comportamento que geralmente é observado na natureza. Isso porque as molas reais não obedecem precisamente a Eq. 1, más é um modelo teórico eficiente, desde que esteja abaixo do limite de proporcionalidade, onde à força máxima para a qual a força e a deformação são proporcionais.

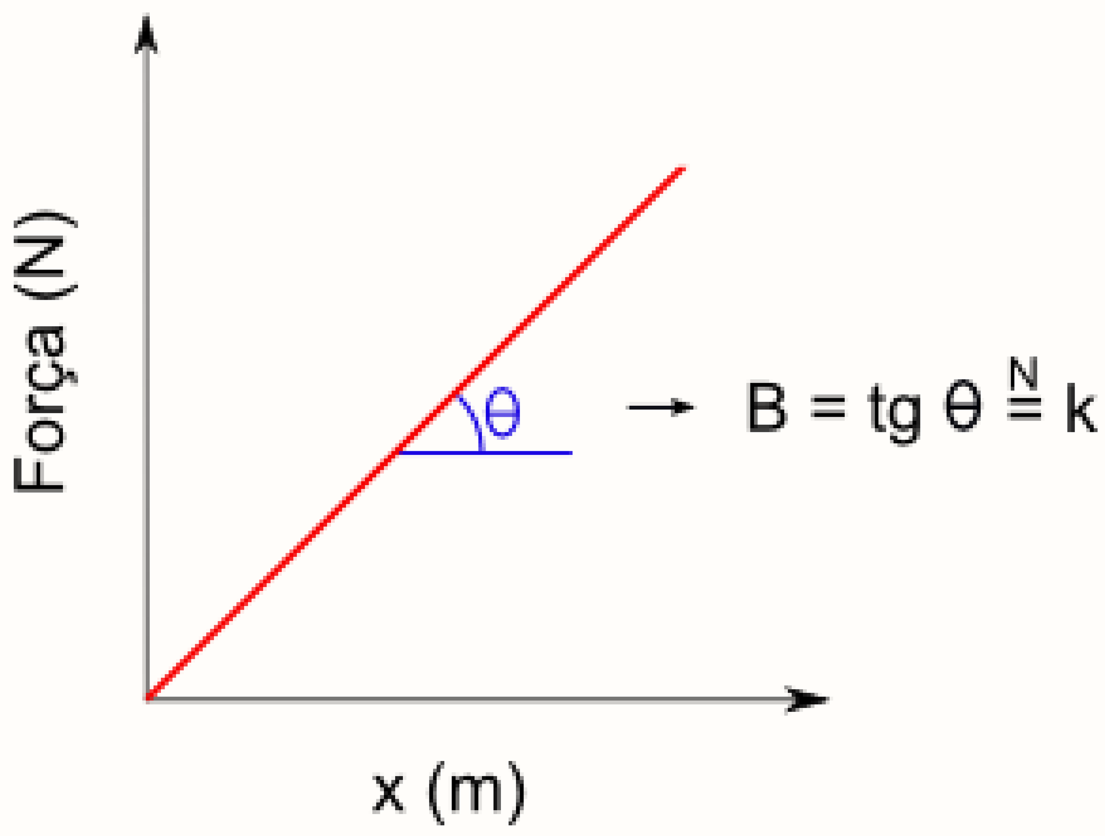

Figura 2: Proporcionalidade entre a força aplicada na mola com a sua deformação (x).

A proporcionalidade pode ser notada ao observar na Fig. 2 o comportamento retilíneo do gráfico da força em função da deformação na mola. Como consequência deste comportamento, o coeficiente angular (B) será constante e numericamente igual a constante elástica da mola.

O tipo de oscilação mais simples que ocorre é quando a força restauradora $\vec{F}_x$ é diretamente proporciona ao deslocamento x da posição de equilíbrio. Isso corre quando a mola é ideal, ou seja, quando obedece à lei de Hooke, Eq. 1[3].

