

Experimento A6: Movimento Harmônico Simples e Lei de Hooke

1 - INTRODUÇÃO

Movimento periódico é o movimento de um corpo que retorna regularmente para uma posição após um intervalo de tempo fixo. Podemos identificar vários tipos de movimento periódico em nosso dia a dia, como por exemplo, o movimento de uma criança em um balanço no parque ou o pêndulo de um relógio antigo que oscila de um lado para o outro. Além desses exemplos do cotidiano, outros sistemas se comportam como osciladores como, por exemplo, as moléculas em um sólido que oscilam sobre sua posição de equilíbrio; ondas eletromagnéticas caracterizadas pelos campos elétrico e magnético oscilantes; a corrente elétrica alternada, etc.

Uma partícula de massa m sujeita a uma força $F(x)$ proporcional ao seu deslocamento realiza o chamado Movimento Harmônico Simples (MHS). O sistema massa-mola da Figura 1 realiza um MHS. Quando a mola está sem deformação (em equilíbrio), o bloco está em repouso na posição de equilíbrio, que vamos identificar como $x = 0$. O sistema irá oscilar para frente e para trás se for tirado de sua posição de equilíbrio. Uma colisão é uma interação com duração limitada entre dois ou mais corpos. O choque entre bolas de sinuca é um exemplo, onde é possível observar que o movimento das bolas se altera após a colisão, mudando a direção, o sentido e a intensidade de suas velocidades. Uma colisão pode ocorrer sem que, no entanto, haja contato físico entre os corpos envolvidos, como por exemplo, no caso de um meteoro vindo de um ponto distante e que tem sua órbita desviada ao passar pelas proximidades de um planeta.

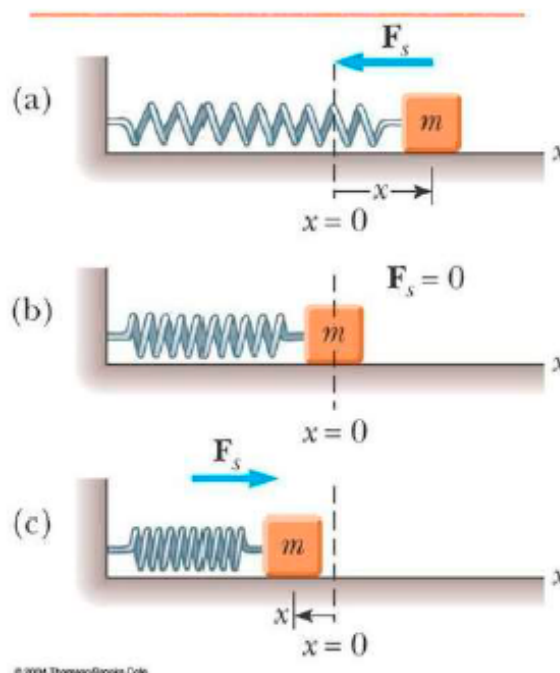


Figura 1 - Sistema massa-mola: Um bloco preso a uma mola se movendo em uma superfície sem atrito.

A força restauradora será:

$$F(x) = -kx \quad [1]$$

em que k é a constante elástica da mola e a equação de movimento correspondente será:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{k}{m}x = 0 \quad [2]$$

Para pequenos desvios da posição de equilíbrio, qualquer sistema com um grau de liberdade deve obedecer, com boa aproximação, a esta equação de movimento.

Esta é uma equação diferencial linear de segunda ordem e homogênea e a sua solução nos permite obter o período de oscilação, da forma:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad [3]$$

Neste experimento mostraremos que o período T de oscilação de um corpo de massa m preso à extremidade de uma mola, considerada ideal, é inversamente proporcional à constante elástica da mola e obteremos o valor da constante k usando os métodos dinâmico e estático.

2 - OBJETIVOS

Estudar o sistema massa-mola, medindo o período de oscilação. Determinando a constante elástica k de uma mola através de dois métodos: dinâmico e estático.

3 - MATERIAIS UTILIZADOS

- (i) Um suporte vertical;**Erro! Fonte de referência não encontrada.**
- (ii) Uma mola;
- (iii) Um suporte para fixar as molas;
- (iv) 06 massas acopláveis;
- (v) Um cronometro;
- (vi) Balança digital;
- (vii) Régua.

4 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

→ ADVERTÊNCIAS

- (i) Certifique-se de que a força aplicada NUNCA seja maior que o valor máximo suportado pela mola, pois isso causaria uma deformação permanente na mola/dinamômetro;
- (ii) Antes de iniciar o experimento, certifique-se de que a haste com a mola est[á] bem fixada à mesa;

→ PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- (i) Monte o sistema conforme a Figura 2, pendurando uma das molas no suporte vertical e coloque o suporte para as massas em uma das extremidades. Esse suporte provocará uma pequena elongação da mola, importante para descomprimi-la.

