Pâmela Ramirez - nº. 11371047

Experimento 3: corda vibrante

→ Introdução

Uma onda pode ser entendida como uma pertubação que se propaga em um meio, dentre as mais fundamentais propriedades associadas está o transporte de energia sem envolver o arrasto do meio material onde ela se propaga.

As ondas estacionárias é aquela obtida pela interferência de duas ondas iguais que se propagam no mesmo meio e em sentidos contrários. Este tipo de onda é caraterizado por uma grande amplitude de vibração e é uma manifestação de ressonância da corda com relação à excitação por uma força externa. As ondas estacionárias possuem nós (pontos que não vibram) e ventres (distância entre nós)

Os harmônicos de uma corda vibrante são as várias possíveis frequências naturais das ondas estacionárias que surgem em cordas tensas (com intensidade F), com massa M (da corda) comprimento L e densidade linear.

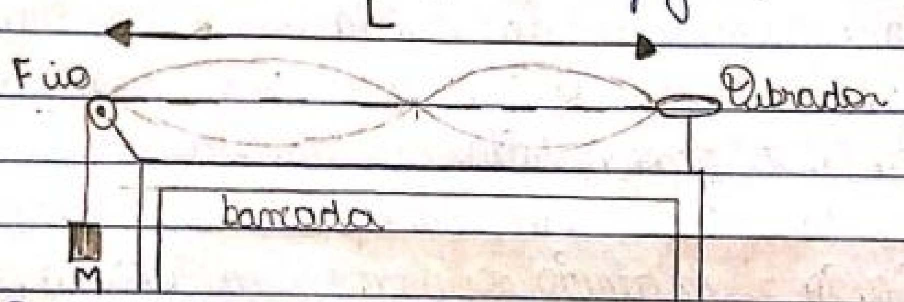
→ Materiais

- suporte de massa com roldana;
- vibrador mecânico;
- 3 cordas de diferentes densidades;
- Kit de massa;
- balança;
- trena;
- frequencímetro (mede a frequência que o motor oscila);

- fonte para alimentar o motor (vibrador mecânico);
- balança analítica (obter a massa das cordas).

→ Métodos

Para a parte 1 do experimento, montamos a estrutura fixando uma extremidade da corda 1 (mais grossa) no vibrador mecânico (com uma frequência de 30 Hz) e na outra extremidade na roldana que possuía um suporte de massa para colocar os pesos que estavam no Kit, deixando uma distância L de 1,50 m entre a roldana e o vibrador, conforme a figura:



Após a estrutura montada determinamos a massa M (entre 5 e 400 g) para se obter ondas estacionárias com número de nós p variando de 2 a 6 para a corda 1, depois, repetimos o mesmo processo para a corda 2 e para a corda 3 (mais fina) e preenchemos a Tabela 1.

Para a parte 2, variamos o comprimento L para valores próximos a 1,25 m, 1,00 m, 0,75 m e 0,50 m, e determinamos os valores de massa necessários para se obter 3 nós, fizemos isso para todas as cordas e preenchemos a Tabela 2.

Na parte 3, pesamos as cordas na balança analítica e medimos o comprimento de cada uma com a Trena para calcular a densidade e preenchemos a tabela 3.

→ Resultados

a) Primeiramente faz-se 3 gráficos di-log da massa (m em gramas) por $p-1$; (gráficos 1, 2 e 3). A partir dos valores da tabela 1, aplicou-se log nos valores de m e $p-1$. Para encontrar o valor do expoente x para cada fio é necessário manipular a equação 1:

$$F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x}$$

$$mg = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x}$$

$$m = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x g}$$

$$\log m = \log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right) - \log(p-1)^x$$

$$\log m = -x\log(p-1) + \log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$$

Portanto o coeficiente angular da reta desse gráfico é $-x$, e assim obtem-se o valor do expoente x.

