

OSCILAÇÕES: ONDAS ESTACIONÁRIAS EM UMA CORDA

1. OBJETIVO

Determinar, graficamente, a frequência de vibração de uma corda.

Determinar, graficamente, a tensão aplicada em uma corda colocada para vibrar.

2. INTRODUÇÃO

Enviando-se um pulso transversal através de uma corda, este se reflete ao atingir a extremidade oposta. Se, ao invés de um único pulso, for enviado um trem de ondas, a superposição das ondas incidentes e refletidas na corda poderá produzir o que chamamos de onda estacionária, como ilustrado na Figura 1.

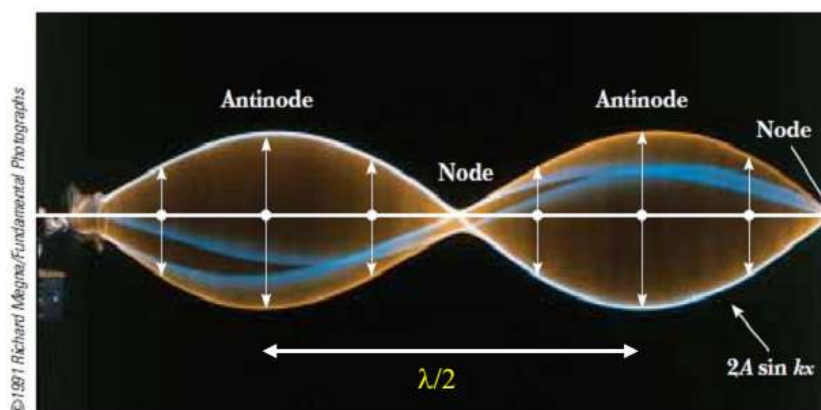


Figura 1- Onda estacionária em uma corda. Imagem modificada extraída do livro Physics For Scientists And Engineers 6Th Ed.

A velocidade v de uma onda numa corda depende das propriedades do meio no qual se propaga, ou seja, da tensão τ e da massa por unidade de comprimento, isto é, da massa específica linear μ :

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}} \quad (1)$$

O comprimento de onda pode ser determinado a partir da simples visualização dos nós e ventres. Para uma corda presa nas duas extremidades o comprimento L da corda corresponde a um número inteiro de meios comprimentos de onda, ou seja:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{n} \quad (2)$$

onde $n = 1, 2, 3, \dots$ são chamados números harmônicos.

Lembrando-se que a velocidade de propagação de uma onda pode também ser expressa pelo produto do comprimento de onda λ pela frequência f , tem-se $v = \lambda f$ e, portanto:

$$\tau = \left(\mu L^2 f^2 \right) \frac{1}{n^2} \quad (3)$$

Portanto, conhecendo-se a massa específica linear μ e o comprimento L da corda, pode-se determinar a frequência f de vibração da corda. Esta frequência é também igual à do agente externo.

3. MATERIAL:

Vibrador mecânico (modelo SF-9324 da Pasco), gerador de sinal (Function Sinal Generator GV-2002), amplificador de amplitude (AZEHEB), corda com massa linear μ conhecida, dinamômetro e trena.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1ª PARTE: DETERMINAR, GRAFICAMENTE, A FREQUÊNCIA DE VIBRAÇÃO DE UMA CORDA

Procedimentos:

1) Ligue o gerador de sinal e o amplificador de amplitude ao vibrador mecânico. Nesta parte o gerador de sinal deve estar na faixa de medidas 3 (range 3) para a frequência e gerando uma onda do tipo senoidal. A frequência do sinal produzido no gerador deve ser mantida fixa em um valor em torno de 65 Hz. OBS: o vibrador mecânico suporta uma corrente máxima de 1 A. Não altere os valores de amplitude no gerador de sinal ou amplificador sem antes consultar o professor.

2) Fixe uma das extremidades livres da corda ao vibrador mecânico e a outra extremidade ao dinamômetro, tomando o cuidado para manter a corda sempre na horizontal como indicado na Figura 2. OBS: Com auxílio de uma trena meça o valor de L e mantenha o mesmo valor H em ambas as extremidades , como ilustrado na figura abaixo:

$$L = (\quad \pm \quad) \text{ m}$$

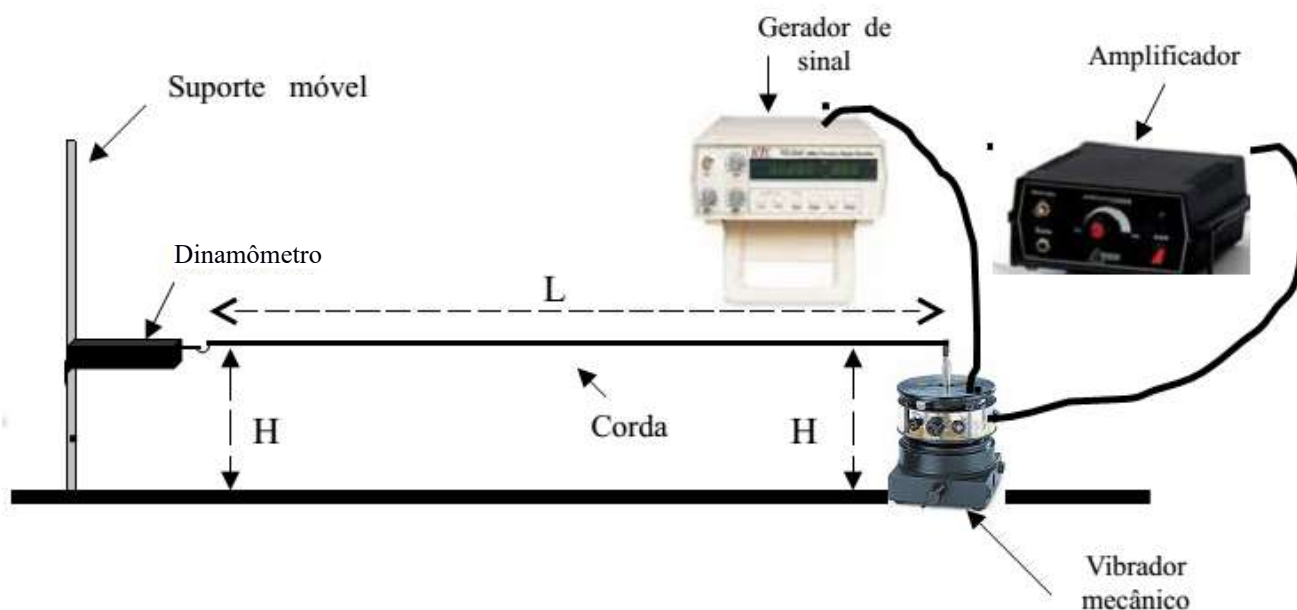


Figura 2: Esquema experimental utilizado na prática.

3) Mova, tomando o cuidado para não inclinar a corda, o suporte móvel do dinamômetro de maneira a aplicar uma tensão suficiente na corda para formar uma onda estacionária com sete ventres. Anote o valor encontrado na Tabela 1. Pode ser necessário fazer um pequeno ajuste no valor da frequência (mantendo em torno de 65 Hz) . Uma vez ajustada a frequência, esta deve permanecer constante durante todas as medidas realizadas nesta parte do experimento. Anote o valor desta frequência.

$$f_{\text{esperado}} = \quad \text{Hz}$$

4) Aumente o valor da tensão na corda de maneira a formar, sucessivamente, seis, cinco, quatro, três, dois e

um ventre. Novamente, anote os valores obtidos de tensão para cada caso na Tabela 1.

5) Repita todo o procedimento acima mais duas vezes e tire a média dos valores obtidos.


n		Valores medidos de τ (N)			$\tau_{\text{médio}} \pm \Delta\tau_{\text{médio}}(\text{N})$
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

Tabela 1: Valores medidos para a primeira parte.

6) Construa um gráfico já linearizado em papel milimetrado e encontre o valor da frequência de vibração da corda ($\mu = 0,3902 \text{ g/m}$).

7) Compare os valores obtidos em (3) e (6) para a frequência de vibração da corda. Calcule o erro relativo percentual.

2ª PARTE: DETERMINAR, GRAFICAMENTE, A TENSÃO APLICADA A UMA CORDA COLOCADA PARA VIBRAR

Procedimentos:

1) Ajuste o sistema da maneira descrita anteriormente de maneira a formar cinco ventres na corda. Uma vez ajustada a tensão na corda esta deve permanecer constante durante todas as medidas realizadas nesta parte do experimento. $\tau = (\quad \pm \quad) \text{ N}$

2) Anote o valor da frequência de vibração do quinto harmônico indicado no gerador na Tabela 2.

3) Varie a frequência de maneira a formar, sucessivamente, quatro, três e dois ventres na corda, mantendo constante a tensão aplicada no dinamômetro. Novamente, anote os valores obtidos na Tabela 2.

4) Repita todo o procedimento acima três vezes e tire a média dos valores obtidos.

n	Valores medidos de f (Hz)			Valor médio de f (Hz)	$f_{\text{médio}} \pm \Delta f_{\text{médio}}(\text{Hz})$
5					
4					
3					
2					

Tabela 2: Valores medidos para a segunda parte.

4) Construa um gráfico já linearizado em papel milimetrado e encontre o valor da tensão aplicada na corda.

5) Compare os valores obtidos em (1) e (4) para a tensão na corda. Calcule o erro relativo percentual.