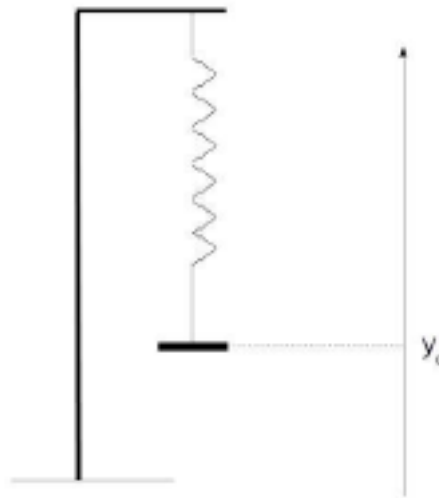


Figura 2 - Esquema experimental para o sistema massa-mola.

- (ii) Anote o valor de m_0 , correspondendo ao valor da massa do suporte.
- (iii) Anote a posição inicial y_0 , conforme a Figura 2. Esse será o seu valor de referência considerando que $F_R = 0$ nesta situação.
- (iv) Coloque a massa escolhida no suporte e meça a deformação sofrida pela mola. Anote os valores na Tabela 1.
- (v) Movimente o conjunto delicadamente, deslocando-o de aproximadamente 1 cm da posição inicial. Solte o conjunto para que ele oscile verticalmente. Verifique se o conjunto oscila apenas na vertical e não como um pêndulo. Deixe o sistema oscilar pelo menos 5 vezes antes de iniciar o cronômetro.
- (vi) Com o sistema funcionando adequadamente, use um cronômetro e conte um número grande de oscilações (entre 20 e 30 oscilações). Anote o tempo das n oscilações na Tabela 2.
- (vii) Acrescente mais uma massa ao suporte e repita o procedimento. Complete as Tabela 1 e Tabela 2 usando todas as massas escolhidas.

5 - ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

- Com os dados da Tabela 1, construa um gráfico da força versus elongação ($F_n \times \Delta y_n$) para a mola. Trace a reta que melhor se ajuste aos pontos deste gráfico. Use $g = (9,79 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$.
- Obtenha os coeficientes linear e angular dessa reta e suas respectivas incertezas e calcule a constante elástica da mola.
- Usando os dados da Tabela 2, obtenha os valores do período de oscilação, para cada conjunto massa- mola.
- Construa um gráfico do período $T^2 \times m$. Trace a reta que melhor se ajuste aos pontos destes gráficos.
- Obtenha os coeficientes linear e angular dessa reta e suas respectivas incertezas. Qual é a interpretação para o coeficiente angular desta reta?
- Obtenha a constante elástica para a mola e compare com o resultado anterior. O que você pode concluir?

6 - QUESTIONÁRIO PREPARATÓRIO

Questão 1) Defina o Movimento Harmônico Simples. Dê exemplos de sistemas que realizam MHS.

Questão 2) O Movimento Circular Uniforme pode ser entendido como MHS. Explique.

Questão 3) Uma bola ricocheteando é um exemplo de MHS? O movimento diário de um estudante de casa para escola e da escola para casa é um MHS? Por que sim? Por que não?

Questão 4) Em um sistema massa-mola que se move em MHS na ausência de atrito tem sua energia conservada? Explique.

Questão 5) Encontre uma solução para a equação de movimento (2) e obtenha a expressão para o período T, equação (3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A.; Sears e Zemansky Física 1: Mecânica, 12.Ed., São Paulo: Ad-Adison Wesley (2008).
- 2 - JEWETT JR., J. W. e SERWAY, R. A., Física para Cientistas e Engenheiros, 8 Ed. São Paulo, Ed. Cengage Learning (2011).

Experimento A6: Movimento Harmônico Simples e Lei de Hooke

Professor: _____ Data: ___/___/___

Alunos: _____, _____, _____

Parte I: Colisão Elástica

Tabela 1 – Medidas da Elongação da mola em função da massa 1. A massa de repouso e a elongação de equilíbrio: $m_0 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ g}$ e $y_0 = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ cm}$

Descrição	$m \pm \Delta m$ (g)	$y_n \pm \Delta y_n$ (cm)
1	±	±
2	±	±
3	±	±
4	±	±
5	±	±
6	±	±
7	±	±
8	±	±
9	±	±
10	±	±

Tabela 2 – Tempo de oscilação para uma determinada mola. Número de oscilação: $n = \text{_____}$.

Descrição	$m \pm \Delta m$ (g)	t_n (s)
1	±	
2	±	
3	±	
4	±	
5	±	
6	±	
7	±	
8	±	
9	±	
10	±	