Os valores obtidos de x foram:

- corda 1 : 2,0161
- corda 2 : 2,0169
- corda 3 : 2,0365

b) Analogamente, construiu-se 3 gráficos di-log da massa (m em gramas) pelo comprimento (L em metros); (gráficos 4, 5, 6). A partir dos dados da tabela 2, aplicou-se log nos valores de m e L. E para encontrar o valor do expoente n para cada corda, faz-se uma manipulação diferente da equação 1.

$$F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x}$$

$$mg = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x}$$

$$m = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x g}$$

$$\log m = \log L^n + \log\left(\frac{4\mu f^2}{(p-1)^x g}\right)$$

continuação

$$\log m = n \log L + \log\left(\frac{4\mu f^2}{(p-1)^x g}\right)$$

Portanto o coeficiente angular da reta desse gráfico é n, e assim obtém-se o valor do expoente n

Os valores obtidos foram: $\begin{cases} \text{corda 1: } 1{,}9916 \\ \text{corda 2: } 2{,}2874 \\ \text{corda 3: } 2{,}5520 \end{cases}$

c) De acordo com a teoria, ambos os valores de x e n deveriam ser próximos de 2. A corda 1 foi a que apresentou os valores mais precisos. Se tirarmos a média dos valores, o valor médio de x será 2,0232; e de n será 2,2770; uma diferença de 0,0232 é observada para o expoente x, e uma diferença de 0,2770 para o expoente n. Essa diferença é relativamente pequena, se levarmos em conta os desvios de idealidade do experimento e os erros experimentais.

d) Os valores experimentais da densidade dos fios são obtidos pela fórmula $\mu = M/L$, com M em gramas e L em metros. Utilizando os dados da Tabela 3, os valores obtidos são:

$\begin{cases} \text{corda 1: } \mu = 0{,}6012 \text{ g/m} \\ \text{corda 2: } \mu = 0{,}3580 \text{ g/m} \\ \text{corda 3: } \mu = 0{,}2077 \text{ g/m} \end{cases}$

Agora, para descobrir os valores de μ_2 e μ_3 pelo método gráfico, primeiramente é necessário encontrar a frequência do vibrador. Para isso utiliza-se a equação obtida anteriormente: $\log m = -x \log (p-1) + \log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$

Então conclui-se que os coeficientes lineares dos gra fios são iguais a $\log\left(\frac{4\mu L^{n} f^2}{g}\right)$.

E para a corda 1, utilizando $\mu_1 = 0{,}6012\ g/m$, $L = 1{,}5\ m$, $n = 1{,}9916$, $g = 9{,}8\ m/s^2$, e o coeficiente linear igual a 2,5971:

$$2{,}5971 = \log\left(\frac{4 \cdot 0{,}6012 \cdot 1{,}5^{1{,}9916} \cdot f^2}{9{,}8}\right)$$

$$2{,}5971 = \log(0{,}5502 \cdot f^2)$$

$$2{,}5971 = \log(0{,}5502) + \log f^2$$

$$2{,}5971 = -0{,}2595 + 2\log f$$

$$\log f = 1{,}4283$$

$$f = 26{,}81\ Hz$$

Encontra-se a frequência do vibrador.

Agora pode-se obter o valor de μ_2 e μ_3, utilizando os coeficientes lineares dos gráficos 2 e 3; os expoentes n obtidos anteriormente, e a mesma equação:

corda 2: $2{,}3789 = \log\left(\frac{4 \cdot \mu_2 \cdot 1{,}5^{2{,}2874} \cdot 26{,}81^2}{9{,}8}\right)$

$$\boxed{\mu_2 = 0{,}3226\ g/m}$$

corda 3: $2{,}1191 = \log\left(\frac{4 \cdot \mu_3 \cdot 1{,}5^{2{,}5520} \cdot 26{,}81^2}{9{,}8}\right)$

$$\boxed{\mu_3 = 0{,}1593\ g/m}$$

Comparando os valores, a frequência real do aparelho é 30Hz, uma diferença de 3,19 Hz do valor calculado. E para as densidades das cordas, uma diferença de 0,0354 para a corda 2, e 0,0484 para a corda 3, o cálculo para a corda 2 foi ligeiramente mais preciso. Porém, como já discutido no item c, se se forem levados em conta os erros experimentais, os resultados se mostram precisos e comprovam a validade da metodologia utilizada.

→ conclusão

Através das análises feitas no experimento e o estudo das diferentes grandezas, com o comprimento do fio e a massa presa a ele plotou-se gráficos di-log para encontrar os expoentes das equações. Além disso, foram comparados os valores práticos e teóricos, concluindo uma maior precisão a corda 1. Assim ao considerar os erros experimentais e os desvios de idealidade, a validade da metodologia é cumprida.

tilibra

TABELAS

Tabela 1 - valores de massa para L fixo = 1,50 m

		M (g) *		
p	p-1	fio 1	fio 2	fio 3
2	1	369	218	130
3	2	107	64	34
4	3	45	30	13
5	4	25	15	8
6	5	14	8	5

* já adicionado o valor da massa do suporte

Tabela 2- valores de massa para p fixo = 3

	M (g) *		
L (m)	fio 1	fio 2	fio 3
1,50	107	64	34
1,25	70	36	18
1,00	38	27	12
0,75	23	12	5
0,50	12	5	2

* já adicionado o valor de massa do suporte

Tabela 3- valores de massa e comprimento dos fios

fio	massa do fio (g)	comprimento do fio (m)
1	1,1218	1,866
2	0,6605	1,845
3	0,4039	1,945

GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 1.

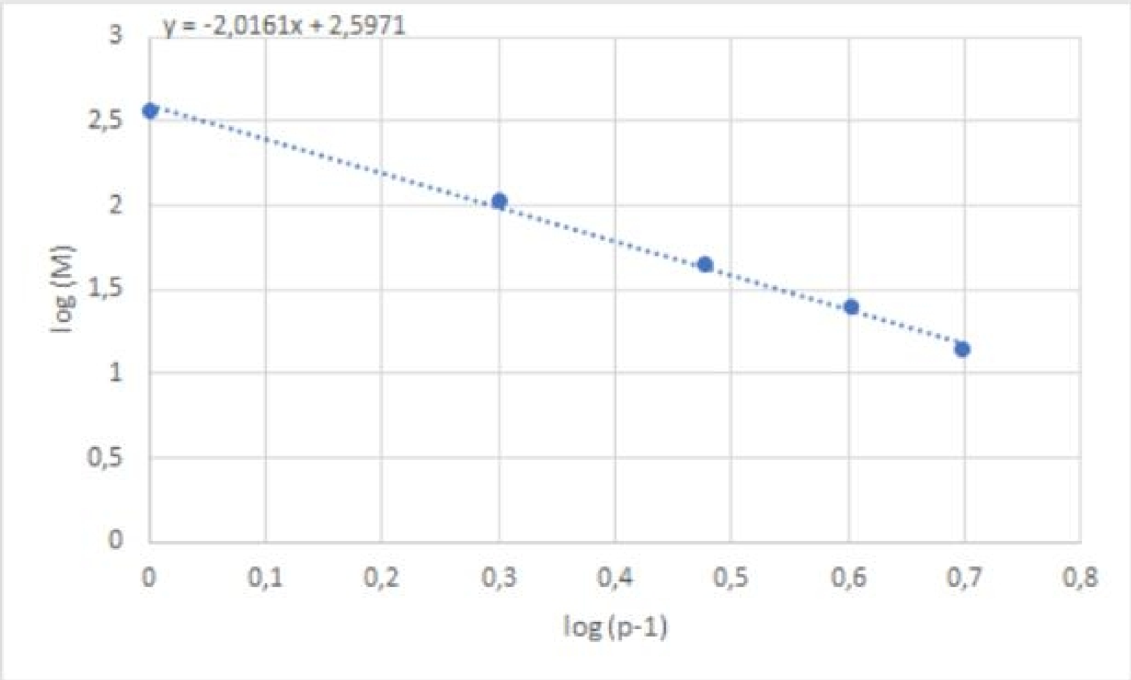


GRÁFICO 2: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 2.

