



BCJ0204 Fenômenos Mecânicos

Experimento - Roteiro

Lei de Hooke

Professor: _____ Turma: _____ Data: ____/____/2019

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Nome: _____ RA: _____

Introdução e Objetivos

As leis de Newton fundamentam a base da Mecânica Clássica. Como veremos em detalhes durante o curso de Fenômenos Mecânicos, as leis de Newton são um conjunto de três leis capazes de explicar a dinâmica que envolve o movimento dos corpos. Força ($\vec{F}$) aplicada a um corpo de massa m gera aceleração ($\vec{a}$) e, no caso em que a massa do corpo não é alterada, a 2ª Lei de Newton pode ser escrita como:

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

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.

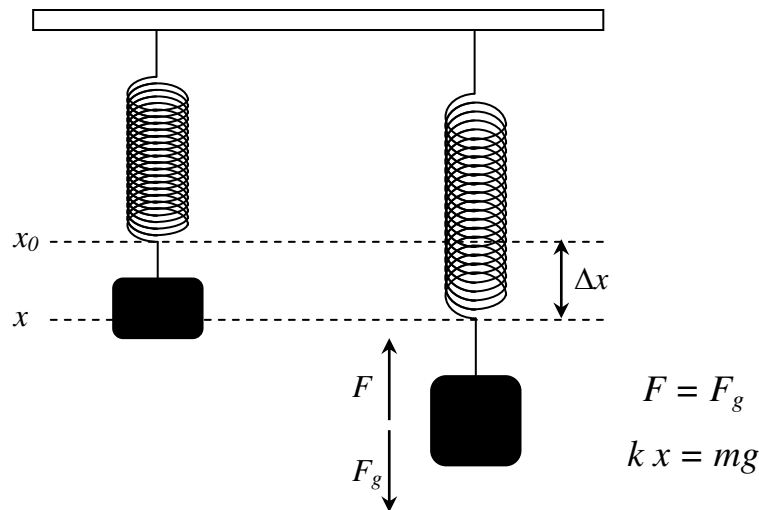


Figura 1. Sistema massa-mola sob a ação da força da gravidade.

Para verificar essa relação, aplicamos uma força bem definida em uma mola, pendurando nela uma massa de valor conhecido, 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 uma mola helicoidal como função da força peso F_g exercida pelos pesos suspensos.
- Verificar a **Lei de Hooke** e determinar a **constante elástica k** da mola.

Materiais

- Mola helicoidal ou dinamômetro
- Suporte para suspender a mola
- Balança
- Pesos
- Suporte para pesos
- Régua

Procedimento Experimental

Neste experimento, iremos fazer uma montagem similar à apresentada na Figura 1 onde determinaremos a constante elástica de uma mola. **Certifique-se de que em suas medidas a força aplicada à mola 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 a mola 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. Use o erro da balança (0,1 g) para as medidas de massa.
3. Tomando dois pontos de referência, um no suporte e outro no corpo da mola, meça a posição da extremidade inferior da mola x_0 . SEMPRE USE UMA RÉGUA PARA ISSO.
4. Fazendo combinações com as massas (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. Considere o erro da balança para as medidas de massas e despreze o erro associado às medidas das elongações.

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 da Tabela 1, construa um gráfico da força F_i (no eixo vertical) em função da elongação Δx_i (no eixo horizontal) para a mola em um papel milimetrado.
4. Determine, então, os coeficientes angular e linear da reta (que melhor se ajusta a esses pontos) e suas respectivas incertezas utilizando o **método dos mínimos quadrados (MMQ)**.

5. Após determinar o coeficiente angular e linear utilizando o **MMQ**, trace a reta que melhor se ajusta aos pontos experimentais.

QUESTÕES

QUESTÃO 1

Os pontos experimentais no gráfico formam uma linha reta? O que isso pode dizer sobre o comportamento da mola?

QUESTÃO 2

Calcule o valor da constante elástica k da mola através do gráfico. Não se esqueça de indicar as unidades das constantes.

Tabela 1: Dados para cálculo da constante elástica da mola em estudo.

(i)	x_i (m)	m_i (Kg)	σ_m (Kg)	F_i (N)	σ_F (N)
0					
1					
2					
3					
4					