

Física Mecânica

Exp[®] F.01

**Leis de
Newton**



**OBSERVAÇÃO DA LEI DE
HOOKE E APLICAÇÃO
DAS LEIS DE NEWTON**

Estudo experimental da
associação de Dinamômetros,
estudo semelhante a associação
de resistores na eletricidade.



FRACTAL

www.fractal.ind.br



FRACTAL

Fractal Ind. Com. e Serv. Ltda.

contato@fractal.ind.br

Whatsapp 84 99413-0079

Exp F.01

Leis de Newton



Sobre o ExP[®] Leis de Newton

- Nesse Experimento Portátil observa-se experimentalmente a Lei de Hooke e a aplicação das Leis de Newton em um sistema composto de molas-dinamômetros e chumbadas-massas. As atividades lúdicas podem ser efetuadas, mostrando-se que a mola alonga como o aumento da massa, assim como, que um bloco de massa m pode ser composto por uma simples chumbada de 50 gramas. Usa como método o Ambiente de Aprendizagem Científica Experimental que enfatiza na abordagem “como pensa e age um cientista”. No estudo quantitativo, um gráfico pode ser montado para demonstrar a linearidade entre a força e a distensão da mola, isto é, a Lei de Hooke. Mais adiante, pode-se fazer associação destes dinamômetros em série, em paralelo e mista. O estudo aqui é similar ao estudo de associação de resistores da eletricidade, porém agora as leis envolvidas são a Lei de Hooke (Lei de Ohm) e as Leis de Newton (Leis de Kirchhoff).

Material do ExP[®] F.01 Leis de Newton.

- Caixote em madeira (C 22 cm, L 17 cm e A 7 cm) .
- 02 placas de fixação 15 cm X 16 cm.
- 03 molas-dinamômetros.
- 04 chumbadas-massas de 50 grama.
- 06 parafusos em inox.
- 06 porcas borboletas em inox.
- 01 paquímetro 150 mm.



ExP[®] F.01 Leis de Newton e seus materiais.

LEI DE HOOKE

Procedimento:

- Identifique todos os materiais ao abri o caixote, conforme listagem anterior.
- Parafusar as duas placas de fixação uma na outra. Observe que uma placa é para parte superior e outra para a parte inferior, una-as com os parafusos e porca tipo borboleta. Os parafusos já vem nas suas posições de uso.
- Agora parafuse as placas unidas ao caixote.



À esquerda as duas placas unidas.

À direita as placas unidas ao caixote e uma mola e uma única massa.



LEI DE HOOKE

Procedimento:

- Coloque uma das molas-dinamômetros em um dos parafusos superior.
- Fixe uma massa de 50 g no final na mola. Observe que a mola irá distender seu comprimento em alguns centímetros.



À esquerda, mola
e uma única massa.

À direita, mola
e três massas.



Procedimento:

- O que acontecerá ao colocar outras massas no final desta mola? Discuta com os componentes do grupo e com o professor. Responda antes e depois da observação experimental, coloque outras massas e observe a distensão. Ocorreu como previsto ?
- Discuta a razão disto acontecer, isto é, a distensão da mola com adição das massas.
- Por que a mola distendeu ? Discuta com seus colegas e o professor a razão deste fato acontecer.
- Que materiais na natureza possuem esta mesma propriedade ?



À esquerda, mola
com 3 massas.

Massa (g)	Distensão (cm)
50	
100	
150	
200	

Procedimento:

- Meça essa distensão com o paquímetro, tome nota de cada valor da distensão para cada massa adicionada.
- Coloque mais uma massa de 50 g, observe novamente a distensão da mola. meça o novo deslocamento, tome nota novamente deste valor.
- Repita o procedimento até atingir 200 gramas Anote os valores da distensão da mola na tabela até 200 g.



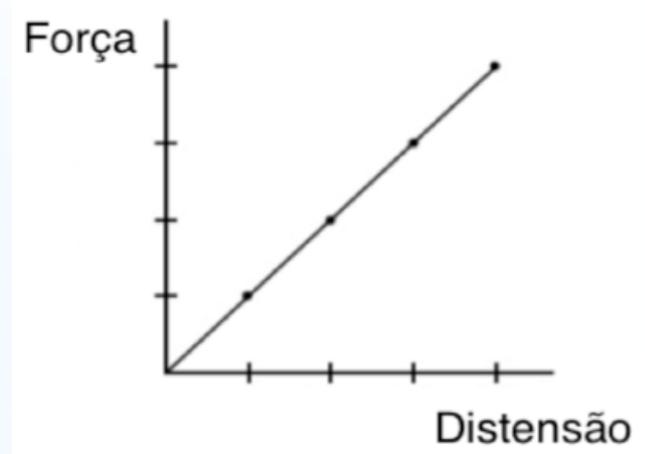
À esquerda, mola com 3 massas.

À direita, tabela para os dados coletados.

Massa (g)	Distensão (cm)
50	
100	
150	
200	

Procedimento:

- Faça um gráfico distensão X massa. Qual o tipo de gráfico se apresenta? Qual a equação matemática que melhor representa este gráfico? Discuta com seus colegas e o professor.



- Como transforma a medida da distensão em medida da força?
- Para os historiadores, Robert Hooke estabeleceu esta lei bem antes do Isaac Newton. Você é capaz de inferir quais leis de Newton ele precisava conhecer para chegar na famosa lei de Hooke ?
- Apresente ao menos uma outra forma de fazer uma realização experimental que comprove a Lei de Hooke, porém sem usar molas.
- Qual a vantagem de se usar este formato para molas, isto é, um fio de aço enrolado que forma um cilindro. Haverá outras formas de se fazer molas? Quais serão as vantagens e desvantagens destas novas formas propostas;

Vamos inferir sobre os resultados das nossas observações, que até agora, pelo sentido, através do tato, é que quanto maior a massa maior é a força, $F_m \propto m$. Matematicamente, escrevemos, Força (F) é diretamente proporcional a Massa (m), é intuitivo pensar que seja primeiramente uma expressão simples, isto é, $F_m = a m$, onde **a** é uma constante, ou ainda podemos escrever a expressão, $F_m = m a$.

Das observações experimentais com a mola, ao medir a distensão da mola, concluímos que $F_x \propto \Delta x$. Outra vez, a força obedece uma expressão matemática simples, uma equação do primeiro grau, $F_x = -k \Delta x$, onde k é uma constante e o sinal negativo é para identificar que esta força é contrária a força devido as massas.

Uma conclusão mais avançada é concordar que a força das massas é exatamente igual a força da distensão da mola, caso contrário a massa e a mola, este conjunto, estariam se movimentando, para cima ou para baixo. Portanto, matematicamente, $F_m = -F_x$.

Na atualidade, as expressões, $F_m = m a$ e $F_m = -F_x$, são conhecidas pela Segunda e Terceira lei de Newton. Lê-se, força é igual ao produto da massa vezes a aceleração do corpo, Segunda lei de Newton e a toda força ação tem uma força de reação na mesma direção da ação, sentido contrário e mesmo modulo, Terceira lei de Newton.

LEIS DE NEWTON

- Faça um diagrama das forças no sistema massa-mola. Veja figura que segue. A força gravitacional puxa a massa m para baixo, a força da mola puxa para cima e estas forças encontram o equilíbrio, isto é, pela 3a Lei de Newton são um par ação-reação, iguais de mesmo modulo e opostas.
- A 2a Lei de Newton, para a força gravitacional é $f = mg$, assim o produto da massa de 50, 100, 150 e 200 gramas por $g = 10 \text{ m/s}^2$ fornece o valor da respectiva força f .
- Com isto podemos escrever:

$$mg = -k\Delta x$$

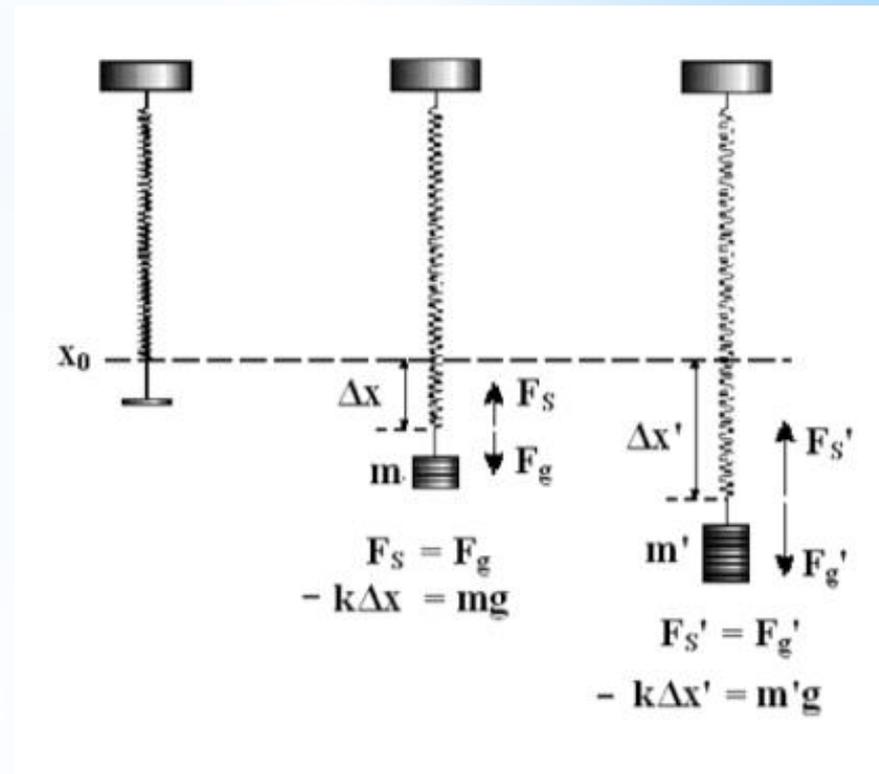


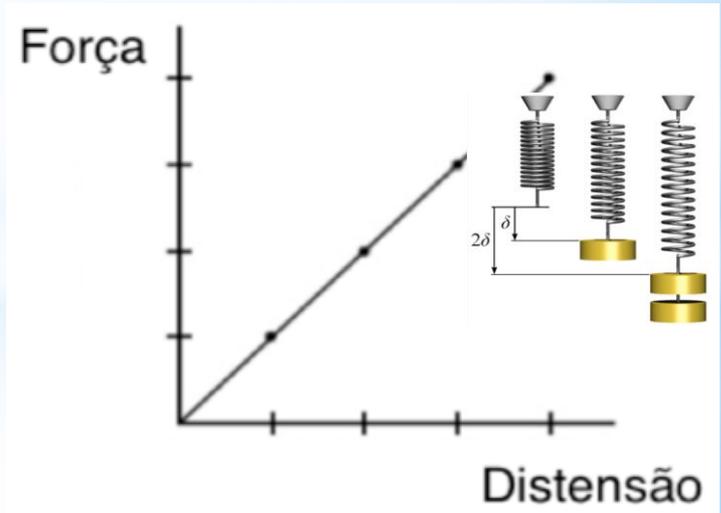
Diagrama das forças.

LEIS DE NEWTON

- Vamos aplicar as Leis de Newton para entender a situação experimental. Com os valores das massas, usando a 2ª Lei de Newton na forma $f = mg$, assim o produto da massa de 50, 100, 150 e 200 grama por $g = 10 \text{ m/s}^2$ fornece o valor da respectiva força f . Construa um gráfico f em função de x (distensão da mola). Observe a linearidade entre f e x , determine o coeficiente angular desta reta, que será a constante da mola k da Lei de Hooke $f = -kx$. O sinal negativo advém da força na mola, que pela 3ª Lei de Newton forma um par ação-reação com a força gravitacional mg .
- Agora você tem um dinamômetro de constante k conhecida.



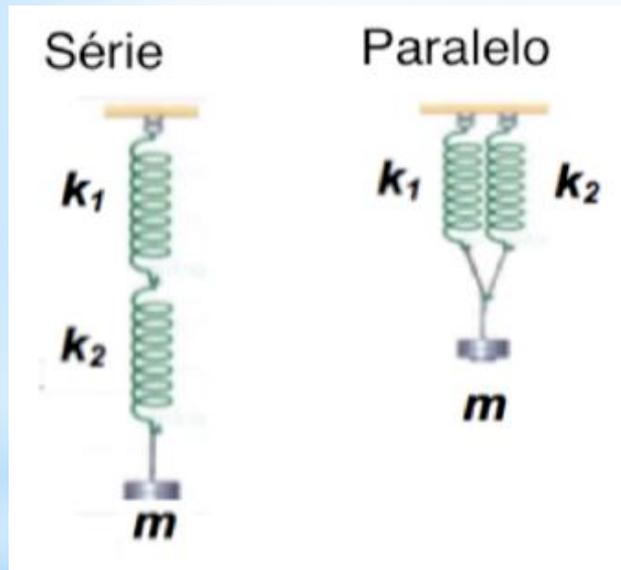
À esquerda, mola e uma única massa.
No centro, mola e 2 massas.
À direita, mola e 3 massas.