Comparando com a Segunda Lei de Newton:

$$F_R = ma = -kx, \tag{2}$$

$$a = -\frac{k}{m}x, \tag{3}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}, \tag{4}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0. \tag{5}$$

A Eq. 5 é a equação do oscilador harmônico simples. Considerando que:

$$\omega^2 = \frac{k}{m}. \tag{6}$$

Utilizando a definição do período, pode se definir o período de oscilação do pêndulo simples como sendo:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \tag{7}$$

que é o período teórico de oscilação do sistema massa-mola.

Materiais

Os materiais utilizados para a realização desse experimento são:

1. mola;
2. trena;
3. arruelas;
4. balança digital;
5. suporte metálico;
6. régua milimetrada;
7. cronometro digital.

Procedimentos

- Determinar o valor de k.
  1. Com a régua no suporte metálico, coloque a mola com o suporte para arruelas e meça o comprimento da mola, sem ela está deformada. Esse valor será considerado como a posição inicial para a realização do experimento.
  2. Inicialmente, coloque 01 (uma) arruela no suporte na base da mola, e meça a deformação da mola. O valor obtido deverá ser acrescentado na Tab. 1.
  3. Depois acrescente a segunda arruela, sem retirar a primeira, e meça novamente o valor da deformação da mola anotando os valores na Tab. 1.
  4. As arruelas devem ser acrescentadas de uma a uma, ate ter 10 (dez) arruelas no suporte na base da mola. Todos os valores devem ser anotados na Tab. 1.
  5. Depois desses procedimentos, as arruelas devem ser pesadas na mesma ordem que foram acrescentadas. As massas serão utilizadas para determinar o valor da força peso e da força restauradora na Tab. 1.
- Determinar o período de oscilação do sistema massa-mola.
  1. Inicialmente, deve ser retirada a régua do suporte metálico para evitar o atrito da mola quando estiver oscilando. Depois a mola deverá ser novamente colocada, mas com somente com as 05 (cinco) primeiras arruelas.
  2. Com a mola em equilíbrio, puxe suavemente o suporte das arruelas para baixo, produzindo uma pequena deformação na mola e depois solte, colocando a mola para oscilar.
  3. Com o auxilio do cronômetro, meça o tempo de 10 (dez) oscilações completas e anote o valor na Tab. 2,juntamente com o valor da massa relativo as 05 arruelas.
  4. Repita os dois procedimentos anteriores, com as quantidades de arruelas listadas na Tab. 2.

Resultados

A Tab. 1 e Tab. 2 deverão ser copiadas para uma folha antes do preenchimento dos dados obtidos através da realização dos procedimentos citados na sessão anterior.

Tabela 1: Variação da força restauradora $\vec{F}_x$ em função do deslocamento x.

N° de Arruelas	Massa (kg)	F_x (N)	Deslocamento x (m)
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			

Após completar cada coluna da Tab. 1, deverá ser montando um gráfico em papel milimetrado da força em função do deslocamento ($F_x \times x$). Com base na analise do gráfico, deverá ser determinado o valor da constante elástica da mola (k). Esse dado será importante para finalizar a análise da Tab. 2.

Tabela 2: Variação do período de oscilação do sistema massa-mola em função da massa.

N° de Arruelas	Massa (kg)	Tempo de 10 oscilações t(s)	Período experimental T=t/10(s)	Período teórico (Eq. 7)	E(%)
05					
06					
07					
08					
09					
10					

Após completar a Tab. 2 com os dador experimentais, deverá ser calculado o valor do período teórico (Eq. 7). Por ultimo, será calculado o erro percentual com base na equação:

$$E(\%) = \frac{|T_{\text{Experimental}} - T_{\text{Teórico}}|}{T_{\text{Teórico}}}.100\% \tag{8}$$

Questões

1. A mola utilizada no experimento obedece a lei de Hooke? Justifique a sua resposta com base na analise dos dados.
2. O que acontece com o período quando se altera a massa dos sistema? Justifique a sua resposta com base na analise dos dados.

Referências

[1] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. , *Fundamentos de Física*, Vol. 2. 8ª Edição. Editora LTC.

[2] NUSSENZVEIG, N. M., *Curso de Física Básica*, Vol. 2. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

[3] SEARS E ZEMANSKY, *Física I*, Vol. 2. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008

H. S. Camargos