Notas de Aula Laboratório de Física 1 e A

Estudo da lei de Hooke

[1]Prof. Alexandre A. C Cotta

[1]Departamento de Física, Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200–000, Lavras, MG, Brasil.

18 de fevereiro de 2017

Todo corpo quando sujeito a uma força sofrerá uma certa deformação. De forma geral, estas deformações são classificadas em deformações plásticas e deformações elásticas.

- Deformações plásticas: a deformação persiste após a retirada da força;
- Deformações elásticas: a deformação desaparece após retirada da força.

Quando um corpo sujeito a uma força sofre uma deformação elástica, internamente uma força definida como *força restauradora* é gerada para a se opor a força inicial aplicada de tal forma a tentar restaurar o objeto a sua condição inicial, antes da deformação. Logo, notamos que esta força restauradora deverá ser contrária a força aplicada, e ainda deverá ser proporcional a sua deformação (Δx, vide figura 1), ou deslocamento de sua posição de equilíbrio. Desta forma, a força elástica pode ser expressa de acordo com a equação 1:

$$\vec{F} = -k\Delta x\hat{x}, \tag{1}$$

onde k irá representar a constante elástica do objeto. A equação 1, como descrita é conhecida como a *lei de Hooke*. Como pode ser notado pela equação, quanto maior for o valor de k maior será a resistência desse material para se deformar. Esta constante elástica irá depender do material, mas principalmente de sua estrutura. Por exemplo, no caso de molas, molas confeccionadas de mesmo material podem possuir constante elásticas diferentes, caso seja feita com estrutura diferente, alterando o raio dos anéis e a distância entre eles.

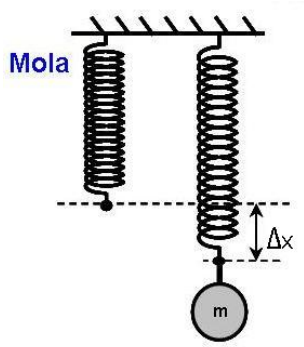


Figura 1: Esquema representando a deformação de uma mola quando sujeita a uma força peso.

É importante lembrar que no caso de uma mola, esta pode sofrer deformações elásticas, mas também deformações plásticas, sendo que a lei de Hooke não se aplica em deformações plásticas.

Uma forma simples de determinar o valor de k de uma mola, seria medir os diferentes valores de deformações sofridos (Δx) em função da força aplicada, que no caso do presente experimento será a força peso.

Uma vez que se tenha uma determinada mola com certa constante elástica k_i, uma forma de aumentar ou diminuir a constante elástica total, ou efetiva, de um sistema seria através da associação de molas. A associação de molas pode ser feita em série ou em paralelo, como indicada na figura 2.

Na associação de molas em série, a força aplicada em cada mola será a mesma e a força elástica contrária gerada por cada uma também. Porém, uma vez que cada mola possui uma constante elástica diferente, a deformação sofrida por cada uma também será diferente, de tal forma que a deformação total sofrida pelas duas molas será:

$$\Delta x_t = \Delta x_1 + \Delta x_2. \tag{2}$$

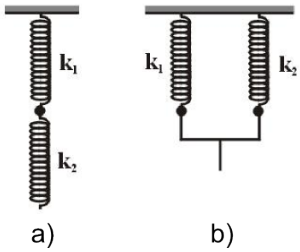


Figura 2: Esquema representando a associação de molas em série (a) e em paralelo (b).

Substituindo os valores de deformação da equação 2 pela expressão dada pela equação 1 ($\Delta x_i = F/k_i$, neste ponto o sinal negativo é omitido), temos:

$$\frac{F}{k_t} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2}. \tag{3}$$

Logo, para a associação em série, a constante elástica equivalente da mola pode ser expressa de acordo com a equação 4:

$$\frac{1}{k_t} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}. \tag{4}$$

Já para a associação de molas em paralelo, a deformação sofrida por cada mola será a mesma, porém, neste caso, a força elástica sofrida por cada uma será diferente. Logo, a força elástica total realizada pelo sistema será:

$$F_t = F_1 + F_2. \tag{5}$$

Substituindo a equação 1 na equação 5, temos:

$$k_t \Delta x = k_1 \Delta x + k_2 \Delta x. \tag{6}$$

Portanto, para a associação de molas em paralelo, a constante elástica efetiva do sistema dada pela equação 7:

$$k_t = k_1 + k_2. \tag{7}$$

Note que na associação de molas, a expressão para os valores das constantes efetivas é o inverso do caso para associação de resistores em série e em paralelo.