

**1**

livro

**7**

aula

## OSCILADOR DE MOLA - LEI DE HOOKE

### META

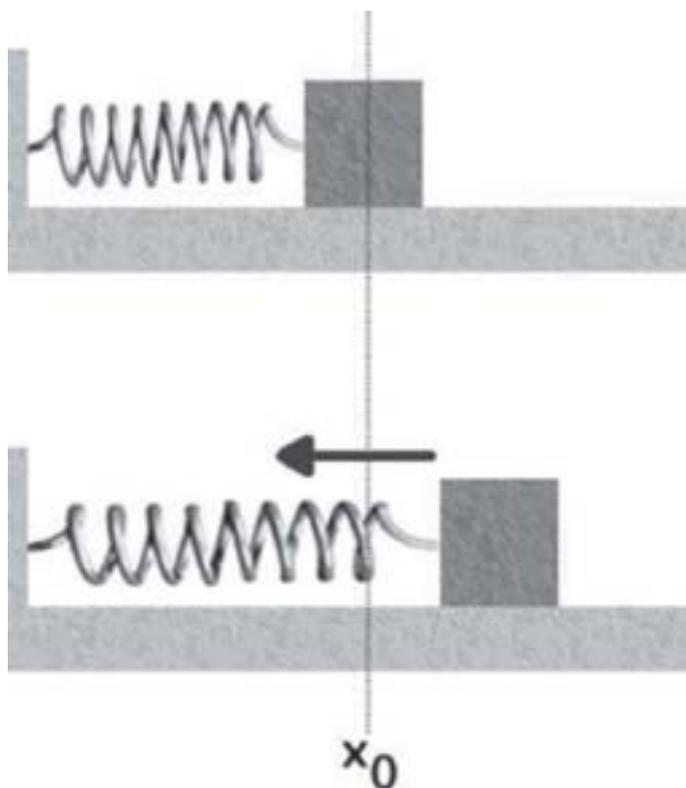
Aplicar a lei de Hooke num sistema massa mola.

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
identificar uma força conservativa;  
calcular a constante de elasticidade da mola;  
calcular massas desconhecidas a partir de uma massa padrão; e  
calcular a deformação sofrida por corpos sob ação de forças elásticas.

### PRÉ-REQUISITOS

Saber utilizar gráficos em papel milimetrado, distinguir grandeza vetorial de grandeza escalar e representar uma grandeza vetorial.

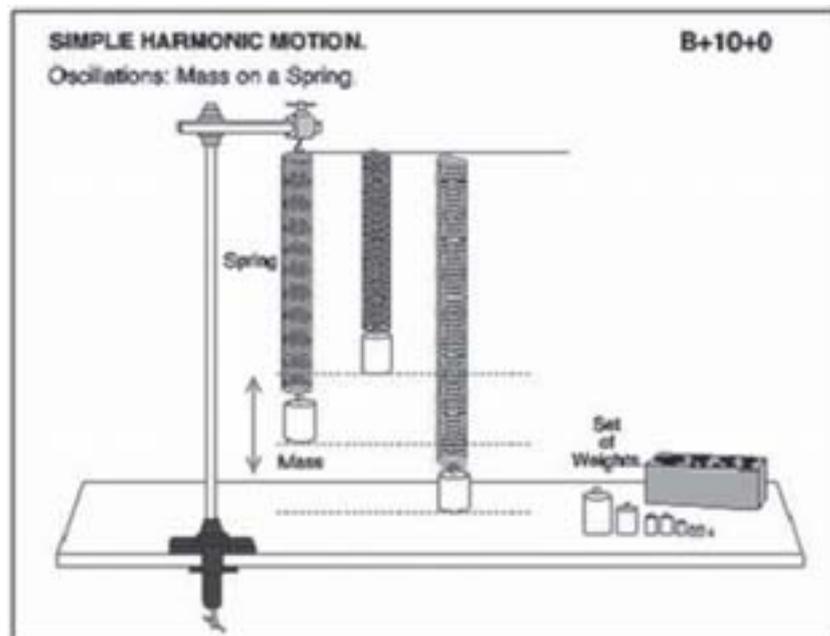


(Fonte: <http://faraday.physics.utoronto.ca>)

**O**lá, caro aluno! Esperamos que você esteja aproveitando bastante os conteúdos abordados nesta disciplina.

Na última aula, estudamos a Dinâmica III- Força de Atrito, ou seja, a força **F<sub>a</sub>** de atrito estático para um corpo que sofre ação de uma força sobre uma superfície. Nesta aula, vamos aprender a utilizar a lei de Hooke num sistema massa mola e, para tanto, é fundamental que você leia com muita atenção o conteúdo a seguir.

