



Você determinará a constante elástica da mola de duas formas: (1) usando diretamente a lei de Hooke (aplicando forças e medindo a deformação correspondente) e (2) usando o período de oscilação do sistema massa-mola.

### Parte 1: Determinação da constante elástica por meio da força e deformação (Lei de Hooke)

#### Procedimento

1. Pendurar no suporte suspenso de 9 g uma massa calibrada de 20 g, para provocar na mola uma pequena deformação que servirá de valor inicial. A massa total suspensa será de 29 g.

2. Determinar a força inicial  $F_i$  devida à massa inicial suspensa. Utilize a massa em kg.

$$F_i = m \cdot g \Rightarrow F_r = \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____} N$$

Anotar esse valor na tabela.

3. Ligar o fluxo de ar para eliminar o atrito do carrinho com o trilho.
4. Verificar a posição inicial  $L_i$  em metros do carrinho na escala da parte inferior do trilho, utilizando o pino central do carrinho como referência.

$$L_i = \text{_____} m$$

Anotar esse valor como posição inicial na primeira linha da tabela abaixo, referente à massa final de 0,049 kg.

5. Acrescentar uma massa de 20 g no suporte suspenso de massas e calcular a força final  $F_f$  respectiva à nova massa de 49 g. Utilize a massa em kg.

$$F_f = \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____} N$$

Anote esse valor na tabela.

6. Calcular a variação da força aplicada  $\Delta F$  e anotar na tabela.

$$\Delta F = F_f - F_i$$

$$\Delta F = \text{_____} - \text{_____} = \text{_____} N$$

Anote esse valor na tabela.

7. Verificar a nova posição do carrinho e anotar esse valor em dois lugares da tabela: como  $L_f$  em metros na linha de 0,049 kg e como  $L_i$  em metros na linha de 0,069 kg.

8. Calcular a deformação sofrida pela mola com o acréscimo da força aplicada e anotar na tabela.

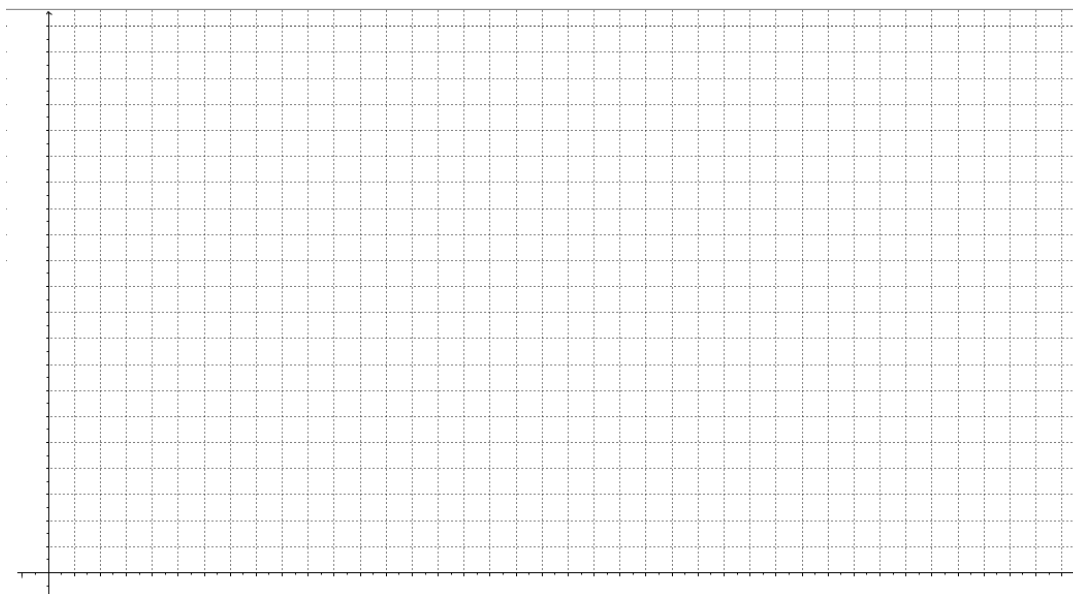
$$\Delta L = L_f - L_i$$

9. Acrescentar novas massas de 20 g, uma por vez, ao suporte suspenso e repetir os procedimentos acima para completar a tabela abaixo.