ASSOCIAÇÃO DE DINAMÔMETROS

Associação em SÉRIE e em PARALELO, teoria.

- Na figura logo abaixo, temos o desenho de 2 dinamômetros em série, e 2 dinamômetros em paralelo, com constante de mola k_1 e k_2 . A extremidade superior está fixa e a inferior com um massa m em um campo gravitacional com aceleração g .



À esquerda, desenho e à direita, foto do aparato experimental da associação de molas em série e em paralelo.

Associação em série.

- Aplica-se a 2a Lei de Newton no final das molas, isto é, a força gravitacional, força peso é igual a $p = mg$. Com a 3a Lei de Newton a força na mola é igual a força peso e igual a $mg = -k_2x_2$. Na união das molas temos outro par ação-reação, assim a força nas molas são iguais, $-k_2x_2 = -k_1x_1$. Temos também que a força nas molas é dada por $f = -k_{eq}x$. Nesse caso observa-se que a distensão das molas é $x = x_1 + x_2$ e pela lei de Hooke para cada mola temos $x_1 = -f/k_1$ e $x_2 = -f/k_2$.
- Logo,

$$x = x_1 + x_2 = f/k_{eq} = f/k_1 + f/k_2$$

- Assim ficamos com:

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{ou} \quad k_{eq} = \frac{k_1k_2}{k_1+k_2}$$



Associação em série.

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{ou} \quad k_{eq} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

- Vamos analisar este resultado. Quando $k_1 = k_2$ temos $k_{eq} = k/2$, que é o caso experimental aqui. Observe que para o caso dos resistores na eletricidade este resultado, para o resistor equivalente, a equação é equivalente para a associação em paralelo de resistores e aqui é para associação em série de molas-dinamômetros.
- Com este aparato experimental, os dinamômetros (molas calibradas com o valor de k), e as massas, faça previsões e monte um experimento para testar a associação em série de dinamômetros.

Associação em paralelo.

- Aplica-se a 2ª Lei de Newton no final das molas, isto é, a força gravitacional, força peso é igual a $p = mg$.
- Com a 3ª Lei de Newton a força nas molas é igual a força peso e igual as forças em cada mola individual, assim $mg = f_1 + f_2$.
- Neste caso observa-se que a distensão é igual para ambas as molas é $x = x_1 = x_2$. Assim a força é $f = k_{eq}x = k_1x + k_2x$. Logo,

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



Associação em paralelo.

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

- Vamos analisar este resultado. Quando $k_1 = k_2$ temos $k_{eq} = 2k$, que é o caso experimental aqui. Observe que para o caso dos resistores na eletricidade esse resultado, para o resistor equivalente, a equação é equivalente para a associação em série de resistores e aqui é para associação em paralelo das molas-dinamômetros.
- Com este aparato experimental, os dinamômetros (molas calibradas com o valor de k), e as massas, faça previsões e monte um experimento para testar a associação em paralelo de dinamômetros.

Associação MISTA e MISTA com ângulo entre os dinamômetros.

- Como atividade extra, temos duas outras configurações que podem ser montadas neste equipamanto.
- Primeira é uma associação mista, duas molas-dinamômetros em paralelo e em série com uma única mola-dinamômetro. Vide fotografia que segue.
- Segunda é uma associação mista com ângulo entre as molas-dinamômetros, duas molas-dinamômetro em paralelo, porém com um ângulo entre elas e em série com uma mola-dinamômetro. Vide fotografia que segue.
- Determine as forças em cada dinamômetro medindo-se a distensão em cada mola com o paquímetro. Use a Lei de Hooke e as Leis de Newton para corroborar os seus dados experimentais.



Perguntas

- Faça uma consulta bibliográfica para saber quem foi Robert Hooke.
- Liste ao menos 05 materiais que possuem esta propriedade de distensão linear.
- A mola possui uma pequena massa, poucos gramas, isto não interfere nas suas análises e resultados teóricos ?
- Esta distensão poderia ser medida por outra medida física ?
- Cite ao menos 05 aplicações para o uso de molas.
- Use apenas desenhos dos aparatos, gráficos e equações e faça um resumo das atividades deste Exp[®].