### INTRODUÇÃO



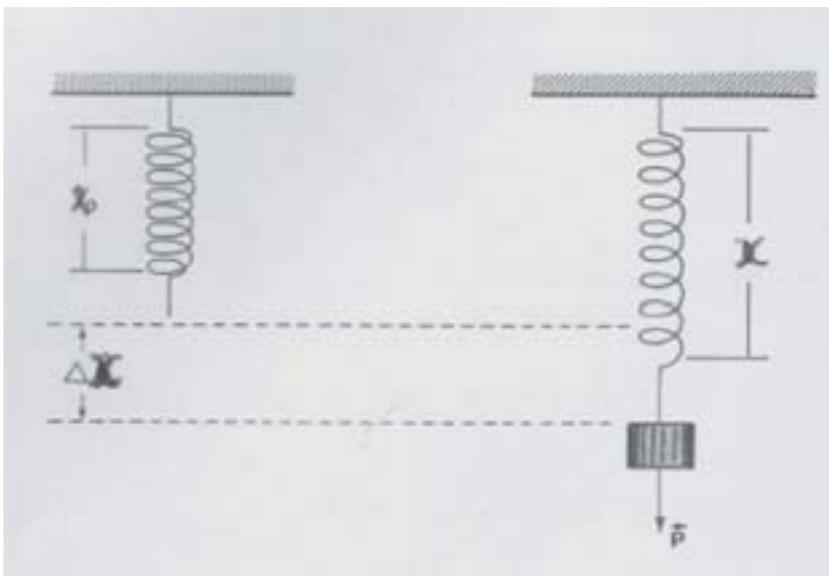
(Fonte: <http://www.produtronica.pucpr.br>).

Quando se aplica uma força em uma mola ela sofrerá uma deformação que, de acordo com a lei de Hooke, será diretamente proporcional à intensidade da força aplicada. Essa proporcionalidade só é válida se a deformação sofrida pela mola se anular quando cessar a ação da força aplicada, ou seja, a mola retorna ao seu comprimento inicial. A constante de proporcionalidade  $K$  é denominada constante elástica da mola e o seu valor depende do material de que ela é formada.

**CONHECENDO  
A LEI DE HOOKE**

A deformação pode ser distensão (mola esticada) ou de compressão (mola comprimida). Para uma mola ideal, a força elástica restauradora do comprimento inicial é dada pela lei de Hooke através da equação:

$$F = -K \Delta x \quad \text{eq.1}$$



$\Delta x$  deformação sofrida pela mola.

A Lei de Hooke estabelece uma proporcionalidade entre causa (força  $F$ ) e efeito (deformação  $\Delta x$ ). O módulo da intensidade da força  $F$  numa distensão é

$$F = K \Delta x \quad \text{eq.2}$$

$$F = K (X - X_0)$$

Isolando o corpo de massa **m**, observamos que as forças que agem sobre ele são duas forças verticais

### Corpo

A força elástica  $F = K(X - X_0)$  para cima e a força peso para baixo  $F_p = m.g$ . No equilíbrio essas duas forças são iguais.

$$F_p = F$$

$$m.g = K (X - X_0) = K \Delta x \quad \text{eq. 3}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Conforme a eq.3, o gráfico em papel milimetrado de  $m.g \times \Delta x$  é de uma reta cujo coeficiente angular é a constante elástica da mola  $K$ .

## COLOCANDO EM PRÁTICA

Agora que você já conheceu a lei de Hooke, vamos colocá-la em prática. Mas, antes de iniciar a experiência, leia com atenção os passos que você deverá seguir.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Colocar a mola suspensa sem nenhuma deformação e medir o comprimento inicial  $X_0$ .
2. Pendurar o porta peso e medir o comprimento  $X_1$ . Anotar, na Tabela 1, o seu peso e a deformação causada  $\Delta X_1 = X_1 - X_0$ .
3. Completar a tabela medindo as deformações causadas por 9 (nove) valores diferentes de massa.
4. Para que a força seja dada em Newton, transforme a massa em kg, ou seja, na tabela vai aparecer a potência  $1/10^3$  ou a potência de 10 negativa. Faça o mesmo com a unidade de deformação  $1/10^2$  ou com a potência de 10 negativa.

Tabela 1

N (n° de medidas)	m(g)	m(kg)x10 <sup>3</sup>	Fp=mg(N)	ΔX(cm)	ΔX(m) x10 <sup>2</sup>	K=Fp/ΔX(N/m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

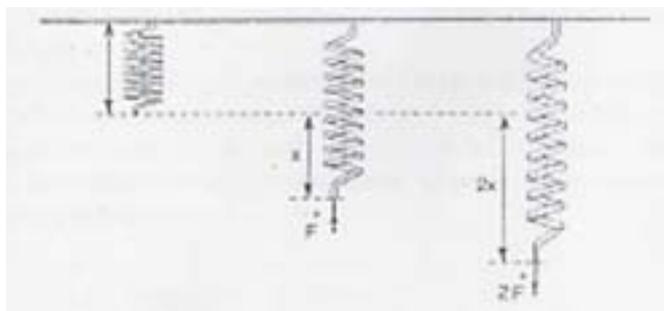
**NOTA**

Acrescente 10g na medida n°. 2, logo a massa dessa medida será igual a 10g + a massa do porta peso, e assim sucessivamente, vá aumentando de 10g em 10g. Construa o Gráfico de  $F_p \times \Delta X$ . Coloque os valores de  $\Delta X$  no eixo das abscissas e os valores da força peso no eixo das ordenadas.

