

Experimento 3 - Roteiro

Lei de Hooke

Professor: _____ Turma: _____ Data: ____/____/2015

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Introdução e Objetivos

Os dois experimentos que realizamos neste curso até o momento nos permitiram observar as manifestações das leis de Newton no movimento do carrinho no trilho de ar. Como vimos no último experimento, força gera aceleração e, no caso em que a massa do objeto não é alterada, a primeira está relacionada à última pela 2ª Lei de Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Por outro lado, em uma situação estática, onde não há movimentação e, consequentemente, não há aceleração, a aplicação de uma força pode produzir uma **deformação** em um corpo. No entanto, o modo como a deformação ocorre vai depender das propriedades elásticas do material. Essas propriedades desempenham um papel importante em muitos fenômenos físicos. Quando um objeto sólido é deformado (comprimido, torcido, esticado, etc.) e as forças de deformação são suficientemente pequenas, este retorna à sua forma original tão logo essas forças são removidas. Em tais casos, diz-se que a deformação ocorre dentro do **limite elástico** do material, ou seja, o objeto não sofre nenhuma deformação permanente. Um elástico levemente esticado é um exemplo de caso de deformação elástica. Mas cabos de aço, colunas de concreto, vigas e varetas de metal, bem como muitos objetos sólidos também podem sofrer deformações elásticas.

Uma deformação é considerada elástica, se, ao cessar a atuação da força que a gera, o objeto recupera sua forma original. Assim, *dentro do limite elástico*, verifica-se que há uma relação linear entre a força aplicada e a deformação. Um dos exemplos mais fáceis de visualizar é a deformação elástica de uma mola helicoidal, cujo esquema é

mostrado na figura 1. Nos sólidos em geral e, em especial, nas molas, a deformação está relacionada à força de restauração pela relação conhecida como **Lei de Hooke**:

$$F = -k x \quad (2)$$

onde F é a intensidade da força de restauração da mola, x é o quanto ela é alongada (ou comprimida) e k é a constante elástica da mola, que depende do material e da geometria com que ela é construída. O sinal negativo indica apenas que a direção da força de restauração é oposta à direção em que ocorre o alongamento ou a compressão da mola.

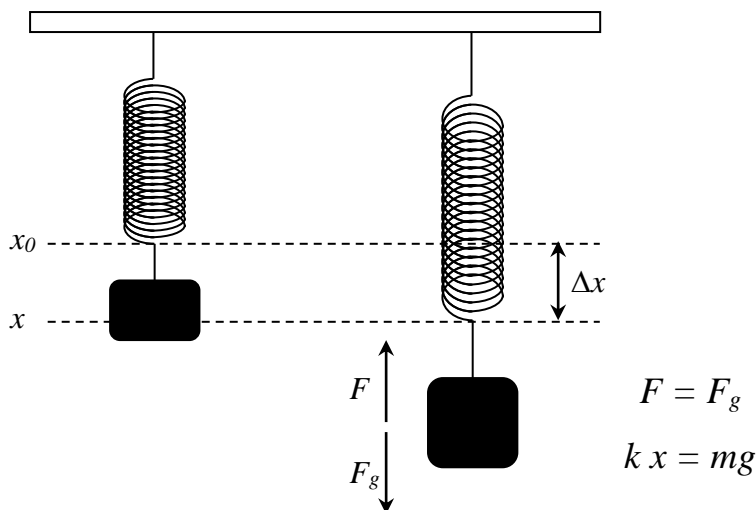


Figura 1. Sistema massa-mola sob a ação da força da gravidade.

Para verificar essa relação, aplicamos uma força bem definida em uma mola, suspendendo-se aí uma massa, como mostrado na figura 1. Quando o sistema massa-mola entra em equilíbrio, o peso da massa pendurada é igual à força de restauração da mola. Note que quanto maior for a constante elástica da mola, k , maior é a força de resistência com que a mola se opõe ao deslocamento da massa.

Neste terceiro experimento, utilizando a montagem esquematizada na figura 1, você deverá:

- Determinar a variação do comprimento Δx de duas molas helicoidais como função da força peso F_g exercida pelos pesos suspensos em cada mola.
- Verificar a *Lei de Hooke* e determinar as constantes elásticas k das molas, comparando-as.

Materiais

- Molas helicoidais ou dinamômetros
- Suportes para suspender as molas
- Balança
- Pesos
- Suporte para pesos
- Régua.

