

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
UFSM DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA BACHARELADO

Leonardo Camargo Rossato

Disciplina de Laboratório de Física 1

**RELATÓRIO SOBRE A DEFORMAÇÃO DE UMA MOLA E A LEI  
DE HOOKE - PARTE 2 (LANÇAMENTO HORIZONTAL DE UMA  
MOLA)**

Santa Maria, RS  
2021

# RESUMO

Disciplina de Laboratório de Física Moderna

## **Relatório sobre a deformação de uma mola e a Lei de hooke - PARTE 2 (lançamento Horizontal de uma Mola)**

AUTOR: Leonardo Camargo Rossato

Este trabalho consiste em elaborar uma série de medições de deformação de uma mola, quando nessa são pendurados objetos de massa diferentes, com o intuito de descobrir qual é a Constante Elástica da mola. Além disso, também será respondidas algumas questões sobre as validações da Lei de Hooke e algumas aplicações do dia-a-dia.

Neste trabalho, a parte 2 foi incluída, que é sobre o lançamento horizontal de uma mola e o cálculo de projeção do alcance que esta mola atinge.

**Palavras-chave:** Massa-Mola, Deformação, Dinâmica, Física1, Laboratório,Hooke. Lançamento Horizontal.

# 1 INTRODUÇÃO

A Lei de Hooke é uma Lei Física que propõe uma relação entre a "Elasticidade" (capacidade de deformação) de um material quando aplicado uma certa quantia de força nesse objeto. Para calcular essa "deformação", relacionamos o deslocamento do material causado pela Força infringida neste. Essa distância de deformação do objeto é medido a partir de um ponto de equilíbrio característica deste, que é denominado:

Constante de Deformação "k" do material:

$$F = k \Delta l$$

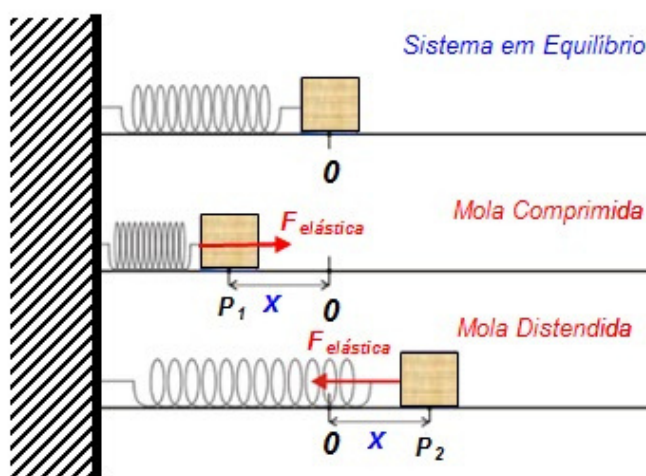
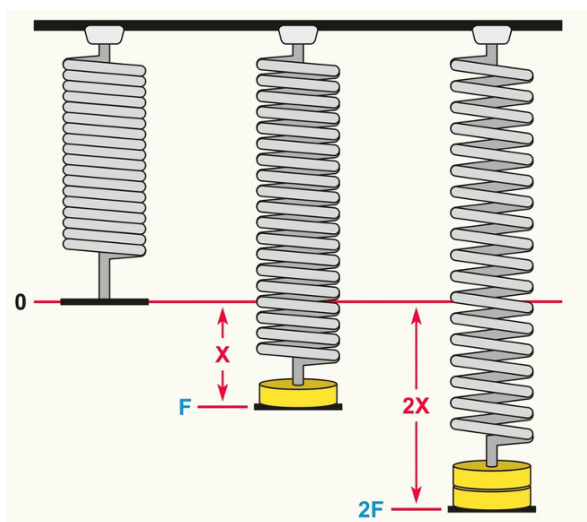
No SI,  $F$  em newtons,  $k$  em  $\frac{\text{newton}}{\text{metro}}$  e  $\Delta l$  em metros.

É importante realçar que a força produzida pelo "material" / mola é diretamente proporcional ao seu deslocamento do estado inicial, também denominado ponto de equilíbrio.

## Características do Ponto de Equilíbrio da Mola:

O equilíbrio na mola ocorre quando ela está em seu estado natural, isto é, quando ela não está nem comprimida, e nem esticada. Após uma compressão ou extensão, a mola sempre faz uma força contrária ao movimento, calculada pela expressão:

$$F = - k x$$



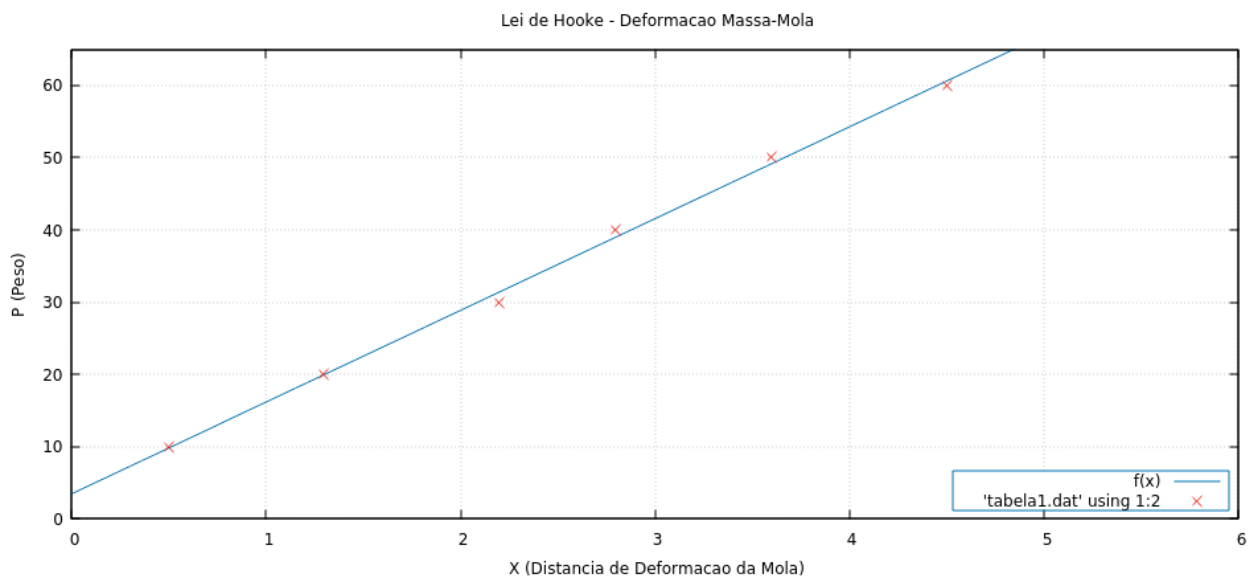
## 2 DADOS E RESULTADOS - PARTE 1

### Tabela de Dados do Experimento de Deformação da Mola

**Tabela1:** Dados fornecidos, observados e calculados.

m (g)	Elongação x (cm)	Peso (gf)	Peso (N)
10	0,5	10	0,098
20	1,3	20	0,196
30	2,2	30	0,294
40	2,8	40	0,392
50	3,6	50	0,490
60	4,5	60	0,588

### Gráfico Peso x Elongação



**Cálculo da Constante de Deformação da Mola = coeficiente angular da reta (parâmetro - a)**

Final set of parameters

Asymptotic Standard Error

=====

=====

a = 12.6982 +/- 0.304 (2.394%)

b = 3.46622 +/- 0.8582 (24.76%)

## Código do Ajuste de Curvas no Gnuplot:

```
#####  
#  
# Código - Ajuste de Curva - GNUPLOT  
#  
# Lei de Hooke - Deformação Massa-Mola  
#  
# ALUNO: Leonardo C. Rossato  
# Disciplina: Laboratório de Física 1  
#####  
#  
-----  
#  
# USANDO A TABELA - 1  
#  
-----  
#  
FIT_LIMIT=1E-7  
FIT_MAXITER=200  
#  
set grid  
set title "Lei de Hooke - Deformacao Massa-Mola"  
set xlabel "X (Distancia de Deformacao da Mola)"  
set ylabel "P (Peso)"  
set key box linestyle 6  
set key right bottom  
set yrange [0:65]  
set xrange [0:6]  
#  
f(x) = a*x + b  
fit f(x) 'tabela1.dat' using 1:2 via a,b  
plot f(x) lc 6 #lc 6 --> azul  
rep 'tabela1.dat' using 1:2 lc 7 #lc 7 --> vermelho
```

## 2.1 DADOS E RESULTADOS - PARTE 2 (LANÇAMENTO HORIZONTAL MOLA)

**Tabela de Dados do Experimento de Lançamento Horizontal Mola**

Dados:	Distancia	
m = 4,93 g	90	
L = 5,1 cm	87,5	
x = 4,5 cm	86,5	
h = 76,5 cm	88	
	88,5	
	87	
	85,9	
	82,5	
	82	
	80	
Media:	<b>85,79</b>	
Mediana:	86,75	
Desvio Padrão:	3,22	

$$d = \left( \frac{2hk}{mg} \right)^{1/2} x$$

**Cálculo de k a partir de:**  
 Média = 11,48  
 Mediana = 11,74

**Cálculo Teórico de d usando k = 12,69 N/m**  
 (calculado do experimento anterior - parte 1)

d teórico = 0,902  
 ou d = 90,2 cm

### 1 Cálculo Velocidade Inicial no eixo x do Lançamento Horizontal da Mola

$$E_{Potencial} + E_{Cinética} = E_{Mecânica} \quad (1)$$

Quando E cinética é máxima, a energia potencial é mínima. Por isso, quando:  $E_{Cinética_{Max}} = E_{Mec}$ . O contrário também vale:  $E_{Potencial_{Max}} = E_{Mec}$ . Por isso, em um caso conservativo (onde não há dissipação de energia):

$$E_{Potencial_{Max}} = E_{Cinética_{Max}} \quad (2)$$

Então a Velocidade da Mola quando estiver na Energia Cinética Máxima fica:

$$\begin{aligned} K_{Max} &= U_{max} \\ \frac{mv^2}{2} &= \frac{kx^2}{2} \\ mv^2 &= kx^2 \\ v^2 &= \frac{kx^2}{m} \\ v &= \sqrt{\frac{kx^2}{m}} \end{aligned}$$

