

Gabriel Rodrigues Munhoz RA 162053541

Laboratório de Estática Relatório sobre Lei de Hooke

Ilha Solteira, São Paulo Setembro de 2017

Sumário

0.1	Objetivo
0.2	Resumo
0.3	Introdução Teórica
0.3.1	Lei de Hooke
0.3.2	Molas em Série
0.3.3	Molas em Paralelo
0.4	Procedimento Experimental
0.4.1	Materiais
0.4.2	Método
0.5	Resultados e Discussão
0.6	Conclusão
	APÊNDICE A – GRÁFICO DOS COEFICIENTES
	REFERÊNCIAS 1

0.1 Objetivo

Estudo sobre o modo como se comporta a Lei de Hooke com molas em série e em paralelo.



0.2 Resumo

O experimento realizado consistiu em determinar o coeficiente de elasticidade em três arranjos diferentes de mola. Primeiramente a mola sozinha, em seguida duas molas em série e por fim duas molas em paralelo. Após realizado todo o procedimento e os cálculos, os resultados obtidos foram de acordo com a teoria provando que as molas em série diminuem seu coeficente de elasticidade, enquanto em paralelo elas aumentam.



0.3 Introdução Teórica

0.3.1 Lei de Hooke

A força exercida por uma mola sempre é contrária ao movimento realizado, assim podemos supor que a força elástica é conservativa e por isso na Lei de Hooke o sinal é negativo. Tal força é proporcinal ao deslocamento e é dada por [1]:

$$\vec{F} = -k\vec{d}$$
 (Lei de Hooke)

A constante elástica é simbolizada pela letra "k" e é o que caracteriza uma mola ou sistema de rígido ou não, quanto maior tal constante mais rígido será o sistema. A unidade de "k" é newton por metro no SI. [1]

A força elástica é linear por se tratar de apenas uma multiplicação entre a constante elástica e a distância, no entanto, se trata de uma força variável, já que, durante a ação a força se altera, podendo diminuir, mudar de sinal ou aumentar. [1]

0.3.2 Molas em Série

A partir da Lei de Hooke podemos pressupor que com duas molas:

$$\vec{F} = k_1 \Delta \vec{d_1}$$
 e $\vec{F} = k_2 \Delta \vec{d_2}$

Poderemos transformar em:

$$\Delta \vec{d_1} = \frac{\vec{F}}{k_1}$$
 e $\Delta \vec{d_2} = \frac{\vec{F}}{k_2}$

Com uma associação em série a constante elástica se altera, portanto colocamos o nome de " k_{eq} " (Constante elástica equivalente) e tal sistema sofrerá uma distenção " Δd_{eq} " (Variação equivalente):

$$\Delta \vec{d}_{eq} = \Delta \vec{d}_1 + \Delta \vec{d}_2$$

Portanto, teremos:

$$\frac{\vec{F}}{k_{eq}} = \frac{\vec{F}}{k_1} + \frac{\vec{F}}{k_2}$$

Como a força aplicada nas duas molas é a mesma, a fórmula pode ser transcrita como:

$$k_{eq} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

Com isso, podemos tirar a conclusão que o coeficiente equivalente sempre possui um valor menor do que os coeficientes iniciais. Isso ocorre, pois, em série a força aumenta a deformação das duas molas e ocasiona uma menor rigidez no sistema. [2]

0.3.3 Molas em Paralelo

A partir da Lei de Hooke podemos pressupor que com duas molas:

$$\vec{F} = k_1 \Delta \vec{d_1}$$
 e $\vec{F} = k_2 \Delta \vec{d_2}$

Com uma associação em paralelo a constante elástica se altera, portanto colocamos o nome de " k_{eq} " (Constante elástica equivalente) e tal sistema sofrerá uma distenção " Δd_{eq} " (Variação equivalente), para o sistema paralelo notamos que a força equivalente " \vec{F}_{eq} " vale:

$$\vec{F}_{eq} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$k_{eq} \Delta \vec{d}_{eq} = k_1 \Delta \vec{d}_1 + k_2 \Delta \vec{d}_2$$

No entanto, teremos sempre a mesma deformação nas duas molas, pois a força será aplicada nas duas ao mesmo tempo, com isso:

$$\Delta \vec{d}_{eq} = \Delta \vec{d}_1 = \Delta \vec{d}_2$$

Resultando em:

$$k_{eq} = k_1 + k_2$$

Portanto, podemos tirar a conclusão que o coeficiente equivalente sempre possui um valor maior do que os coeficientes iniciais. Isso ocorre, pois, em paralelo a força é aplicada simultaneamente nas duas molas, diminuindo a deformação e ocasionando uma maior rigidez no sistema. [2]

0.4 Procedimento Experimental

0.4.1 Materiais

Nesse experimento foram utilizados os seguinte materiais:

- -Apoio;
- -Molas;
- -Suporte para os pesos (com instrumento de encaixe para utilizarmos as molas em paralelo);
 - -Pesos;
 - -Régua milimetrada;

0.4.2 Método

Primeiramente colocou-se uma mola no apoio e mediu-se o comprimento inicial dela com o suporte para os pesos pendurado. Após isso, foram adicionados os pesos de 1kg, 2kg e 3kg separadamente e anotou-se o comprimento da mola em cada peso. Com esses valores calculou-se um coeficiente de elasticidade médio.

Em seguida, foram colocadas em série 2 molas com coeficientes de elasticidade muito próximos, tais molas possuem o mesmo coeficiente da mola utilizada anteriormente. Após isso, foi repetido o procedimento anterior e adicionados os pesos de 1kg, 2kg e 3kg separadamente e anotou-se o comprimento das molas em cada peso. Com tais valores foi calculado um coeficiente de elasticidade médio para o sistema em série.

