

EXPERIMENTO 4

ELASTICIDADE E TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA NUMA MOLA

I - OBJETIVO

Determinar a constante elástica duma mola, investigar as transformações de energia numa mola vibrante e estudar o comportamento inelástico duma mola sob pequenas forças.

II - PARTE TEÓRICA

Quando uma carga é gradualmente aplicada na extremidade livre de uma mola suspensa num suporte fixo, a mola distende-se até a tensão na mola justamente para contrabalançar o peso da carga. Se a mola é do tipo elástica, ou seja, se ela retorna a suas dimensões originais logo que a carga aplicada é removida, verifica-se experimentalmente que, dentro de limites da carga, a distensão x produzida na mola é proporcional à força F nela aplicada. Essa é a lei de Hook para uma mola elástica, cuja expressão matemática é:

$$F = k x, \quad (4.1)$$

onde k é denominada a **constante elástica da mola** e é numericamente igual à força requerida para produzir uma unidade de distensão.

A lei de Hook para a mola vale somente dentro do limites de elasticidade da mola. Quando esta força ultrapassa o **limite de elasticidade** ou de *tensão* da mola, esta é distendida além de seu limite elástico e não mais retornará as suas dimensões originais. Esta deformação é denominada **plástica**. Quando a força aplicada é muito pequena, em algumas molas a distensão varia com a força de um modo não linear. Este é o caso de algumas molas espirais, onde, na ausência de qualquer força aplicada, as espiras estão pressionadas umas contra as outras devido a tensões iniciais da própria mola. Quando uma força pequena é aplicada, a mola distende-se um pouco e a orientação de cada espira varia bastante, produzindo na mola uma distensão anisotrópica.

III - PARTE EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 4.1 - DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE ELÁSTICA DA MOLA

A Fig. 4.1 mostra uma mola espiral suspensa verticalmente por uma

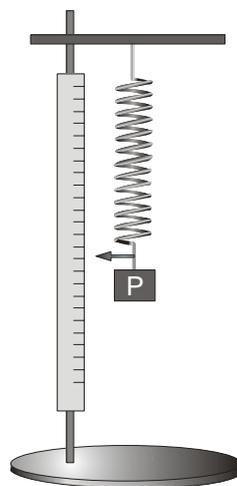


Fig. 4.1

de suas extremidades num suporte móvel e tendo na outra extremidade um porta-pesos com um ponteiro. A força F é aplicada na mola através de pesos aferidos colocados no porta-pesos e a distensão x é medida pela indicação do ponteiro na escala milimetrada.

4.1.1 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Usando a montagem da Fig. 4.1, ponha uma massa inicial (m_0) no porta - pesos para relaxar alguma tensão inicial da mola. Então, mova o suporte verticalmente para ajustar o ponteiro numa marca conveniente da escala. Essa marca servirá como origem para se medir as distensões da mola para os pesos que forem sendo postos no porta-pesos.

2. A partir daí, adicione sucessivamente pesos aferidos F no porta-peso, meça as distensões correspondentes x na escala e construa uma tabela com os valores medidos de F e x .

3. Com os valores F e x , construa o gráfico de x contra F — a variável independente é locada no eixo das abscissas — e calcule a constante elástica k da mola: ela é o inverso do coeficiente angular da reta obtida.

EXPERIMENTO 4.2 - TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA NUMA MOLA ESPIRAL

Quando uma massa é suspensa numa mola na vertical e solta, a mola distende-se como consequência da transformação da energia potencial gravitacional da massa que cai em energia potencial elástica da mola. Na Fig.5.2, na posição x_0 a mola está em equilíbrio com uma

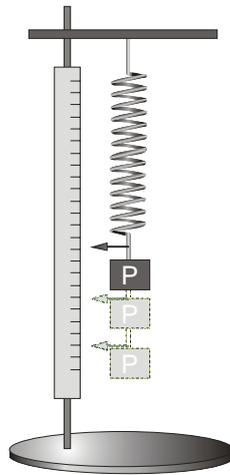


Fig. 4.2

Massa m_0 de relaxamento no porta-pesos. Uma massa m é, então, adicionada ao porta-pesos e se permite a mola distender até uma posição x_1 . Se, agora, solta-se o porta-pesos, a mola distender-se-á até uma posição máxima x_2 — e continuará a oscilar entre as posições extremas x_1 e x_2 . Nessas condições, o trabalho W_k realizado sobre a mola para distendê-la de x_1 a x_2 e a perda da energia potencial gravitacional W_g da massa ($m_0 + m$) são dadas pelas equações

$$W_k = \frac{1}{2} k [(x_2 - x_0)^2 - (x_1 - x_0)^2] + k x_0 (x_2 - x_1), \quad (4.2)$$

$$W_g = m g (x_2 - x_1) + m_0 g (x_2 - x_1) . \quad (4.3)$$

A massa m_0 corresponde à massa posta inicialmente, mais a massa do porta-pesos, mais a contribuição da massa da própria mola. Pela Eq. (4.1), $m_0 g = k x_0$ e, então, as últimas parcelas das Eqs. (4.2) e (4.3) são iguais. Assim, para efeito de verificação de

conservação de energia, podemos tomar apenas as primeiras parcelas dessas equações, ou seja,

$$W'_k = \frac{1}{2} k [(x_2 - x_0)^2 - (x_1 - x_0)^2]; W'_g = m g (x_2 - x_1) \quad (4.4)$$

4.2.1 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Usando a montagem da Fig. 4.1, ponha uma massa inicial (m_0) no porta-peso para relaxar alguma tensão inicial da mola e registre a posição x_0 a que desce o porta-pesos (Fig. 4.2).
2. Agora, adicione uma massa m conhecida no porta-pesos sustentado na mão, permita-o descer um pouco até uma marca x_1 (anterior à distensão completa da mola, solte-o deste ponto e, após algumas tentativas, determine o valor x_2 como o ponto mais baixo atingido pelo porta-pesos. Anote os valores de m , x_1 e x_2 .
3. Com os valores medidos e o valor obtido para k , calcule W_k e W_g usando as Eqs. (4.4). Utilize o sistema MKS ou CGS e o valor de g local.
4. Compare os valores de W_k e W_g e, dentro do erro experimental, discuta a conservação de energia no experimento. Dê sua conclusão sobre os resultados do experimento.

Material por mesa:

- 1 suporte de mola, com régua e uma pequena haste para pendurar a mola.
- 1 mola,
- 1 porta-peso,
- Massas tipo “pastilha” : 1 de 100g , 1 de 200g e 18 de 10g.
- Folha de papel milimetrado.

Questionário do Experimento 4

- 1- Enuncie a lei de Hook, e escreva sua forma matemática.
- 2- Qual é a validade desta equação?
- 3- O que é deformação plástica?
- 4- O que pode acontecer com uma mola espiral quando a força nela aplicada é pequena?
- 5- Descreva o procedimento experimental para se obter a constante elástica da mola. Escreva a dimensão da constante elástica da mola.
- 6- Descreva o procedimento experimental para se obter as energias envolvidas no sistema.