Procedimento Experimental

Neste experimento, iremos fazer uma montagem similar à apresentada na figura 1. Temos duas molas (ou dinamômetros) diferentes para medir suas constantes elásticas. Observe que em cada uma existe uma identificação com o valor máximo de força que pode ser aplicada à mesma. **Certifique-se de que em suas medidas a força aplicada NUNCA seja maior que o valor máximo suportado, pois isso causaria uma deformação permanente na mola/dinamômetro.**

1. Monte o sistema conforme o esquema da figura 1, pendurando uma das molas no suporte fornecido. Use uma massa apropriada para causar uma pequena elongação inicial na mola entre 5 mm e 10 mm. **Nota:** Esta massa não-nula na posição inicial é necessária para descomprimir a mola e colocá-la na região de operação onde vale a Lei de Hooke.
2. Meça o valor da massa m_0 , que corresponde à soma das massas do peso inicial e do suporte de pesos.
3. Tomando dois pontos de referência, um no suporte e outro no corpo do dinamômetro, meça a posição da extremidade inferior da mola x_0 . SEMPRE USE UMA RÉGUA PARA ISSO.
4. Fazendo combinações com os pesos disponíveis, vá aumentando a massa suspensa na mola de modo a obter elongações sucessivas da ordem de 10 mm. Lembre-se de usar sempre o mesmo ponto de referência da primeira medida para obter a posição da extremidade inferior da mola. Para cada aumento, meça a massa suspensa (pesos+suporte) e a respectiva posição x_i da ponta mola.
5. Faça combinações de pesos para obter 4 valores DIFERENTES de força. Anote as massas e as respectivas posições nas tabelas 1 e 2.

Procedimento de análise de dados

1. Tomando como referência a posição x_0 , correspondente à elongação obtida pela massa m_0 inicial, e aplicando a condição de equilíbrio $F_R = 0$, obtém-se

$$|F_i| = |(m_i - m_0) g| = k(x_i - x_0) = k \Delta x_i \quad (3)$$

onde F_i é a força necessária para esticar a mola de x_0 até x_i .

2. Calcule os valores das forças $F_i = (m_i - m_0)g$ e as respectivas elongações $\Delta x_i = x_i - x_0$. Admita que o valor da aceleração da gravidade seja $9,8 \text{ m/s}^2$ (tomaremos este como valor exato).
3. Com os dados das tabelas 1 e 2, construa NO MESMO PAPEL MILIMETRADO UM ÚNICO GRÁFICO da força F_i (no eixo vertical) em função da elongação Δx_i (no eixo horizontal) para as duas molas. Determine graficamente os coeficientes angulares de cada reta. Considerando a relação do coeficiente angular com a constante elástica, determine esta última para cada mola, expressando o resultado com as unidades apropriadas. Mostre todas as contas (Questão 3).

QUESTÕES

QUESTÃO 1

Compare os resultados obtidos para as constantes k das duas molas (Questão 3). Classifique-as qualitativamente como “rígida” e “flexível” de acordo com o grau de rigidez de cada mola. Para qual das molas você esperaria um valor de k maior e por quê? Nesse sentido, os valores obtidos são coerentes com o que seria esperado? Explique.

QUESTÃO 2

Os dados do gráfico formam linhas retas? O que isso pode dizer sobre o comportamento das molas?

QUESTÃO 3

Calcule os valores das constantes elásticas k das duas molas pelo método gráfico. Mostre explicitamente os cálculos com os valores utilizados para chegar ao resultado (se necessário, use o verso). Não se esqueça de indicar as unidades das constantes.

QUESTÃO 4 (para casa)

Considere duas molas idênticas, cada uma com constante elástica k , conectadas em paralelo (lado a lado) a uma mesma massa. Qual seria o valor esperado para a constante elástica total do sistema? Mostre os cálculos.



Tabela 1. Dados para cálculo da constante elástica da mola 1.

Mola 1: <input type="checkbox"/> Rígida <input type="checkbox"/> Flexível				
(i)	x_i (m)	m_i (kg)	Δx_i (m)	F_i (N)
0				
1				
2				
3				
4				

Tabela 2. Dados para cálculo da constante elástica da mola 2.

Mola 2: <input type="checkbox"/> Rígida <input type="checkbox"/> Flexível				
(i)	x_i (m)	m_i (kg)	Δx_i (m)	F_i (N)
0				
1				
2				
3				
4				