

Forças Elásticas

1- O que é

Alguns objetos, depois de sofrer pequenas deformações temporárias, têm a propriedade de voltar à sua forma original: é a elasticidade. Por exemplo, a força elástica está envolvida quando se aperta uma bolinha de borracha entre as mãos e a solta em seguida, quando se coloca um elástico apropriado para prender o cabelo, quando se utilizam diversos aparelhos de ginástica munidos de molas etc.. Em alguns casos, como nesses exemplos, as forças elásticas agem sobre os materiais de modo bem visível e, em outros, agem de forma imperceptível pela rapidez da ocorrência. Uma bola de futebol, ao ser chutada ou cabeçada, ou então uma bola de tênis, ao ser rebatida com uma raquete, sofrem deformações temporárias visíveis quando se analisa o movimento através de fotografias estroboscópicas. A luz do flash nesse tipo de fotografia "pisca" com uma frequência tal que o objeto é iluminado em intervalos constantes e determinado de tempo. Numa única fotografia, o objeto iluminado intermitentemente e em movimento aparece em posições e formas diferentes. Um filme de um evento analisado quadro a quadro também pode mostrar a sequência das posições e formas dos objetos durante a colisão.

Fios de diferentes materiais também apresentam elasticidade. Por exemplo, uma linha usada em costura ou para empinar pipas mostra claramente essa propriedade. Dependendo da tensão aplicada ao fio, ele se estica e, quando a tensão é retirada, o fio volta ao tamanho inicial. O mesmo comportamento é observado com uma mola.

Lei de Hooke: Existe uma linearidade entre a tensão aplicada e a distensão do fio ou da mola, até que se atinja a tensão de ruptura no limite elástico. O fato de que o aumento de comprimento é proporcional à força aplicada foi descoberto em 1650 por Robert Hooke.

Até em fios e cabos utilizados numa ponte pênsil existe a elasticidade, que é devidamente considerada pelos engenheiros ao projetá-la.

A elasticidade dos fios e cabos de aço depende do seu diâmetro e do tratamento de têmpera e de tratamentos térmicos específicos. Em fios de linha e cordas, a elasticidade depende da composição e do diâmetro.

A lei de Hooke é expressa pela relação:

$$F = -kx$$

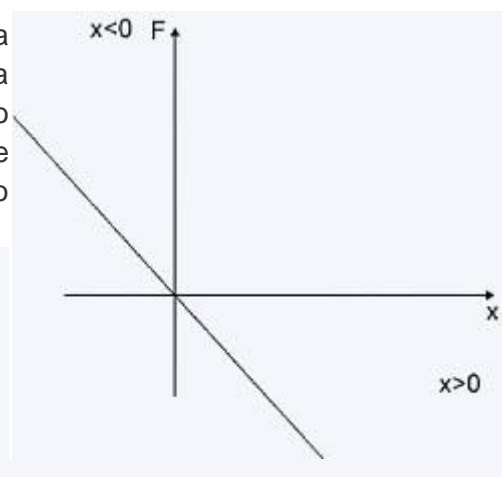
onde x representa a distensão, k , o coeficiente de restituição e o sinal negativo indica que o sentido da força é tal que se opõe à distensão.

Direção

A força elástica tem a direção do deslocamento.

Sentido

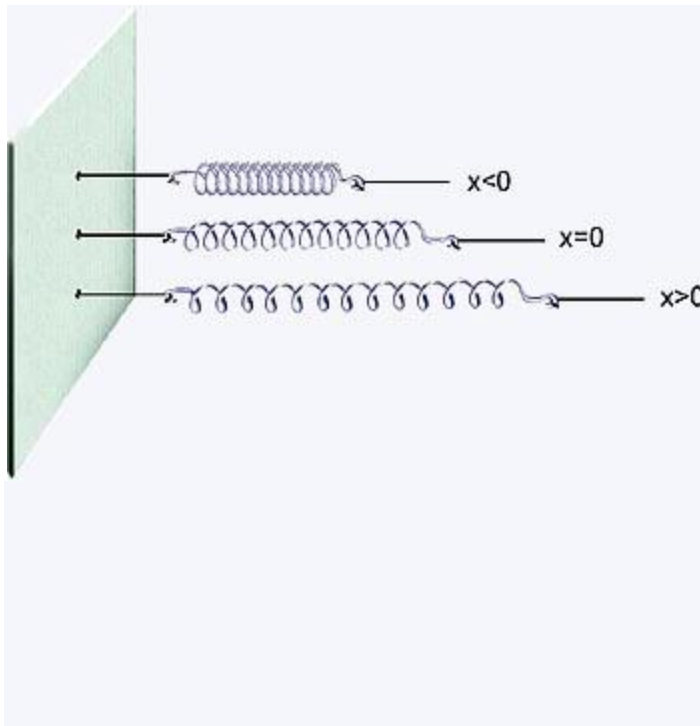
Contrário ao do deslocamento. Se puxarmos a mola para a direita, o sentido da força exercida pela mola será para a esquerda. Tipicamente, o comportamento dos materiais em termos de resposta à deformação pode ser caracterizado pelo gráfico abaixo



Módulo

A força tem um módulo tal que é proporcional à distensão. Quanto maior for a deformação da mola (o seu deslocamento) tanto maior será a força. No caso de molas, pode haver compressão e distensão.