Essa velocidade máxima na oscilação da mola é a que podemos considerar, em uma boa medida, como Velocidade Inicial no Eixo X no momento do lançamento horizontal da mola.

$$v_{x_0} = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} \quad (3)$$

$$v_{x_0} = \sqrt{\frac{12.69(0,051)^2}{0,00493}} = 2,5875..m/s \quad (4)$$

## 2.1 DADOS E RESULTADOS - PARTE 2 (LANÇAMENTO HORIZONTAL MOLA)

### Tabela de Dados do Experimento de Lançamento Horizontal Mola

#### 2 Cálculo Velocidade Vertical final da mola: $v_{fy}$

Para isso usamos a lei de Torricelli para descrever a queda da mola no eixo vertical:

$$v_{yf}^2 = v_{y0}^2 + 2gh \quad (5)$$

Isolando  $v_{yf}$  e considerando que  $v_{y0} = 0$ :

$$v_{yf} = \sqrt{2gh} \quad (6)$$

$$v_{yf} = \sqrt{2 * 9,8 * 0,765} = 14,9940...m/s \quad (7)$$

#### 3 Cálculo Módulo Velocidade final da mola:

$$|v_f| = |v_x + v_y| \quad (8)$$

$$|v_f| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(2,5875)^2 + (14,9940)^2} = 15,12...m/s \quad (9)$$

### 3 RESPOSTAS DAS QUESTÕES DO RELATÓRIO - PARTE 1

- **Discuta a validade da lei de Hooke para a mola utilizada;**

A Lei de Hooke se demonstrou válida para esse experimento. Isso se demonstra pelo fato de os dados "plotados" no gráfico apresentarem uma relação linear. Essa relação linear é o que proporciona que a força peso aplicada na mola seja proporcional ao alongamento (deformação da mola) - que é um dos pressupostos da Lei de Hooke.

- **Discuta como determinar a massa de pequenos objetos;**

Primeiramente, há inúmeras formas de se determinar a massa de um objeto. Cada forma de cálculo ou experimento se utilizam de dados diferentes e dependendo da precisão que precisamos, só alguns deles que seriam válidos.

Tendo isso em vista, vamos considerar que queremos uma precisão mais branda (não a nível atômico ou molecular, mas sim em escala de mercado), podemos utilizar a noção da Lei de Hooke e a deformação de uma mola para determinar a massa desse pequeno objeto.

No caso, poderíamos até utilizar essa mola que usamos no experimento para realizar o processo de medição da massa. Podemos fazer isso, pois para essa mola, já temos calculado a constante elástica - e de novo, não estamos considerando um objeto muito pequeno que demande uma precisão alta.

Quanto ao procedimento de medição nessa mola, seria basicamente "medir o quanto a mola se deformou quando penduramos esse objeto na mola".

Se o objeto a ser medido "não pode ser pendurado", precisamos então adicionar um "suporte para por o objeto" e reajustar no cálculo o novo ponto de equilíbrio da mola.

\*É importante ressaltar que o peso do conjunto que está sendo "pendurado" na mola, não pode causar uma deformação maior que a amplitude de elongação máxima linear da mola - pois se passar desse limite linear, a lei simples enunciada de:  $F = -kx$ , não será mais válida e entrará em um regime não-linear - o que não cabe ao intuito desse relatório abordar.



- **O dinamômetro (ou balança de mola) é um bom exemplo prático da Lei de Hooke? Pesquise e discuta essa aplicação.**

Como abordado na questão anterior, o Dinamômetro é sim um bom exemplo de aplicação da Lei de Hooke - Linear.



**Legenda Imagens:** *Diferentes tipos de Dinamômetro encontrados no Mercado.*

Em nível prático de engenharia e medição usual da massa de objetos cotidianos, esse ferramenta é eficiente e muito utilizada. Se nos depararmos com alguma obra, quase sempre encontraremos um objeto de medição desses, pois é um produto versátil e dependendo do que for preciso, existem opções de mercado bem baratos.

## **Conclusão**

Chegamos, nesse relatório, aos resultados esperados. O gráfico das relações Peso x Deformação da Mola resultaram em um comportamento linear e por isso, a constante de deformação da mola (constante elástica) obteve um erro significativamente baixo - em torno de  $\pm 0.3$ .

Também elaboramos as respostas dos questionários - e acreditamos que as respostas tiveram uma boa correlação com o tema do experimento.

## **Referências Bibliográficas**

Livro Halliday - Física 1 - Vol.1 - 8 Ed.

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-de-hooke.htm>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei\\_de\\_Hooke](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Hooke)

<https://www.preparaenem.com/fisica/lei-hooke.htm>