Que conclusão você pode tirar do gráfico?

**Exemplo de aplicação**

Robert Hooke (cientista inglês, 1635-1703), estudando as deformações elásticas, verificou que, duplicando a força aplicada, a deformação duplica, triplicando a força, a deformação triplica e assim sucessivamente.



**Preencha o espaço livre dos enunciados a seguir.**

De acordo com a figura anterior, podemos afirmar que a deformação será \_\_\_\_\_ quando a força for

Com base nos conteúdos abordados nesta aula, podemos concluir que quanto maior for a massa de uma partícula, maior será a deformação e quanto maior for o valor de  $K$  constante de elasticidade da mola, mais dura será a mola. Além disso, também constatamos que a força aplicada a uma mola ideal é diretamente proporcional à deformação produzida.

## CONCLUSÃO

## RESUMO



Nesta aula, aprendemos que ao se aplicar uma força em uma mola, ela sofrerá uma deformação. Essa deformação, de acordo com a lei de Hooke, será diretamente proporcional à intensidade da força aplicada, e essa proporcionalidade só é válida se a deformação sofrida pela mola se anular quando cessar a ação da força aplicada, ou seja, a mola retorna ao seu comprimento inicial. A constante de proporcionalidade  $K$  é denominada constante elástica da mola. O valor da constante elástica da mola depende do material de que ela é formada. A equação que representa a lei de Hooke.

$$F = K \Delta x \quad \text{eq. 2}$$

A unidade de  $K$  é N/m

1 - Em certa experiência foram encontrados os dados da Tabela 2

**Tabela 2**

N(nº de medida)	m(g)	$m \times 10^{-3}$ (kg)	$F_p = mg(N) \times 10^3$	$\Delta X(\text{cm})$	$\Delta X(\text{m}) \cdot 10^2$	$K = F_p / \Delta X(\text{N/m})$
1	10	10	100	1,0	1,0	10,00
2	20	20	200	1,8	1,8	11,11
3	30	30	300	2,6	2,6	11,54
4	40	40	400	3,5	3,5	11,43
5	50	50	500	4,3	4,3	11,63
6	60	60	600	5,2	5,2	11,54
7	70	70	700	6,0	6,0	11,67

Para calcular o valor de  $K$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

$$F = K \Delta x \quad \text{eq.2}$$

$$K = 100 \times 0,001 \text{ (N)} / 1,0 \times 0,01$$

$$K = 10.00 \text{ N}$$

Ao aplicar os valores numéricos na eq. 2, para calcular  $K$ , dividimos o valor da força peso da 4ª coluna pelo valor de  $\Delta X$  da 6ª coluna, e assim sucessivamente. Na discussão teremos que enfatizar que o valor mais verdadeiro de uma série de medidas é a média aritmética das medidas encontradas na experiência.

$$K_{\text{médio}} = (10,00 + 11,11 + 11,54 + 11,43 + 11,63 + 11,54 + 11,67) / 7$$

$$K_{\text{médio}} = 11,27 \text{ N/m.}$$

Portanto, o valor da constante elástica da mola utilizada é de  $11,27 \text{ N/m}$ .

---

### NOTA EXPLICATIVA

A Lei de HOOKE estabelece uma proporcionalidade entre causa (força) e efeito (deformação)..

No Sistema Internacional de unidades (SI) a unidade de força é o Newton(N) e a unidade de comprimento (deformação) é o m, logo, a unidade de constante elástica da mola, **N/m**.

A força exercida por um quilograma é aproximadamente igual a um quilograma força.

$$1\text{kg} = 1\text{kgf}$$

A força exercida por uma grama é aproximadamente igual a uma grama força.

$$1\text{g} = 1\text{gf}$$

O valor da aceleração da gravidade  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , agora, para facilitar os cálculos usamos

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

---

### PRÓXIMA AULA



Na próxima aula, prezado aluno, você vai estudar a lei de Conservação de Energia para calcular a Capacidade Calorífica do Calorímetro.

---

### REFERÊNCIAS

**MORETTO**, Vasco Pedro; Lenz, Urbano. Mecânica – Física em Módulos de Ensino. 2º grau. São Paulo: Editora Ática S.A. 1980.

**OKUNO**, Emico; **CALDAS**, Iberê; **ROBILLOTA**, Cecil. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row, 1982.

**PUGLIESI NETTO**, Humberto; **SUAREZ**, Francisco; **CARNEIRO NETO**; **RODRIGUES**, Oscar de Sá;. **Física Experimental**. São Paulo: Nobel, 1975.

**ALONSO**, Marcelo. E **FINN**, Edward J. **Física**. Tradutoras, Maria Alice Gomes da Costa e Maria de Jesus Vaz de Carvalho. São Paulo: Addison Wesley Longman do Brasil Ltda, 1999.