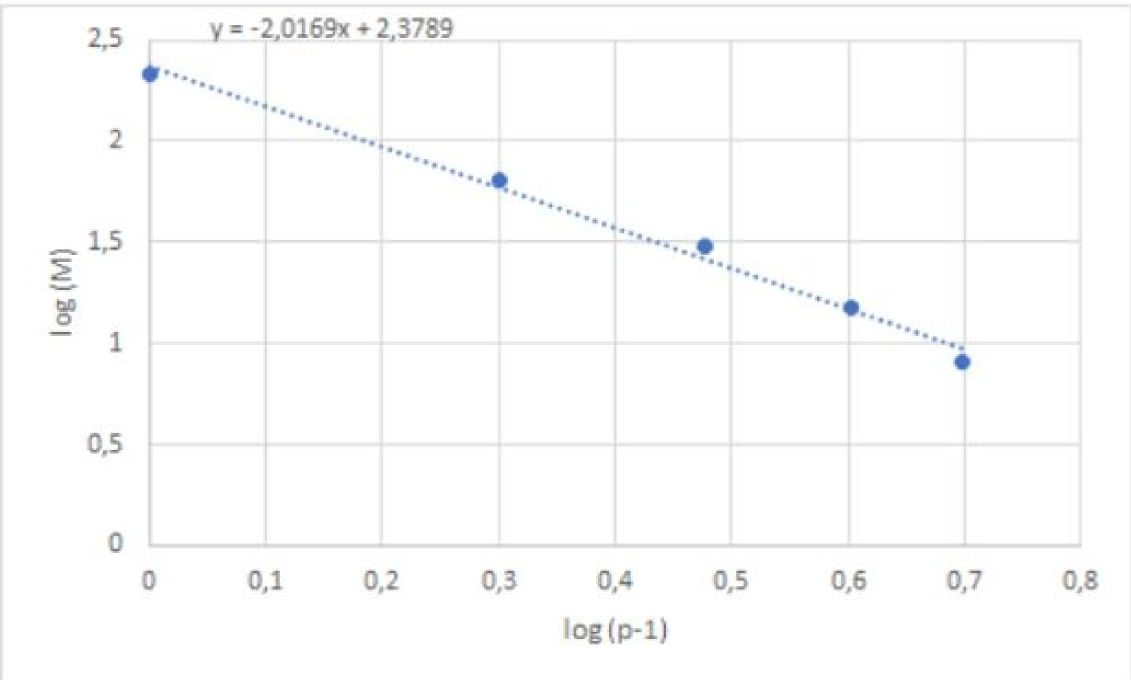


GRÁFICO 3: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 3.

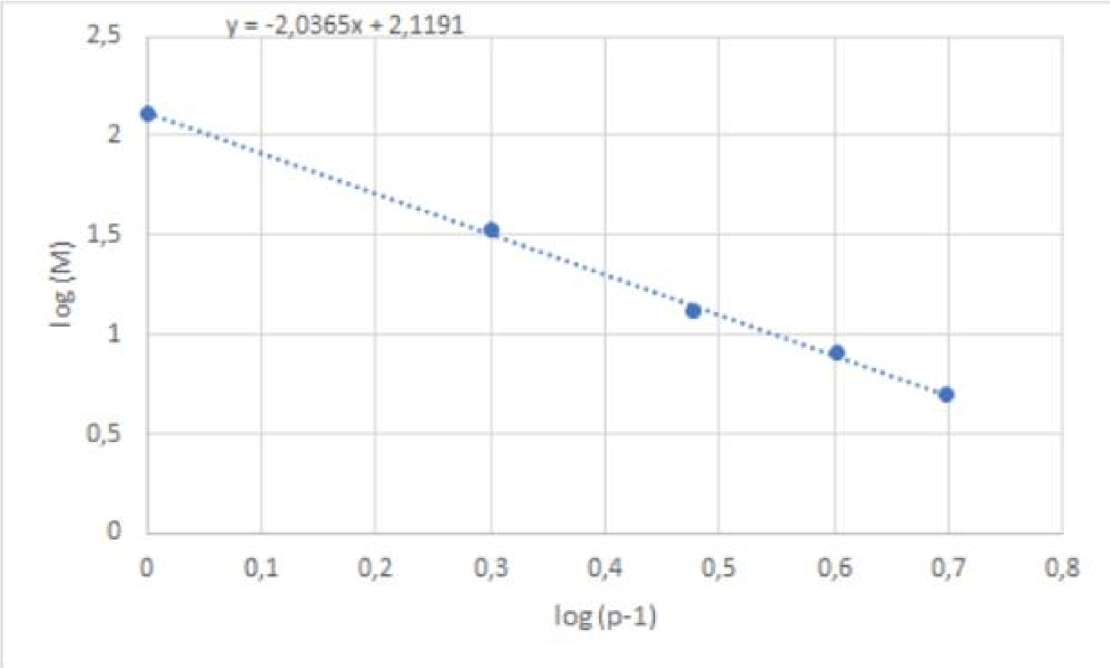


GRÁFICO 4: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 1.

