FISICA.NET
O CANAL DA FÍSICA NA INTERNET
Prof. Alberto Ricardo Präss

A lei de Hooke

Existem uma grande variedade de forças de interação, e que a caracterização de tais forças é, via de regra, um trabalho de caráter puramente experimental. Entre as forças de interação que figuram mais freqüentemente nos processos que se desenvolvem ao nosso redor figuram as chamadas forças elásticas, isto é, forças que são exercidas por sistemas elásticos quando sofrem deformações. Por este motivo é interessante que se tenha uma idéia do comportamento mecânico dos sistemas elásticos, sendo este, precisamente, o nosso objetivo neste texto.

Não conhecemos corpos perfeitamente rígidos, uma vez que todos os experimentados até hoje sofrem deformações mais ou menos apreciáveis quando submetidos à ação de forças, entendendo-se por deformação de um corpo uma alteração na forma, ou nas dimensões, ou na forma e, dimensões, do corpo considerado. Essas deformações, que podem ser de vários tipos - compressões, distensões, flexões, torções, etc - podem ser elásticas ou plásticas. Dizemos que uma deformação é elástica quando desaparece com a retirada das forças que a originaram, enquanto que uma deformação plástica é uma que persiste mesmo após a retirada das forças que a originaram. Dizemos que um sistema é elástico quando são elásticas as deformações que ele pode experimentar, enquanto que chamamos plástico a um sistema capaz de sofrer deformações plásticas. Rigorosamente falando, não conhecemos sistemas nem perfeitamente elásticos, nem perfeitamente plásticos. No entanto, muitos corpos conhecidos se comportam, com uma boa aproximação, como se fossem perfeitamente plásticos, enquanto que outros se comportam como perfeitamente elásticos, com aproximação razoável.

O estudo de deformações, que oferece um interesse técnico extraordinário, é altamente complicado, estando, na realidade, totalmente fora dos limites de possibilidade deste nosso curso. A teoria

da plasticidade encontra-se ainda em fase primária, apesar do enorme estímulo concedido ao seu estudo pelas grandes potências industriais do momento. A teoria da elasticidade está altamente desenvolvida, mas nos é totalmente inacessível, neste curso, devido ao enorme cabedal matemático exigido. Vamos aqui nos limitar a uma simples informação sobre as deformações elásticas.

Em 1660 o físico inglês R. Hooke (1635-1703), observando o comportamento mecânico de uma mola, descobriu que as deformações elásticas obedecem a uma lei muito simples. Hooke descobriu que quanto maior fosse o peso de um corpo suspenso a uma das extremidades de uma mola (cuja outra extremidade era presa a um suporte fixo) maior era a deformação (no caso: aumento de comprimento) sofrida pela mola. Analisando outros sistemas elásticos, Hooke verificou que existia sempre proporcionalidade entre força deformante e deformação elástica produzida. Pôde então enunciar o resultado das suas observações sob forma de uma lei geral. Tal lei, que é conhecida atualmente como lei de Hooke, e que foi publicada por Hooke em 1676, e a seguinte:

As forças deformantes são proporcionais às deformações elásticas produzidas.

Por exemplo: no caso inicialmente considerado por Hooke - deformação elástica sofrida por uma mola - a deformação era caracterizada pela variação ΔL do comprimento da mola, sob a ação de uma força $\Delta\vec{F}$; e Hooke observou que era

$$\left|\Delta\vec{F}\right| \propto \left|\Delta L\right|,$$

relação de proporcionalidade esta que pode ser transformada numa igualdade se introduzirmos um fator de proporcionalidade conveniente. Representando-se tal fator pela letra k, a lei de Hooke permite escrever que

$$\left|\Delta\vec{F}\right| = k\left|\Delta L\right|.$$

O fator k - que é característico da mola considerada - é usualmente denominado **constante da mola**.

No caso da deformação elástica considerada ser o alongamento, ou o encurtamento, de uma barra de seção reta uniforme, de

comprimento igual a L e área de seção reta igual a A . A lei de Hooke pode ainda ser escrita sob a forma

$$\left|\Delta\vec{F}\right| \propto \left|\Delta L\right|,$$

onde com ΔL estamos representando a variação de comprimento da barra devida à ação da força $\Delta\vec{F}$ (supondo-se que a força $\Delta\vec{F}$ esteja agindo segundo o eixo da barra). Da mesma forma que no caso da mola, a relação de proporcionalidade

$$\left|\Delta\vec{F}\right| \propto \left|\Delta L\right|$$

pode ser transformada numa igualdade, bastando, para tanto, se introduzir um fator de proporcionalidade conveniente. Representando-se tal fator de proporcionalidade pela letra k, a lei de Hooke permite escrever que

$$\left|\Delta\vec{F}\right| = k\left|\Delta L\right|,$$

e a experiência diz que tal fator k é diretamente proporcional à área da seção reta, A, da barra, e inversamente proporcional ao seu comprimento inicial L, Isto é, diz a experiência que

$$k \propto \frac{L}{A}.$$

Diz mais a experiência que o fator de proporcionalidade capaz de transformar em Igualdade a relação $k \propto \frac{L}{A}$ depende apenas do material da barra. Tal fator é representado geralmente pela letra Y e é chamado **módulo de Young** do material considerado. Então, para o caso da deformação de uma barra de seção reta uniforme A e comprimento L, construída com um material cujo módulo de Young seja Y, a lei de Hooke permite escrever que

$$\left|\Delta\vec{F}\right| = Y\frac{A\left|\Delta L\right|}{L}.$$

(Os valores dos módulos de Young correspondentes aos diversos materiais são calculados experimentalmente. Consultando uma tabela de características mecânicas de materiais, encontramos, por exemplo,

que o módulo de Young do aço vale $2{,}2 \times 10^{11}\ N/m^2$, o do chumbo vale $0{,}15 \times 10^{11}\ N/m^2$, o do tungstênio vale $3{,}5 \times 10^{11}\ N/m^2$, etc).

Adaptado de "Mecânica" do Prof. L. P. Maia