Por fim, foram alocadas as mesmas 2 molas em paralelo e anotados os comprimentos das molas em cada vez que foram adicionados pesos ao sistema. Assim como anteriormente, os pesos foram de: 1kg, 2kg e 3kg. E ao final foi calculado um coeficiente de elasticidade médio.

0.5 Resultados e Discussão

Primeiramente foram colhidos os resultados de uma mola sozinha e calculados os coeficientes de elasticidade:

Tabela 1 – Dados coletados de uma mola

Lo(mm)	Lf(mm)	m(kg)	k(N/m)
36	38	1,0	4900,0
36	48	2,0	1633,3
36	59	3,0	1278,3

Tais coeficientes foram calculadas da seguinte forma:

$$k = m * g/(Lf - Lo)$$

$$k = 1 * 9, 8/(38 - 36) = 4900, 0N/m$$

$$k = 2 * 9, 8/(48 - 36) = 1633, 3N/m$$

$$k = 3 * 9, 8/(59 - 36) = 1278, 3N/m$$

Sendo "g" a gravidade valendo 9,8. Após isso, foi calculado um coeficiente médio para a mola, por meio da média entre os 3 coeficientes encontrados. Portanto, esse coeficiente médio vale:

$$k_m = 2603,9 \text{ N/m}$$

Em seguida, foram colhidos os resultados de sistema de duas molas em série e calculados os coeficientes de elasticidade:

Tabela 2 – Dados coletados de uma mola

Lo(mm)	Lf(mm)	m(kg)	k(N/m)
114	118	1,0	2450,0
114	137	2,0	852,2
114	160	3,0	639,1

Tais coeficientes foram calculadas da seguinte forma:

$$k = m * g/(Lf - Lo)$$

$$k = 1 * 9, 8/(118 - 114) = 2450, 0N/m$$

$$k = 2 * 9, 8/(137 - 114) = 852, 2N/m$$

$$k = 3 * 9,8/(160 - 114) = 639,1N/m$$

Sendo "g" a gravidade valendo 9,8. Após isso, foi calculado um coeficiente médio para o sistema, por meio da média entre os 3 coeficientes encontrados. Portanto, esse coeficiente médio vale:

$$k_m = 1313.8 \text{ N/m}$$

Por fim foram colhidos os resultados de um sistema de duas molas em paralelo e calculado os coeficientes de elasticidade:

Tabela 3 – Dados coletados de uma mola

Lo(mm)	Lf(mm)	m(kg)	k(N/m)
36	36	1,0	-
36	36	2,0	-
36	39	3,0	9800,0

Tais coeficientes foram calculadas da seguinte forma:

$$k = m * g/(Lf - Lo)$$

$$k = 3 * 9, 8/(39 - 36) = 9800, 0N/m$$

Sendo "g" a gravidade valendo 9,8. Como obtivemos apenas um valor de coeficiente para o sistema em paralelo utilizamos ele como sendo nosso coeficiente médio de elasticidade. Portanto, esse coeficiente médio vale:

$$k_m = 9800.0 \text{ N/m}$$

Com esses resultados verificamos que o coeficiente de elasticidade pode variar dependendo do arranjo de molas. No entanto, já esperávamos isso, pois de acordo com a Lei de Hooke quando duas molas se encontram em série seu coeficiente de elasticidade tende a diminuir e quando estão em paralelo seu coeficiente tende a aumentar. Vide Apêndice A.

Portanto, o experimento foi satisfatório, pois como utilizamos molas com coeficiente de elasticidade igual os resultados se aproximaram muito do que era previsto. Os desvios que podem ter aparecido podem ter sido causados por causa dos coeficientes das molas não serem exatamente iguais e a forma de medida não ser tão precisa.

0.6 Conclusão

A associação de molas pode aumentar ou diminuir o coeficiente de elasticidade do sistema. Por meio do experimento e das análises realizadas, notamos que uma associação de molas em série faz com que a deformação aumente, diminuindo o coeficiente de elasticidade. E na associação em paralelo o coeficiente aumenta, pois sua deformação diminui, visto que a força é dividida entre as duas molas separadamente.

O experimento realizado mostrou que utilizando duas molas de coeficiente muito próximos o valor desse coeficiente em uma associação em série, cai pela metade e durante uma associação em paralelo, ele dobra.

APÊNDICE A – Gráfico dos Coeficientes

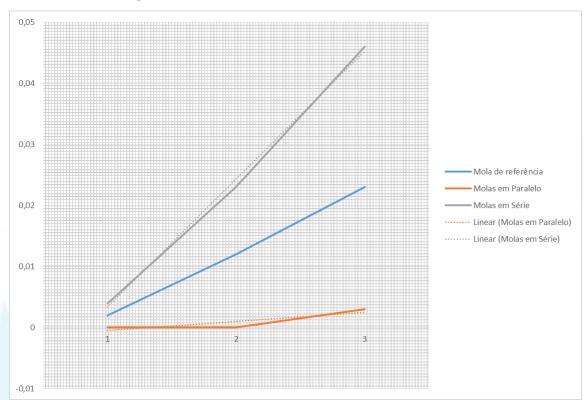


Figura 1 – Gráfico dos Coeficientes de Elasticidade:

Referências

- [1] HALLIDAY, D., RENSICK, R., and WALKER, J. Fundamentos de física—volume 1—mecânica—livros técnicos e científicos editora—10 a edição. *Livro de Exercícios*.
- [2] LOIOLA, P. N. Associação de molas.

