

# Aula 7

## 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.

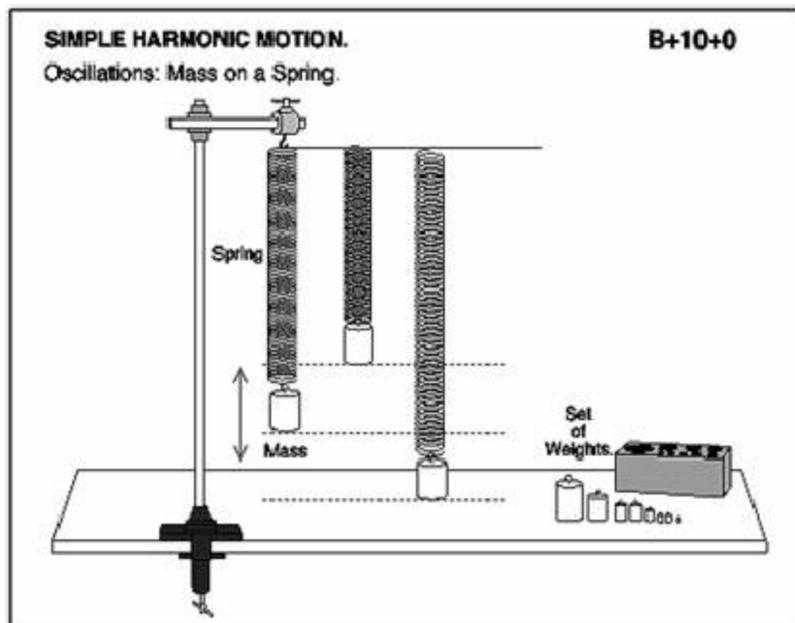
### **PRÉ-REQUISITOS**

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

## INTRODUÇÃO

Olá, 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  $F_a$  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.



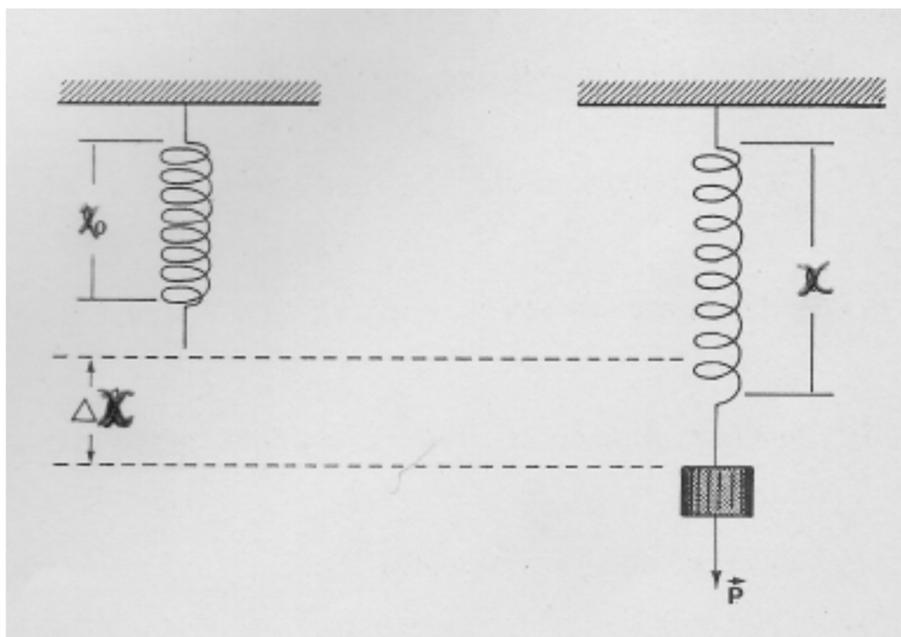
(Fonte: <http://www.produtronica.pucpr.br>).

## CONHECENDO A LEI DE HOOKE

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.

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:

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



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 (nº demedidas)	m(g)	m(kg)x10 <sup>3</sup>	Fp=mg(N)	$\Delta X$ (cm)	$\Delta X$ (m) x10 <sup>2</sup>	K=Fp/ $\Delta X$ (N/m)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

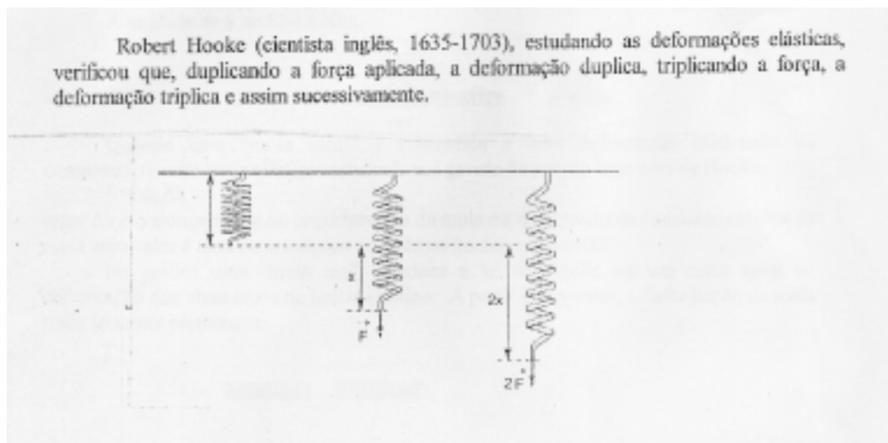
### NOTA

Acrescente 10g na medida nº. 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 quadruplicada. Logo, se a força for reduzida pela metade, a deformação será \_\_\_\_\_.

## CONCLUSÃO

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.



## 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.

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

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)	$m \times 1/10^3$ (kg)	$F_p = mg(N) \times 1/10^3$	$\Delta X$ (cm)	$\Delta X(m) \cdot 1/10^2$	$K = F_p / \Delta X$ (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,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

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

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

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

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 focar 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 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.