Massa final (kg)	$F_i$ (N)	$F_f$ (N)	$L_i$ (m)	$L_f$ (m)	$\Delta F$ (N)	$\Delta L$ (m)	$K = \frac{\Delta F}{\Delta L} \left( \frac{N}{m} \right)$
0,049							
0,069							
0,089							
0,109							
0,129							
Média da constante elástica da mola ->							

10. Calcular a média da constante elástica da mola.

11. Construir o gráfico *Força × Deformação*, ou seja,  $F_f = f(L_f)$ , colocando a força  $F_f$  no eixo *y* e a deformação final  $L_f$  no eixo *x*.



12. Qual é a forma da curva obtida? Justifique.

.....

.....

.....

.....

13. Determinar o coeficiente angular  $m$ , lembrando que  $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ . Atenção: esse  $m$  é o coeficiente angular da reta na função  $y(x) = mx + b$ . Não confundir com a massa do experimento.

.....

.....

.....

.....

14. Compare o coeficiente angular calculado  $m$  com a constante elástica  $K$  verificada no experimento (média da tabela). Estão dentro de um desvio máximo de 5%?

.....

.....

.....

.....

15. Qual é, portanto, o significado físico do coeficiente angular no gráfico *Força*  $\times$  *Deformação*? Como esse significado se relaciona com a Lei de Hooke?

.....

.....

.....

.....

.....

**Parte 2: Determinação da constante elástica da mola através do período de oscilação do sistema massa-mola.**

1. Obtenha a massa do carrinho pesando-o na balança.

$$m_c = \text{_____} kg$$

2. Coloque no suporte suspenso uma massa aferida  $m_a$  de 50 g. A massa do suporte suspenso vazio,  $m_s$ , é de 9 g.

3. Calcule a massa total  $m$  do sistema:

$$m = m_s + m_a + m_c$$

$$m = \text{_____} + \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} kg$$

Anote esse valor na primeira linha da tabela abaixo.

4. Ligue o insuflador de ar e desloque o carrinho no sentido da mola, de modo que a mola fique quase sem nenhuma deformação.
5. Libere o carrinho ao mesmo tempo que aciona o cronômetro. Marque quantos segundos o carrinho leva para retornar 5 vezes à posição inicial e anote na tabela abaixo, na coluna  $t_1$ ; repita mais duas vezes essa operação, preenchendo  $t_2$  e  $t_3$ .
6. Calcule o tempo total médio  $t_t$  das oscilações fazendo a média entre os três tempos acima:

$$t_t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$$

Massa total do sistema $m$ (kg)	Número de oscilações $n$	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	Tempo total (s) $t_t$ (s)	Tempo de cada oscilação (Período, s) $T = \frac{t_t}{n}$	Constante elástica K $K = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot m$
	5						
	10						
	10						
Média das constantes elásticas calculadas ->							

7. Repita a operação colocando mais 50 g no suporte suspenso (100 g no total). Recalcule a massa total do sistema e anote na segunda linha da primeira coluna da tabela. Deixe o carrinho oscilar 10 vezes e marque o tempo total.

$$m = m_s + m_a + m_c$$

$$m = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$$

8. No último teste, aumente mais 50 g no suporte suspenso (150 g no total), e preencha a terceira linha da tabela.

$$m = m_s + m_a + m_c$$

$$m = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$$

9. Divida o tempo total pelo número de oscilações para obter o tempo de uma única oscilação. Esse tempo é chamado de Período (T) da oscilação. Anote na respectiva coluna.

10. Calcule a constante elástica através da fórmula abaixo e anote na última coluna da tabela:

$$K = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot m$$

Justificativa da fórmula acima:

O período de um sistema massa-mola oscilante é dado por:

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

onde  $m$  é a massa do sistema e  $K$  é a constante elástica da mola, em N/m.

Fazemos:

$$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{m}{K} \Rightarrow K \cdot \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = m \Rightarrow K = \frac{m}{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2} \Rightarrow K = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot m$$

11. Compare o valor da constante elástica obtida pela fórmula acima com o valor obtido da primeira parte do experimento, e verifique se estão dentro de 5% de diferença.

.....  
 .....