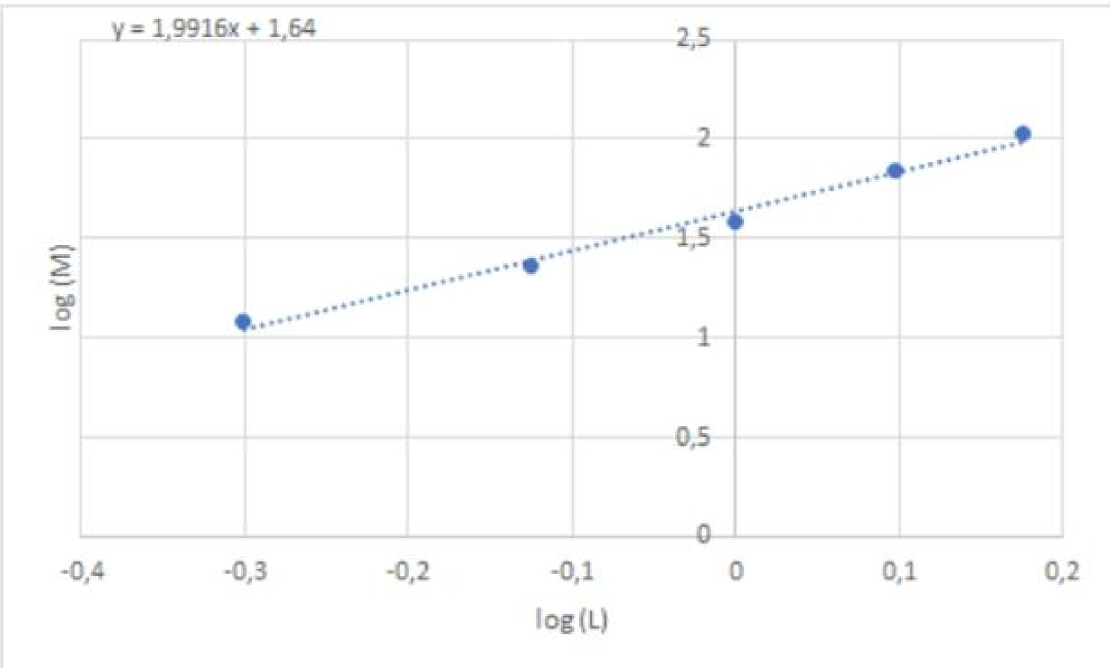


GRÁFICO 5: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 2.

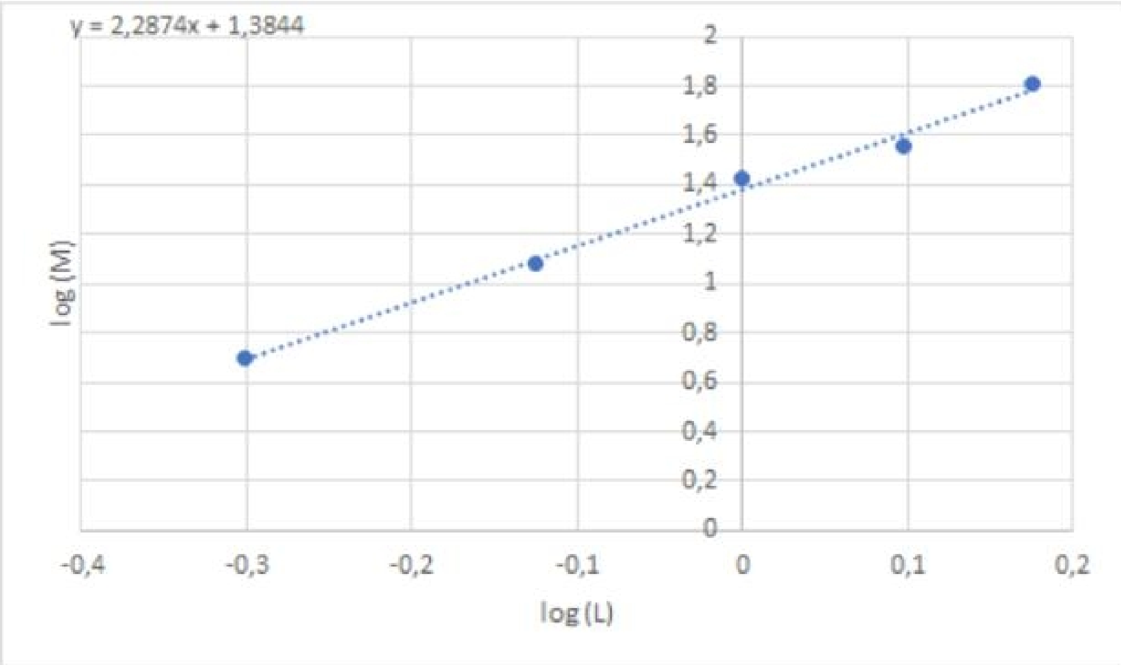


GRÁFICO 6: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 3.