Convenciona-se atribuir uma deformação negativa para a compressão e positiva para a distensão da mola. A figura abaixo mostra as direções e sentidos das forças de restituição que agem sobre a mola.



mola comprimida $x < 0$

mola em repouso $x = 0$

mola distendida $x > 0$

mola comprimida $F = -kx > 0$

mola em equilíbrio $F = 0$

mola esticada $F = -kx < 0$

2- Sistema massa - mola

Quando um objeto fica sujeito a uma força elástica, o seu movimento recebe o nome de movimento harmônico simples.

Uma das características desse movimento é que ele é periódico. Isso ocorre porque a partícula desprezando o atrito volta a uma certa posição a intervalos de tempo regulares. Esse intervalo de tempo é o período. Por exemplo, você perceberá que a partícula passará pelo centro na mesma direção a intervalos regulares (o período de tempo).

O período se relaciona com a massa e a constante elástica. Verifica-se que o período é dado pela expressão

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

onde m é a massa da partícula. Assim, como é fácil determinar a massa de uma partícula, pode-se determinar k a partir do período.

Mecânica – Forças Elásticas
Autores: Prof. Gil da Costa Marques e Profa. Nobuko Ueta

Outra coisa interessante a respeito do movimento é que, devido à força ser elástica, a partícula atinge uma certa distância máxima da origem e depois volta. Esse deslocamento máximo é conhecido como amplitude.

Nota-se também que, nos pontos de maior velocidade, o deslocamento é pequeno e, onde o deslocamento é grande, a velocidade é pequena. Por exemplo, na origem (deslocamento igual a zero $x = 0$), a velocidade é máxima. Quando o deslocamento é máximo (atinge sua amplitude), a velocidade é nula (a partícula está instantaneamente em repouso).

Pode-se verificar que, no movimento harmônico simples, vale o seguinte resultado:

$$mv^2 + kx^2 = \text{constante}$$

ou seja, a massa vezes a velocidade ao quadrado, quando adicionado ao produto de k vezes x^2 , é o mesmo em qualquer ponto onde a mola estiver. Veremos, depois, que a constante é igual a duas vezes o valor da energia no movimento harmônico simples. Isto é,

$$\text{constante} = 2\text{Energia}$$

Finalmente, usando a lei de Newton, podemos relacionar, para cada deslocamento x , o valor da aceleração. Tem-se que

$$a = -\frac{kx}{m}$$

3- Cotidiano

1. Carrinho de fricção

Existem carrinhos de fricção em que você afasta um carrinho pressionando sobre suas rodas traseiras e, ao soltar, ele dispara para a frente. Ao pressionar e afastar, através do atrito com o solo, você enrola uma mola montada no interior. Ao soltar o carrinho, a mola se desenrola tracionando as rodas em sentido contrário.



2. Brinquedo de corda

Existem ainda hoje em dia alguns brinquedos em que você aciona uma chavinha para "dar corda" e ao soltar o brinquedo realiza algum movimento: um bichinho que toca tambor, uma vitrolinha que toca música etc..



3. Relógio cuco

Relógios antigos não funcionam com pilhas, mas com o desenrolar de uma mola. A mola é inicialmente enrolada através de algum mecanismo que envolve rodas dentadas e um cordão ou então uma chave. A mola enrolada "guarda" uma energia que vai acionar continuamente o mecanismo do relógio. Quando a "corda" acaba, o relógio para.



4. Balanças analógicas

Balanças com mola no mostrador ainda são vistas em feiras-livres ou em lojas antigas. O prato onde se coloca o objeto a ser pesado aciona uma alavanca, que por sua vez aciona uma mola acoplada ao ponteiro. O peso pode ser visto diretamente no visor da balança. Quando se tira o objeto do prato da balança, o ponteiro volta pela restituição do movimento da mola.

5. Dinamômetro

Um equipamento simples de medição de forças é o dinamômetro. Existem dinamômetros para as mais variadas finalidades e podem ser facilmente construídos e calibrados. Basta ter uma mola de aço e massas calibradas.