

# Módulo de Flexão de uma Haste

## Introdução

Considere a situação ilustrada na Figura 1: uma haste, presa por uma de suas extremidades, é flexionada por uma força vertical aplicada na extremidade livre. No regime elástico, o comportamento da haste será análogo ao de um mola, ou seja, o módulo  $F$  da força aplicada é diretamente proporcional à flexão  $y$  produzida na haste (lei de Hooke). Portanto,

$$F = k_f y, \quad (1)$$

onde  $k_f$  é a constante de flexão da haste. Esta constante depende do material, do comprimento  $x$ , da largura  $\ell$  e da espessura  $e$  da haste. Pode-se mostrar que

$$k_f = \frac{E\ell e^3}{4x^3}, \quad (2)$$

onde  $E$  é o módulo de Young (ou módulo de flexão) do material da haste, grandeza que mede como este material reage a uma força que tende a flexionar o objeto.

A partir das Equações (1) e (2) podemos estabelecer a seguinte relação entre a flexão da haste e seu comprimento:

$$y = Kx^3, \quad (3)$$

onde  $K = \frac{4F}{E\ell e^3}$ . Se as grandezas  $F$ ,  $E$ ,  $\ell$  e  $e$  são constantes, então  $K$  também será constante.

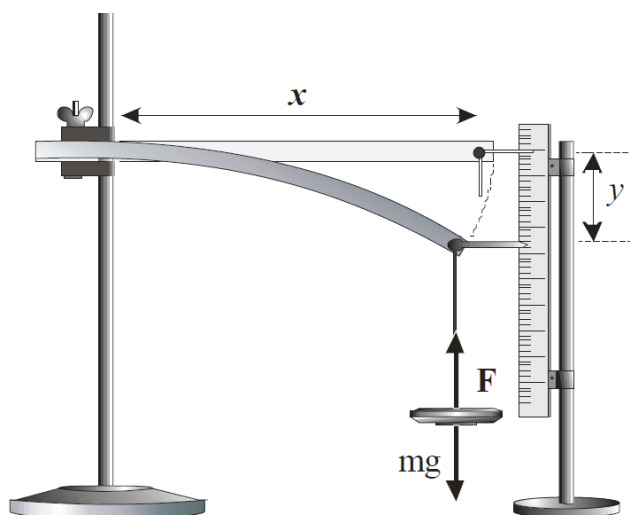


Figura 1: Deformação de flexão  $y$  de uma haste sujeita a uma força  $F$ , aplicada a uma distância  $x$  da extremidade fixa.

## Objetivo

Determinar o módulo de flexão de um material.

## Material

Haste de aço, prendedores, suporte, objeto com massa conhecida, réguas milimetradas.

## Procedimentos

O experimento consiste em aplicar uma força constante na extremidade livre de uma haste e medir a flexão produzida para vários comprimentos desta haste, como representado na Figura 1.

- ▶ Os valores da massa do objeto ( $m$ ), da aceleração da gravidade ( $g$ ) e das dimensões da haste ( $\ell$  e  $e$ ) serão fornecidos no laboratório.
- ▶ Registre os valores da flexão  $y$  para uma série de comprimentos  $x$  da haste, sob ação da força  $F$ .
- ▶ Faça um gráfico de  $y$  em função de  $x$ . A partir da relação teórica entre as grandezas  $y$  e  $x$ , mostrada na Equação (3), linearize o gráfico e, por meio de uma regressão linear, determine o valor do módulo de Young do material da haste e sua respectiva incerteza. Justifique o alto valor de  $\Delta E$ .
- ▶ Compare o resultado encontrado com o valor médio do módulo de flexão para diferentes tipos de aço, que é de  $(1,9 \pm 0,2) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ .